

Primera aproximación a la caracterización del espectro polínico y presencia del alérgeno Sal k 1 en la atmósfera de Alcázar de San Juan (Ciudad Real)

A First Approximation to The Characterization of The Pollen Spectrum and The Presence of the Sal k 1 Allergen in The Atmosphere of Alcázar de San Juan (Ciudad Real, Spain)

Primeira abordagem para a caracterização do espectro polínico e da presença de Sal k 1 na atmosfera de Alcázar de San Juan (Cidade Real)

Ana María Burgos-Montero¹, Alba María Sánchez-García², Carmen Arilla Rodríguez⁴, Francisco Feo-Brito³, Rosa Pérez-Badía⁵

¹ Servicio de Alergología. Hospital Mancha Centro. Alcázar de San Juan. Ciudad Real.

² Instituto de Ciencias Ambientales, Área de Botánica. Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo.

³ R & D Department. Roxall Group. Bilbao.

⁴ Servicio de Alergología. Hospital General Universitario de Ciudad Real. Ciudad Real.

⁵ Instituto de Ciencias Ambientales, Área de Botánica. Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo.

Cita: Burgos-Montero A, Sánchez-García AM, Arilla Rodríguez C, Feo-Brito F, Pérez-Badía R. Primera aproximación a la caracterización del espectro polínico y presencia del alérgeno Sal k 1 en la atmósfera de Alcázar de San Juan (Ciudad Real). Rev. salud ambient. 2017; 17(2):157-164.

Recibido: 12 de octubre de 2017. **Aceptado:** 15 de noviembre de 2017. **Publicado:** 15 de diciembre de 2017.

Autor para correspondencia: Ana María Burgos-Montero.

Correo e: aburgosmontero@hotmail.com

Servicio de Alergología. Hospital Mancha Centro. Avda. de la Constitución 3. 13600. Alcázar de San Juan. Ciudad Real.

Financiación: Universidad de Castilla-La Mancha a través del Plan Propio de I+D+i y Laboratorios Roxall por los análisis de Sal k 1.

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses que hayan influido en la realización y la preparación de este trabajo.

Declaraciones de autoría: Todos los autores contribuyeron al diseño del estudio y la redacción del artículo. Asimismo, todos los autores aprobaron la versión final.

Resumen

Se presenta una primera aproximación al conocimiento del espectro polínico atmosférico y concentración de alérgeno Sal k 1 en Alcázar de San Juan (Ciudad Real) basada en los resultados obtenidos en 2016. Se ha determinado la concentración de alérgeno, los principales tipos polínicos presentes en el aire, periodos de polinización y la relación entre las concentraciones diarias de polen y las variables meteorológicas. Los resultados muestran la presencia de 19 tipos polínicos, siendo predominantes Amaranthaceae, Cupressaceae, *Pinus*, *Plantago*, *Platanus*, Poaceae, *Quercus* y *Olea*, cuyas concentraciones representan el 96,6 % del polen total. La mayoría presenta un periodo de polinización que va de marzo a junio a excepción del polen de Amaranthaceae que tiene su óptimo a finales del verano y Cupressaceae en invierno. El polen de *Olea* es el más abundante (Integral Anual: 9152 polen/m³ y año) con un día pico de 902 granos de polen/m³ en junio. El estudio de la relación entre las concentraciones diarias de polen y las variables meteorológicas muestra una correlación positiva y significativa con la temperatura y las horas de sol y negativa con la precipitación y la humedad.

La presencia del alérgeno Sal k 1 se detecta desde junio a septiembre, existiendo una correlación significativa y positiva entre concentraciones del alérgeno y polen de Amaranthaceae. Respecto al polen alergénico, se han establecido tres periodos de riesgo de alergia: el primero, durante el otoño e invierno por el polen de Cupressaceae, el segundo en primavera con los tipos polínicos *Platanus*, *Olea* y Poaceae y el tercero a finales de verano por Amaranthaceae.

Palabras clave: polen atmosférico; alérgenos; periodos de alergia; Amaranthaceae.

Abstract

This work presents a first approximation to knowing the atmospheric pollen spectrum and the concentration of the Sal k 1 allergen in Alcázar de San Juan (Ciudad Real, Spain) based on the results obtained in the year 2016. The concentration of allergen, the main pollen types present in the air, their principal periods of pollination and the relationship between daily pollen concentrations and meteorological variables have been determined.

The results highlight the presence of 19 pollen types, the predominant ones being *Amaranthaceae*, *Cupressaceae*, *Pinus*, *Plantago*, *Platanus*, *Poaceae*, *Quercus* y *Olea*, whose concentrations amount to 96.6 % of total pollen. Most of these pollen types have a pollination period from March to June except *Amaranthaceae* and *Cupressaceae*. *Olea* pollen has the highest Annual Pollen Integral (9,152 pollen/m³ and year), with a daily peak value of 902 pollen grain/m³ (reached in June). The study of the relationship between daily pollen concentrations and meteorological variables reveals a positive and significant correlation with temperature and a negative correlation with precipitation and humidity.

The presence of the Sal k 1 allergen in the atmosphere has been detected from June to September, with a significant and positive correlation of the allergen with the *Amaranthaceae* pollen type.

Three periods of allergy risk have been established: the first one, during autumn and winter, due to the *Cupressaceae* pollen type; the second one in spring, owing to the *Platanus*, *Olea*, and *Poaceae* pollen types; and the third one in late summer, as a result of the *Amaranthaceae* pollen type.

Keywords: atmospheric pollen; allergens; periods of allergy; *Amaranthaceae*.

Resumo

Este trabalho apresenta uma primeira abordagem para o conhecimento do espectro polínico atmosférico e da concentração do alérgeno Sal k 1 em Alcázar de San Juan (Cidade Real), com base nos resultados obtidos em 2016. Determinou-se a concentração do alérgeno, os principais tipos de pólen presentes no ar, os períodos de polinização e a relação entre as concentrações diárias de pólen e as variáveis meteorológicas. Os resultados mostram a presença de 19 tipos de pólen, com predominância de *Amaranthaceae*, *Cupressaceae*, *Pinus*, *Plantago*, *Platanus*, *Poaceae*, *Quercus* e *Olea*, cujas concentrações representam 96,6 % do pólen total. A maioria apresenta um período de polinização que vai de março a junho, exceto o pólen de *Amaranthaceae* (final do verão) e o de *Cupressaceae* (inverno). O pólen de *Olea* é o mais abundante (Integral Anual: 9.152 pólen /m³ e ano) com um dia pico de 902 grãos de pólen/m³ em junho. O estudo da relação entre as concentrações diárias de pólen e as variáveis meteorológicas mostra uma correlação significativa e positiva com a temperatura e as horas de sol e negativa com a precipitação e a humidade.

A presença do alérgeno Sal k 1 é detetada de junho a setembro, com uma correlação significativa e positiva entre as concentrações de alérgenos e o pólen de *Amaranthaceae*. Relativamente ao pólen alérgico, estabeleceram-se três períodos de riscos de alergia: o primeiro durante o outono e inverno devido ao pólen de *Cupressaceae*, o segundo na primavera com os tipos polínicos *Platanus*, *Olea* e *Poaceae* e o terceiro no final do verão causado pelo pólen de *Amaranthaceae*.

Palavras-chave: pólen atmosférico; alérgenos; períodos de alergia; *Amaranthaceae*.

INTRODUCCIÓN

La alergia al polen tiene un gran impacto clínico en toda Europa y hay evidencias que indican que la prevalencia de las reacciones alérgicas respiratorias inducidas por el polen en Europa está aumentando¹. En España, los granos de polen son la causa más frecuente de alergias respiratorias, desencadenan el 40 % de las rinoconjuntivitis y el 27 % de asma. En Castilla-La Mancha, estas cifras aumentan, y así la rinoconjuntivitis por polen asciende al 68 % y el asma a un 52 %².

El centro de la Península Ibérica y en este caso, la ciudad de Alcázar de San Juan, presenta una flora y unas condiciones climáticas que favorecen la presencia de tipos polínicos altamente alérgicos y de polinización muy intensa, como son las gramíneas o el olivo, procedentes de la vegetación natural y las zonas de cultivo; así ocurre con otras plantas procedentes de las zonas verdes de

la ciudad, como es el caso de los cipreses y plátanos de paseo, distribuidos por los parques y jardines que en su época de floración ocasionan síntomas respiratorios a la población alérgica^{3,4}. Además, las especies de la familia de las quenopodiáceas (= *Amaranthaceae*), presentes en el entorno de la ciudad, son la principal causa de polinosis durante la época estival.

Sal k 1 es un alérgeno de gran importancia en la polinosis, siendo el alérgeno mayor del polen de *Salsola kali*. Ésta, junto con la especie *Chenopodium album* son, desde el punto de vista alergológico, las especies más representativas del tipo polínico *Amaranthaceae*, de gran importancia debido a su incidencia clínica en pacientes alérgicos en España⁵. La elección de cuantificar Sal k 1 se basa en que más del 50 % de los pacientes sensibilizados son alérgicos a esta proteína y la especie *Salsola kali* es muy abundante en el entorno natural de Alcázar de San Juan.

Este trabajo ha tenido como objetivos: analizar los principales tipos polínicos de la atmósfera de Alcázar de San Juan y en el caso de los alergénicos, conocer el periodo de riesgo de alergias según su umbral; cuantificar la presencia del alérgeno Sal k 1 en la atmósfera y estudiar la relación entre las concentraciones diarias de polen y las variables meteorológicas (temperatura, precipitación, humedad y horas de sol).

MATERIAL Y MÉTODOS

Alcázar de San Juan es un municipio del noreste de la provincia de Ciudad Real, en la comunidad autónoma de Castilla La Mancha, situado en el centro de la Península Ibérica en las coordenadas 39° 23' 27.0" N 3° 12' 57.0" W, a 643 metros sobre el nivel del mar. Durante el año 2016 se tomaron muestras de polen de la atmósfera con un captador volumétrico Burkard tipo Hirst® y del 15 de marzo al 29 de diciembre se tomaron muestras de bioaerosoles con un captador Burkard tipo Cyclon®, ambos situados a 16 m de altura en la azotea del Hospital Mancha Centro (Alcázar de San Juan). El método de muestreo y recuento de los granos de polen se realizó según las indicaciones de la Red Española de Aerobiología⁶ y los niveles de Sal k 1 se calcularon en el laboratorio a partir de las muestras de bioaerosoles. Éstas fueron recogidas en tubos Eppendorf y se extrajeron utilizando una modificación del método descrito por Takahashi et ál. en 2001⁷. Después de la centrifugación (18 000 g, 1 min), las muestras secas se extrajeron a temperatura ambiente durante 2 h con 120 µL de tampón de fosfato (50 mM pH 7.0) suplementado con NaCl 150 mM, EDTA 3 mM, Tween 20 al 0,005 % y 125 mM bicarbonato de amonio. El extracto se separó por centrifugación a 2000 g durante 10 min y se almacenó a -20 °C. El contenido de Sal k 1 en las muestras extraídas se cuantificó usando un método de ELISA tipo sándwich de doble anticuerpo utilizando el método descrito por Arilla et ál. en 2010⁸. Finalmente, las concentraciones del alérgeno Sal k 1 calculadas en pg/mL (picogramos por mL) han sido referidas al volumen total de aire aspirado en 24 horas para obtener las unidades en pg/m³.

Para el cálculo del Periodo Principal de Polinización (PPP) se han seguido los criterios de Andersen 1991⁹ para todos los tipos polínicos arbóreos excepto para Cupressaceae. Para este tipo polínico y para los herbáceos se ha seguido el criterio de Nilsson and Persson 1981¹⁰. Para determinar el número de días que los diferentes tipos polínicos representan riesgo para la población alérgica se han seguido los criterios indicados por Rojo et ál.¹¹. De esta manera, el término riesgo alérgico moderado ha sido aplicado para concentraciones de 15 a 30 granos de polen/m³ para los tipos polínicos herbáceos (Amaranthaceae, *Plantago*

y de 25 a 50 granos de polen/m³ para Poaceae. Para taxones leñosos, se considera riesgo moderado con concentraciones de polen entre 50 y 200 granos/m³ (Cupressaceae, *Olea*, *Platanus*, *Quercus*, *Pinus*) y alto para las concentraciones superiores a las mencionadas.

Los datos meteorológicos de 2016 fueron proporcionados por el Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR) de Castilla-La Mancha¹² de la estación situada en Cinco Casas (Alcázar de San Juan). Estos datos indican que la temperatura media anual fue de 14,3 °C. El mes más frío fue diciembre con temperatura media de 4,5 °C y el más cálido julio con una temperatura media de 26,3 °C. La temperatura más elevada fue de 37,5 °C, el 28 de julio y la más baja fue de -2 °C el 30 de diciembre. La precipitación media anual fue de 387,7 mm, siendo los meses de otoño, sobre todo noviembre (64,9 mm) y en primavera, el mes de abril (100,4 mm), los más lluviosos.

El análisis de correlación realizado entre los valores diarios de las variables meteorológicas temperatura mínima (Tmín °C), temperatura máxima (Tmáx °C), temperatura media (Tmed °C), precipitación (P mm) y humedad relativa (HR %) y las concentraciones de polen, así como las concentraciones de alérgeno Sal k 1 y de polen de Amaranthaceae fueron llevados a cabo mediante el test no paramétrico de Spearman dado que se comprobó que los datos no siguen una distribución normal.

RESULTADOS

El espectro polínico atmosférico de Alcázar de San Juan presenta un total de 19 tipos polínicos y una Integral anual de polen (InAP), entendida como la suma de las concentraciones diarias de granos de polen/m³ de aire¹³ durante el año 2016, de 28 259 polen/m³ y año. De entre todos los tipos polínicos, *Olea* es el más representado con un InAP de 9152 polen/m³ y año (32,4 % del polen total). Le siguen en abundancia *Quercus* con 5737 polen/m³ y año y *Platanus* con 3718 polen/m³ y año. Por detrás de estos se sitúan ya en menor concentración: Poaceae, *Plantago*, Cupressaceae, Amaranthaceae y *Pinus* (tabla 1).

La evolución diaria de las concentraciones de polen en la atmósfera permite observar que los mayores registros se dan en los meses de primavera, entre los meses de marzo a junio cuando la mayoría de los tipos polínicos presentan su periodo de floración. Se observa un aumento creciente de la concentración de polen en la atmósfera desde inicios de año, siendo el mes de máxima concentración junio con 10 648 granos de polen/m³. Durante este mes se recoge un 37,9 % del total, seguido de los meses de mayo 29,5 %, abril 17,8 % y marzo 5,6 % (figuras 1 y 2).

Tabla 1. Integral Anual de polen (InAP) y porcentaje (%) respecto al total de los principales tipos polínicos

Tipo polínico	InAP (polen/m ³ y año)	(%)
Olea	9152	32,4
Quercus	5737	20,3
Platanus	3718	13,2
Poaceae	2988	10,6
Plantago	2178	7,7
Cupressaceae	1506	5,3
Amaranthaceae	1041	3,7
Pinus	953	3,4
Otros	986	3,4
Total	28 259	100

En cuanto al Periodo de Polinización Principal (PPP) de los tipos polínicos más importantes, se observa que algunos presentan un periodo muy largo, de varios meses, como Cupressaceae (208 días) o Amaranthaceae (116 días), en tanto que otros como *Platanus* y *Olea* presentan un PPP corto, de 30 y 56 días respectivamente. La mayoría de los tipos polínicos analizados presentan el día de máxima concentración o día pico entre marzo y junio (destacan *Platanus*: 1008 granos/m³, el día 7 de abril y *Olea*: 902 granos/m³, el día 8 de junio) a excepción de Amaranthaceae que presenta su pico el 20 de agosto.

Los valores de las concentraciones medias diarias de los tipos de polen que producen alergias y su evolución estacional, determinan que en Alcázar de San Juan se producen tres periodos de alergia. Durante los meses de octubre a marzo, se presenta un primer periodo

representado por el tipo polínico Cupressaceae (5,3 % del polen total). El segundo periodo de alergia es primaveral, se caracteriza por la presencia de polen de *Olea* (32,4 %), *Platanus* (13,6 %) y Poaceae (10,6 %). Este periodo se inicia a finales de marzo y principios de abril, con la polinización de *Platanus* y continúa en mayo-junio con gramíneas y olivo. Por último existe un tercer periodo de alergia a finales de verano, agosto-septiembre, representado por Amaranthaceae (3,7 %). El resto de tipos polínicos no se consideran relevantes en cuanto a clínica respiratoria alérgica debido al polen en la ciudad, salvo casos aislados. Teniendo en cuenta los tipos polínicos arbóreos considerados como alérgicos, destacan *Olea* que supera 25 días los umbrales determinados y *Platanus* con 13 días, seguidos de Cupressaceae con 7 días. Para las especies herbáceas, Poaceae y Amaranthaceae superan umbrales de alergia en 26 y 17 días respectivamente (tabla 2).

Los resultados del análisis de correlación (test de Spearman) realizado entre las concentraciones de polen diarias de los diferentes tipos polínicos y las variables meteorológicas mostraron la existencia de correlaciones significativas con todas ellas, siendo las variables de temperatura y horas de sol las que poseen un mayor coeficiente de correlación. Esta correlación es positiva y significativa para todos los tipos polínicos a excepción de Cupressaceae que presenta una correlación negativa. Los valores más altos del coeficiente de correlación los presenta el tipo polínico Amaranthaceae (0,747). En cuanto a las variables precipitación y humedad, se observó que la mayoría de tipos polínicos presentan una correlación significativa negativa. El valor más alto del coeficiente también lo presenta el tipo polínico Amaranthaceae (-0,507) (tabla 3).

Tabla 2. Características del Período de Polinización Principal (PPP)

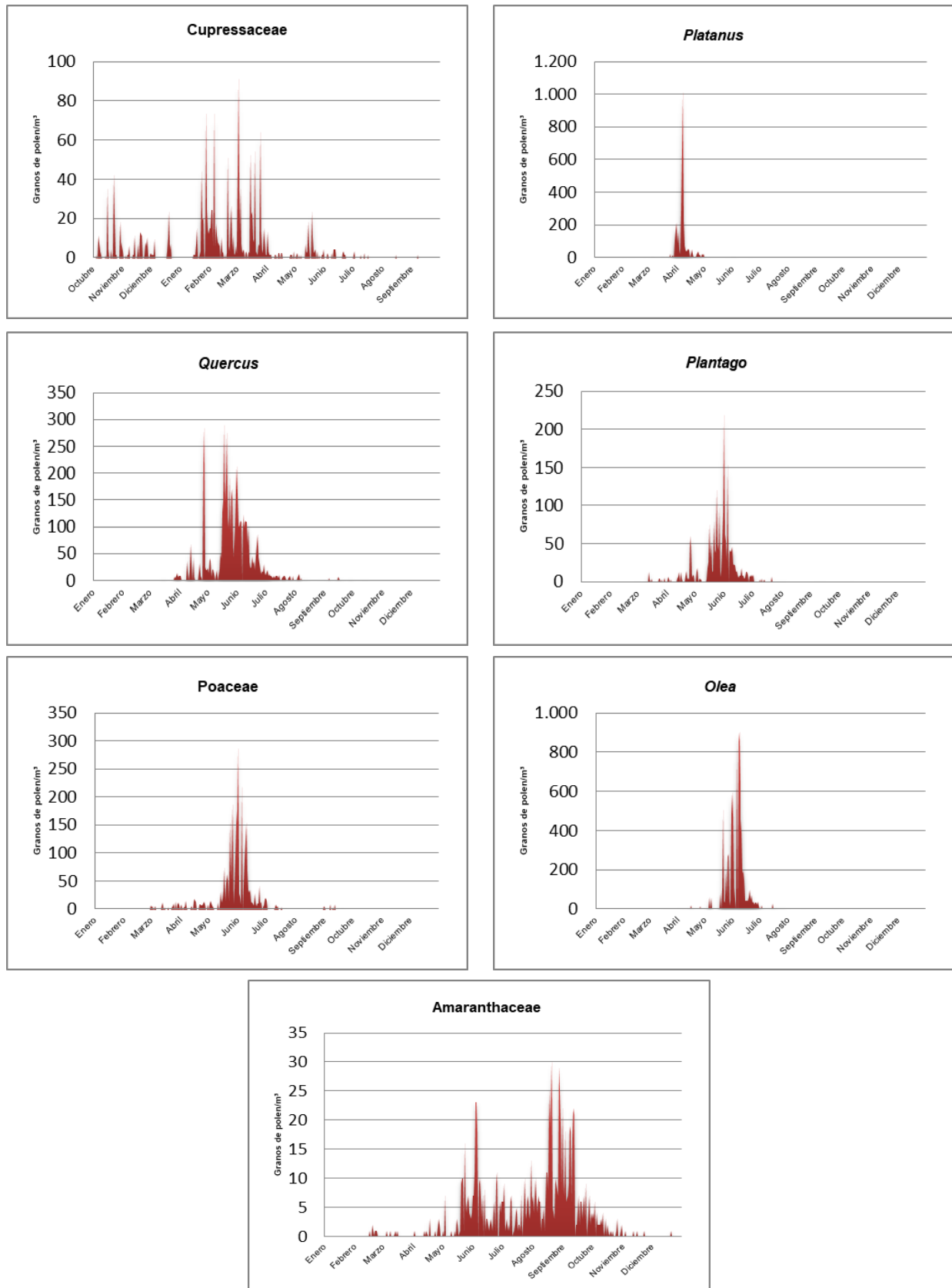
Tipo polínico	Día Inicio PPP	Día Final PPP	Duración PPP (nº de días)	Día Pico (granos de polen/m ³)	Día pico	ND>50	ND>200
Cupressaceae	24/10/15	18/05/16	208	91	02/03/16	7	-
Platanus	29/03/16	27/04/16	30	1 008	07/04/16	7	5
Olea	08/05/16	02/07/16	56	902	08/06/16	13	12
Pinus	30/03/16	23/07/16	116	54	11/06/16	2	-
Quercus	13/04/16	22/07/16	101	289	18/05/16	32	-

Tipo polínico	Día Inicio PPP	Día Final PPP	Duración PPP (nº de días)	Día Pico (granos de polen/m ³)	Día pico	ND>15	ND>30
Amaranthaceae	22/05/16	30/09/16	132	30	20/08/16	17	-
Plantago	17/04/16	25/06/16	70	219	01/06/16	11	29

Tipo polínico	Día Inicio PPP	Día Final PPP	Duración PPP (nº de días)	Día Pico (granos de polen/m ³)	Día pico	ND>25	ND>50
Poaceae	11/04/16	25/06/16	76	286	01/06/16	11	15

ND>15: Número de días con más de 15 granos de polen/m³, ND>25: Número de días con más de 25 granos de polen/m³, ND>30: Número de días con más de 30 granos de polen/m³, ND>50: Número de días con más de 50 granos de polen/m³, ND>200: Número de días con más de 200 granos de polen/m³.

Figura 1. Evolución de las concentraciones diarias (granos de polen/m³) de los principales tipos polínicos en el año 2016



Respecto a la cuantificación del alérgeno Sal k 1 en aire atmosférico, su presencia se detectó por primera vez el 10 de mayo ($1,2 \text{ pg/m}^3$), y por último, el 15 de octubre (1 pg/m^3). No obstante, es desde el 22 de junio al 26 de septiembre cuando de manera ininterrumpida se detecta la presencia de Sal k 1 en el aire, lo que representa un periodo de duración de 97 días. Las mayores

concentraciones se dieron entre el 18 de julio y el 30 de agosto, con tres días de elevada concentración, el 18 de julio ($63,8 \text{ pg/m}^3$), el 14 ($102,6 \text{ pg/m}^3$) y el 28 de agosto ($57,2 \text{ pg/m}^3$) (figura 3). Los resultados del test estadístico correlación de Spearman muestran una correlación positiva y significativa entre las concentraciones diarias de polen de Amaranthaceae y del alérgeno Sal k 1.

Figura 2. Sumas mensuales de las concentraciones de polen diarias (granos de polen*mes/ m^3) en Alcázar de San Juan en 2016

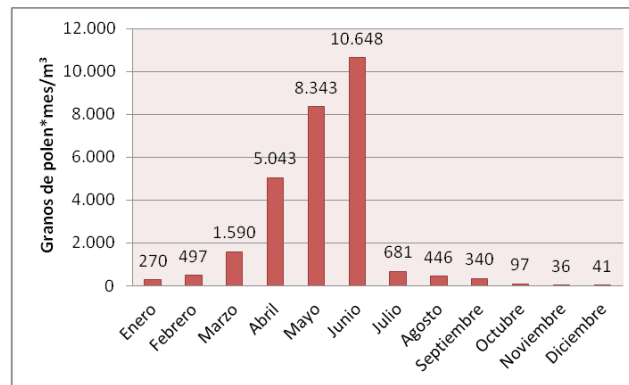
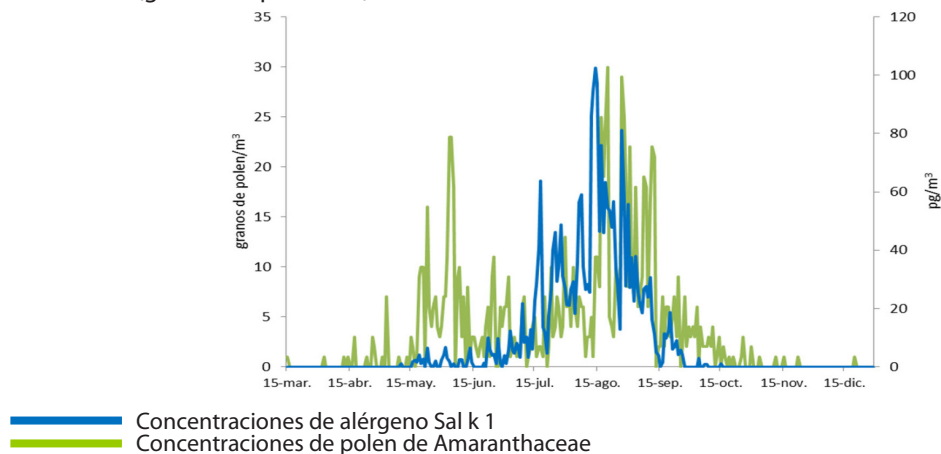


Tabla 3. Coeficientes de correlación entre los valores diarios de las concentraciones de los tipos polínicos y las variables meteorológicas

Tipos polínicos	Tª media (°C)	Tª máxima (°C)	Tª mínima (°C)	Precipitación (mm)	Horas de sol	Humedad (%)
Cupressaceae	-0,362**	-0,299**	-0,401**	0,025	-0,149**	0,213**
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	0,747**	0,763**	0,660**	-0,507**	0,660**	-0,744**
Olea	0,551**	0,554**	0,485**	-0,319**	0,717**	-0,532**
Pinus	0,266**	0,275**	0,189**	-0,217**	0,522**	-0,322**
Plantago	0,333**	0,353**	0,241**	0,540**	0,628**	-0,398**
Platanus	-0,077	-0,058	-0,160**	0,134*	0,216**	-0,016
Poaceae	0,293**	0,325**	0,189**	-0,257**	0,603**	-0,405**
Quercus	0,544**	0,547**	0,456**	-0,322**	0,741**	-0,540**

Figura 3. Evolución diaria de las concentraciones del alérgeno Sal k 1 (pg/m^3) y de las concentraciones de polen de Amaranthaceae (granos de polen/ m^3) en Alcázar de San Juan en 2016



DISCUSIÓN

En el periodo estudiado el valor Integral Anual de polen (InAP) obtenido de 28 259 polen/m³ y año en Alcázar de San Juan, es menor al obtenido en otras zonas de Castilla-La Mancha, como Toledo^{14,15}, Ciudad Real¹⁶, Cuenca¹⁷ o Guadalajara¹¹, pero superior a los de otras áreas interiores de la Península Ibérica como León o Ponferrada¹⁸ de condiciones climáticas diferentes, con temperaturas más bajas a lo largo de todo el año.

A diferencia de otras estaciones como Ciudad Real y Toledo donde predominan los tipos polínicos Cupressaceae y *Quercus*, en Alcázar de San Juan predomina en primer lugar el polen de *Olea* procedente de los cultivos, seguido del polen de *Quercus* procedente de la flora y vegetación natural. La menor representación de polen de Cupressaceae se debe a que proviene mayoritariamente de la flora ornamental y las especies de Cupressaceae son menos utilizadas en los espacios verdes de esta ciudad. La presencia de polen del tipo polínico *Platanus* sí es importante, pero no alcanza la representación de otras ciudades españolas como Aranjuez, Madrid o Barcelona¹⁹. El tipo polínico Poaceae presenta un porcentaje en aire atmosférico similar al existente en otras provincias, incluidas las castellano-manchegas, teniendo en cuenta que además el número de días con niveles de riesgo de alergias son similares a los de Cuenca o Guadalajara y algo inferiores a los que se dan en Toledo^{14,15}. En cuanto al polen procedente de la familia Amaranthaceae, se considera muy agresivo y en España es una de las causas más frecuentes de polinosis²⁰. Las concentraciones atmosféricas de este tipo polínico en Alcázar de San Juan no son muy elevadas, si se compara con las ciudades del este peninsular como Murcia o Cartagena^{21,22}, pero son superiores a las que se registran en Toledo o Cuenca^{14,15} y producen gran sintomatología en la población de la zona.

Al llevar a cabo el análisis comparativo de concentraciones de granos de polen atmosférico de Amaranthaceae y del alérgeno Sal k 1 en bioaerosol, observamos que existe una correlación significativa y positiva entre ambos. El periodo principal de polinización de Amaranthaceae comprende desde el 5 de mayo hasta el 30 de septiembre, con la existencia de dos picos de polen: uno en los meses de mayo-junio y otro en agosto-septiembre. Sin embargo, el pico de polen en aire atmosférico detectado en los meses de mayo y junio no se corresponde con altos niveles de Sal k 1. La floración de las especies de Amaranthaceae en los meses de primavera parece corresponder mayoritariamente a *Chenopodium album*²³, sin embargo la plena floración de *Salsola kali* ocurre a finales del verano, de ahí que

las concentraciones de alérgeno de Sal k 1 existentes en mayo y junio no sean tan elevadas como los picos detectados al final del periodo polínico del taxón.

Por último, las concentraciones de polen en la atmósfera están altamente relacionadas con las variables meteorológicas, especialmente con la temperatura y la precipitación. Los resultados obtenidos al respecto confirman los obtenidos por otros autores²⁴⁻²⁷. Los análisis estadísticos indican que la temperatura y las horas de sol tienen una influencia positiva con las concentraciones de polen y en el caso de la temperatura la correlación es significativa para todos los taxones salvo para Cupressaceae que presenta un correlación negativa por ser un tipo polínico que está presente en la atmósfera en invierno. El significado contrario tienen la precipitación y la humedad. La lluvia interrumpe la emisión de polen y ejerce un efecto de lavado de la atmósfera y la mayor humedad hidrata el polen y dificulta su dispersión. Resultados similares han sido puestos de manifiesto en trabajos anteriores, tanto de localidades próximas como Toledo^{14,15}, como de otros territorios²⁴⁻²⁷.

CONCLUSIONES

Este estudio proporciona información sobre las concentraciones de polen en un área central de la Península Ibérica y su comparación con otras zonas cercanas; sin embargo deberá completarse teniendo en cuenta un mayor número de años. Las concentraciones de un tipo polínico no siempre coinciden con los alérgenos ambientales, demostrándose así la importancia de conocer qué especies, dentro del mismo tipo polínico, son las que están emitiendo polen a la atmósfera a lo largo del periodo de polinización y conocer de esta manera, sus alérgenos, muy importante para caracterizar la aerobiología de la zona. Esto, junto con el conocimiento de los días que se superan los umbrales de riesgo establecidos para la alergia, proporciona valiosa información a los pacientes alérgicos y al personal sanitario y en consecuencia es de gran utilidad en el campo de la Alergología.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Laboratorios Roxall su colaboración en la realización de análisis de Sal k 1 y a la Universidad de Castilla-La Mancha por su ayuda a través del Plan Propio de I+D+i.

BIBLIOGRAFÍA

1. D'Amato, G., Cecchi L., Bonini S, et ál. Allergenic pollen and pollenallergy in Europe. *Allergy* 2007; 62(9):976–90.
2. Alergológica 2005. Factores epidemiológicos, clínicos y socioeconómicos de las enfermedades alérgicas en España en 2005. Madrid: Ed. Luzan. 2006.
3. Rojo J, Serrano JI, Cariñanos P, et ál. El potencial alergénico de los espacios verdes urbanos y su estimación en Toledo: El Parque de las Tres Culturas. *La Cultura del Árbol* 2017; 77:28-37.
4. Sabariego S, Pérez-Badía R, Rapp A, et ál. Estudio comparativo de tres ciudades del centro peninsular. En: XVI International APLE Symposium of Palynology. Palma de Mallorca. 2008; 22-5.
5. Villalba M, Barderas R, Mas S, et ál. Amaranthaceae pollens: Review of an emerging allergy in the mediterranean area. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology* 2014; 24(6):371–81.
6. Galán C, Cariñanos P, Alcázar P, Domínguez E. Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología. Córdoba: Universidad de Córdoba. 2007.
7. Takahashi Y, Ohashi T, Nagoya T, et ál. Possibility of real-time measurement of an airborne *Cryptomeria japonica* pollen allergen based on the principle of surface plasmon resonance. *Aerobiología* 2001;17:313-8.
8. Arilla MC, Ibarrola I, Brena S, et ál. The Russian thistle (*Salsola kali*) pollen major allergen, Sal k 1, can be quantified in allergenic extracts and airborne pollen. *International Archives Allergy Immunology* 2010; 152:319-326.
9. Andersen T.B. A model to predict the beginning of the pollen season. *Grana* 199; 30:269–75.
10. Nilsson S, Persson S. Tree pollen spectra in the Stockholm region (Sweden) 1973–1980, *Grana* 1981; 20:179–82.
11. Rojo J, Rapp A, Lara B, et ál. Characterisation of the airborne pollen spectrum in Guadalajara (central Spain) and estimation of the potential allergy risk. *Environmental Monitoring and Assessment* 2016; 188:130.
12. Servicio Integral de Asesoramiento al Regante de Castilla-La Mancha. SIAR. crea.uclm.es. [citado el 14 de junio de 2017] Disponible en: <http://crea.uclm.es/siar>.
13. Galán C, Ariatti A, Bonini M et ál. Recommended terminology for aerobiological studies. *Aerobiología* 2017; 33:293-5.
14. García-Mozo H, Pérez-Badía R, Fernández-González F, Galán C. Airborne pollen sampling in Toledo, Central Spain. *Aerobiología* 2006; 22:55–66.
15. Pérez-Badía R, Rapp A, Morales C, et ál. Pollen spectrum and risk of pollen allergy in central Spain. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2010; 17:139-51.
16. Prieto J.C, De Pablos L, Domínguez E, Galán, C. Aerobiología en Ciudad Real: Estación de Ciudad Real (2000-2001). *Rea* 2002; 7:113-8.
17. Pérez-Badía R, Rapp A, Vaquero C, Fernández-González F. Aerobiological study in east-central Iberian peninsula: Pollen diversity and dynamics for mayor taxa. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2011; 18:99-111.
18. Vega Maray AM, Valencia-Barrera RM, Fernández-González D, et ál. Aerobiología en Castilla y León: Estación de Ponferrada (2000-2001). *Rea*. 2002; 7:125-30.
19. Varela Losada S. Polinosis por *Platanus*. Servicio de alergia del Complejo Hospitalario de Ourense. *Rev. Alergol. Inmunol. Clin.* 2003; 18:81-5.
20. Pola J, Subiza FJ, García Menaya J, Porcel Carreño S. Pólenes de interés en alergología en nuestro medio. *Tratado de alergología* 2017; 18:243-70.
21. Munuera, M. Patrones de variación polínica en la atmósfera de Murcia. Implicaciones alergológicas, prevención y diagnóstico. Tesis Doctoral. Murcia: Universidad de Murcia. 1999.
22. Elvira-Rendueles. Caracterización aeropolinológica del bioaerosol atmosférico de la ciudad de Cartagena. Tesis Doctoral. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. 2001.
23. Ferrer L, Carnés J, Rojas-Hijazo B, et ál. Assessing degree of flowering implicates multiple Chenopodiaceae/Amaranthaceae species in allergy. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 2012; 158:54-62.
24. Recio M, Trigo MM, Toro F, et ál. A three-year aeropolynological study in Estepona (southern Spain). *Ann. Agric. Environ. Med.* 2006; 13:201-7.
25. Docampo S, Recio M, Trigo M, et ál. Risk of pollen allergy in Nerja (southern Spain): a pollen calendar. *Aerobiología* 2007; 23:189–99.
26. Aira M J, Dopazo A, Jato MV. Aerobiological monitoring of Cupressaceae pollen in Santiago de Compostela (NW Iberian Peninsula) over six years. *Aerobiología* 2001; 17(3):319-25.
27. Díaz de la Guardia C, Alba-Sánchez F, Linares Fernández CD, et ál. Aerobiological and allergenic analysis of Cupressaceae pollen in Granada (Southern Spain). *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.* 2006; 16:24-33.