



UNIVERSIDAD DE JAÉN  
FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

GRADO EN BIOLOGÍA  
Trabajo Fin de Grado

# EVOLUCIÓN ATMOSFÉRICA DE PARTÍCULAS BIOLÓGICAS AEROVAGANTES INVERNALES PRESENTES EN LA ATMÓSFERA DE JAÉN

Isabel Guixá González

Abril 2013



UNIVERSIDAD DE JAÉN  
FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

GRADO EN BIOLOGÍA  
Trabajo Fin de Grado

# EVOLUCIÓN ATMOSFÉRICA DE PARTÍCULAS BIOLÓGICAS AEROVAGANTES INVERNALES PRESENTES EN LA ATMÓSFERA DE JAÉN

Isabel Guixá González

Abril 2013

FIRMA

## ÍNDICE

### RESUMEN

7

### 1. INTRODUCCIÓN

1.1. La Aerobiología 8

    1.1.1. Antecedentes históricos 8

    1.1.2. Aplicaciones de la Aerobiología 8

    1.1.3. Situación actual 9

1.2. Polen y esporas 9

    1.2.1. Generalidades del polen 9

    1.2.2. Generalidades de las esporas 10

    1.2.3. Polinización 10

    1.2.4. Liberación y dispersión de las esporas 11

1.3. Justificación 12

1.4. Objetivos 12

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio 14

2.2. Tipos polínicos y esporas estudiadas 14

2.3. Periodo de estudio 15

2.4. Datos meteorológicos 15

2.5. Muestreo aerobiológico 15

    2.5.1. Tipo de muestreador 15

    2.5.2. Localización del muestreador 16

2.5.3. <i>Toma de muestras</i>	16
2.5.4. <i>Preparación de las muestras</i>	17
2.5.5. <i>Análisis de las muestras</i>	19
<b>2.6. Tratamiento de los datos</b>	19
2.6.1. <i>Manejo de los datos</i>	19
2.6.2. <i>Cálculo del Periodo de Polinización Principal (PPP)</i>	20
2.6.3. <i>Variación estacional</i>	20
2.6.4. <i>Variación intradiaria</i>	20
2.6.5. <i>Estudio estadístico</i>	21
<b>3. RESULTADOS</b>	
<b>3.1. <i>Populus</i></b>	22
3.1.1. <i>Características generales</i>	22
3.1.1.1. <i>Morfología polínica</i>	23
3.1.1.2. <i>Alergenicidad</i>	23
3.1.2. <i>Variación estacional</i>	23
3.1.3. <i>Variación intradiaria</i>	25
3.1.4. <i>Correlación con parámetros meteorológicos</i>	26
<b>3.2. <i>Quercus</i></b>	
3.2.1. <i>Características generales</i>	27
3.2.1.1. <i>Morfología polínica</i>	28
3.2.1.2. <i>Alergenicidad</i>	28
3.2.2. <i>Variación estacional</i>	28
3.2.3. <i>Variación intradiaria</i>	30
3.2.4. <i>Correlación con parámetros meteorológicos</i>	31

<b>3.3. <i>Alternaria</i></b>	32
3.3.1. Características generales	32
3.3.1.1. Morfología conidial	32
3.3.1.2. Alergenicidad	32
3.3.2. Variación estacional	33
3.3.3. Variación intradiaria	34
3.3.4. Correlación con parámetros meteorológicos	35
<b>3.4. <i>Cladosporium</i></b>	36
3.4.1. Características generales	36
3.4.1.1. Morfología conidial	36
3.4.1.2. Alergenicidad	37
3.4.2. Variación estacional	37
3.4.3. Variación intradiaria	38
3.4.4. Correlación con parámetros meteorológicos	39
<b>4. DISCUSIÓN</b>	
<b>4.1. <i>Populus</i></b>	40
4.1.1. Variación estacional	40
4.1.2. Variación intradiaria	40
<b>4.2. <i>Quercus</i></b>	41
4.2.1. Variación estacional	41
4.2.2. Variación intradiaria	41
<b>4.3. <i>Alternaria</i></b>	41
4.3.1. Variación estacional	41
4.3.2. Variación intradiaria	42

<b>4.4. <i>Cladosporium</i></b>	42
4.4.1. Variación estacional	42
4.4.2. Variación intradiaria	42
<b>4.5. Relación entre las concentraciones polen y esporas y los parámetros meteorológicos</b>	42
	43
<b>5. CONCLUSIONES</b>	
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	45

## **RESUMEN**

El presente trabajo analiza las concentraciones de algunas de las esporas (*Alternaria* y *Cladosporium*) y tipos polínicos (*Populus* y *Quercus*) presentes en la atmósfera de Jaén así como su relación con distintos parámetros meteorológicos durante el periodo 2012-2013. Para ello se ha utilizado un captador de tipo Hirst y se ha realizado un muestreo durante el periodo de polinización de los pólenes y los mese invernales, de enero-marzo, para los tipos fúngicos. Tanto el polen como las esporas presentan concentraciones máximas los meses comprendidos entre febrero y junio, periodo crítico para los alérgicos ya que se trata de especies causantes de alergias. Por otro lado, se ha observado una correlación positiva de la temperatura y la concentración de esporas y polen de *Quercus* en el aire.

## **ABSTRACT**

In the present work we study, by means of a Hirst-type volumetric sampler, the level of certain spores and pollen types in Jaen's air samples collected during 2012-2013. To be more precise, we analyze spores from *Alternaria* and *Cladosporium* genera and pollen from *Populus* and *Quercus* species and correlate such levels with specific meteorological parameters. On the one hand, the results hereby obtained show that levels of both pollen and spores reached a maximum value during the February-June period, a critical period for the allergic disease due to the well-known allergenicity of these particular spores and pollen types in the spring season. On the other hand, we observed a positive correlation between air temperature values and levels of both spores types and the *Quercus* pollen type.

## **1.INTRODUCCIÓN**

### **1.1. La Aerobiología**

#### **1.1.1. Antecedentes Históricos**

Los conceptos aerobiológicos han sido utilizados por el hombre mucho antes de que se definiera la disciplina de la Aerobiología tal y como la conocemos hoy en día. Así, pensadores de todas épocas coincidían en que el aire podía traer enfermedades para hombres, animales y plantas.

El término “Aerobiología” propiamente dicho fue introducido por primera vez por el patólogo americano Fred Campbell Meier en 1930, quien la definió como “La ciencia de origen multidisciplinar que se ocupa del estudio de las esporas de hongos, granos de polen y bacterias presentes en la atmósfera” (Gregory 1973). A partir de ese momento, el término “Aerobiología” ha sido modificado a lo largo de los años, siempre ampliándose el concepto inicial establecido por Meier.

Hoy en día la Aerobiología es definida como la ciencia que estudia las partículas atmosféricas de origen biológico, su dispersión y su impacto sobre el medio ambiente y los organismos. Se trata de una ciencia multidisciplinar que incluye ciencias básicas y aplicadas, tales como la ecología, palinología, alergología, bioclimatología, etc. (Frenguelli, 1998).

#### **1.1.2. Aplicaciones de la Aerobiología**

Es en la Medicina, donde ha estado desde un principio fuertemente ligada, debido a que la presencia del polen y las esporas en el aire provoca la aparición de síntomas alérgicos (polinosis) entre la población. La alergia polínica es una de las enfermedades más molestas y persistentes entre las no fatales, estando relacionada, tanto con la presencia en el aire de determinados granos de polen y esporas, como la concentración de los mismos. La etiología de dichas afecciones se debe a determinadas sustancias, existentes en las estructuras de los propios granos de polen y esporas, capaces de desencadenar procesos anafilácticos en los pacientes con una capacidad de reacción específica alterada frente a las mismas.

Sin embargo, esta ciencia también es usada en estudios de impacto ambiental como un bioindicador para la detección de la desertización o el déficit de agua. También es utilizada como indicador de la producción agrícola, así como para predecir la presencia de esporas y granos de polen en el aire.

La Aerobiología también se considera una herramienta para el estudio del cambio climático, evidenciando la tendencia a una floración más temprana y a la variación de los estados fenológicos de muchas especies de plantas (Fernández-González *et al.*, 2005).

### **1.1.3. *Situación actual***

Un monitorizaje continuo de la atmósfera nos ofrece la posibilidad de obtener bases de datos diarios históricos de gran valor. Estas bases de datos están siendo cada vez más requeridas por investigadores en diferentes disciplinas de la biología. Por ello, numerosas instituciones, tanto nacionales como internacionales, han sido creadas en las últimas décadas para el estudio de la Aerobiología.

En España hasta hace relativamente poco tiempo, el número de estaciones de control aerobiológico eran escasas y con frecuencia los muestreos no eran continuados en el tiempo, sino que se efectuaban de una forma parcial y restringidos al periodo primaveral. Sin embargo, en los últimos años se ha experimentado un fuerte incremento en la creación de nuevas estaciones de muestreo. Así, podemos citar la Red Española de Aerobiología (REA), fundada en 1992 en Zuheros (Córdoba) con el objetivo de homogeneizar metodología, crear y coordinar una base común de datos aerobiológicos, así como buscar vías adecuadas y rápidas para la difusión de la información de cara a la sociedad y organismos sanitarios.

## **1.2. Polen y esporas**

### **1.2.1. *Generalidades del polen***

El grano de polen es la célula binucleada masculina de los Espermatozoides encargada de la reproducción. Se forma a partir de la meiosis

de las células madre en los sacos polínicos (microesporangios) de las anteras. Después de la meiosis, se obtiene un conjunto de cuatro granos de polen haploides que permanecen unidos hasta la maduración, etapa en la que normalmente se separan. Los granos de polen completan su desarrollo cuando, gracias a la dehiscencia de las anteras, son liberados y llegan hasta el estigma o primordio seminal donde se produce la fecundación. El grano de polen presenta una morfología característica que, por lo general, nos va a permitir identificar o conocer la planta de la cual proviene.

### ***1.2.2. Generalidades de las esporas***

Las esporas son la forma que tienen los hongos para propagarse o reproducirse y colonizar nuevos hábitats. Por esta razón, se pueden encontrar esporas de hongos en casi todos los lugares y ambientes. Estas esporas pueden tener un origen sexual o asexual, siendo este último uno de los sistemas más importantes que poseen los hongos para su propagación.

Las esporas pueden ser desde unicelulares hasta multicelulares pudiendo presentar en su interior una cavidad única o parecer compartimentada, mediante uno o más tabiques, dispuestos en sentido longitudinal, transversal o en ambos. La ornamentación de las esporas es un dato de suma utilidad en taxonomía de los hongos.

### ***1.2.3. Polinización***

Se denomina polinización al proceso que va desde que se produce la dehiscencia de la antera y el grano de polen sale al exterior hasta que dichos granos son depositados en el estigma de las Angiospermas, o en el primordio seminal de Gimnospermas. En función de cómo se transporte el grano de polen, distinguimos varios tipos de polinización: anemófila, zoófila e hidrófila

La baja probabilidad de que el polen transportado por el aire llegue al estigma apropiado para que se produzca la fecundación, ha sido compensado evolutivamente por un incremento en la producción de polen en las especies con polinización anemófila (Pacini, 1990) siendo estas las responsables, en

mayor medida, de las altas concentraciones polínicas que se registran en la atmósfera.

Las plantas anemófilas poseen ciertos rasgos asociados con la polinización por el viento:

- Flores carentes de néctar, de olor o de un perianto coloreado y son de pequeño tamaño.
- Los estilos y estigmas de las flores femeninas están muy agrandados para facilitar la captura del polen.
- Las flores masculinas se reúnen frecuentemente en inflorescencias que se agitan fácilmente por el viento.
- Algunas especies anemófilas poseen una floración temprana, muchas veces anterior al desarrollo del follaje, para impedir que éste obstruya la circulación del polen.
- El polen es producido en gran cantidad, para compensar la baja probabilidad de que un grano de polen entre en contacto con la superficie estigmática.
- El grano de polen presenta un tamaño pequeño, forma aerodinámica, es liso o polo ornamentado o bien está dotado de estructuras que favorecen la flotabilidad.

#### **1.2.4. Liberación y dispersión de las esporas**

La liberación es el proceso por el cual las partículas pasan desde la fuente de producción hasta la atmósfera. Los hongos poseen multitud de mecanismos para la descarga de sus esporas, pudiendo utilizar mecanismos tanto pasivos como activos. Normalmente las esporas se liberan gracias a procesos biológicos y físicos, pudiendo caer por acción de la gravedad a las corrientes de aire, ya que las esporas no están adheridas a la superficie del hongo que las genera.

Las esporas son transportadas y dispersadas por diferentes mecanismos como pueden ser: las corrientes de aire, la lluvia, los animales o los insectos. En la mayor parte de los casos el transporte depende de la dinámica

atmosférica como, por ejemplo: los cambios de presión provocados en la troposfera.

### **1.3. Justificación**

Actualmente, uno de los temas en los que la ciencia centra su atención es la calidad del aire que respiramos. Tanto los granos de polen de las plantas anemófilas como las esporas de los hongos, al ser células encargadas de la reproducción, están presentes en la atmósfera a lo largo de todo el año, alcanzando niveles de concentración muy altos en determinadas épocas.

El conocimiento de estos agentes aerotransportados tiene una gran importancia ya que permite obtener información sobre la biodiversidad de un área de estudio, así como conocer la variación anual o estacional de estos agentes. A esto habría que añadir que muchos de estos agentes son responsables de diferentes patologías tanto en animales como en vegetales, además de producir distintos tipos de alergias en la población, con los consiguientes problemas de salud que ocasionan.

Con este trabajo se pretende llevar a cabo un estudio de las pautas de comportamiento aerobiológico de algunos de los pólenes y esporas presentes en la atmósfera de la ciudad de Jaén, en concreto se trata de los siguientes géneros: *Quercus* y *Populus* como para el estudio del polen y *Alternaria* y *Cladosporium* en el caso de las esporas.

### **1.4. Objetivos**

Los objetivos propuestos en este estudio han sido:

1. Estudio del comportamiento estacional e intradiario de los diferentes granos de polen pertenecientes a los géneros *Populus* y *Quercus*.
2. Estudio del comportamiento estacional e intradiario en el aire de las esporas producidas por las especies pertenecientes a los géneros *Alternaria* y *Cladosporium*.
3. Comparar la variación interanual, periodo 2012-2013, para los dos tipos polínicos estudiados

4. Analizar la relación que existe entre los parámetros meteorológicos y el comportamiento aerobiológico de los pólenes y esporas mencionados anteriormente.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. Área de estudio

La ciudad de Jaén, situada al sureste de la Península Ibérica, posee una extensión de 13.498 km<sup>2</sup>. Desde el punto de vista climático, Jaén es una provincia con una temperatura media anual de 15.82 °C, correspondiendo la media mensual más alta a los meses de verano y siendo el mes más frío enero. Las temperaturas absolutas difícilmente bajan de los cero grados y llegan a superar los cuarenta grados en los días más calurosos del verano. La precipitación media anual está entre los 500 y 700 mm, repartida entre 75 y 100 días de lluvia de media anual. Esta región tiene entre 4 y 5 meses de periodo seco con tan sólo unos pocos días de heladas (de 2 a 20 días) y excepcionalmente nieva en esta zona.



Figura 1. Mapa de localización de la provincia de Jaén

### 2.2. Tipos polínicos y esporas estudiadas

Los tipos polínicos estudiados en este trabajo fueron los de *Populus* y *Quercus*. Respecto a las esporas, han sido incluidas en este estudio las de *Alternaria* y *Cladosporium*.

### **2.3. Periodo de estudio**

Para el estudio de la variación intradiaria y estacional del polen del género *Quercus* y *Populus* se han utilizado los datos pertenecientes a los años 2012 y 2013. Mientras que el estudio del comportamiento aerobiológico de las esporas de *Alternaria* y *Cladosporium* se ha llevado a cabo durante los meses invernales del año 2013.

### **2.4. Datos meteorológicos**

Los parámetros meteorológicos son de vital importancia a la hora de analizar las concentraciones de polen y esporas en el aire. En este estudio se han tenido en cuenta las siguientes variables meteorológicas:

- Temperatura media
- Precipitación
- Humedad relativa
- Velocidad del viento

Los datos meteorológicos empleados en este estudio han sido obtenidos del registro histórico perteneciente a la estación agroclimática de la Junta de Andalucía. Esta estación se encuentra ubicada en la ciudad de Jaén.

### **2.5. Muestreo aerobiológico**

#### **2.5.1. Tipo de muestreador**

Para llevar a cabo el muestreo tanto de polen como de esporas, se ha utilizado un captador de partículas volumétrico por succión, basado en el principio del impacto (Hirst, 1952) (Figura 2). Este muestreador consta de las siguientes unidades:

- La unidad de impacto: posee un orificio de entrada de 14 x 12 mm, y un soporte circular o tambor. Sobre el tambor se colocará una cinta

transparente de Melinex impregnada de una sustancia adhesiva sobre la cual impactarán y quedarán retenidas todas las partículas que contenga el aire aspirado. El tambor gira a razón de 2 mm cada hora, lo que permite un muestreo continuo y la obtención de datos horarios.

- La veleta: se encuentra situada en el exterior de la estructura y permite mantener el orificio de entrada en la dirección del viento dominante.
- La bomba de vacío: permite la succión de un volumen de aire conocido. En este caso, el caudal de succión se fijó en 10 litros/min, similar al volumen de inhalación de aire por el pulmón humano.

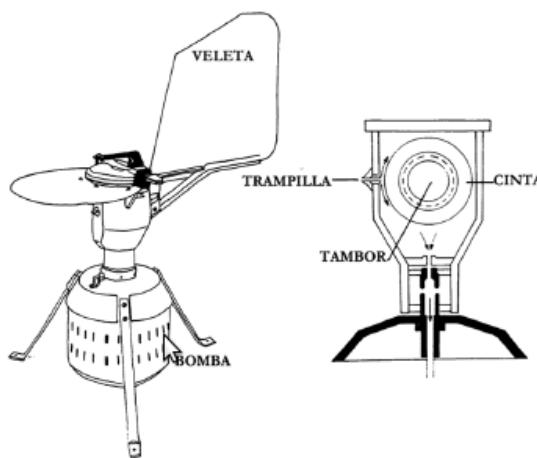


Figura 2. Medidor volumétrico tipo Hirst (Hirst, 1952). Unidad de impacto

### **2.5.2. Localización del muestreador**

El muestreador de partículas aerobiológicas se localiza en la terraza del edificio A-2 de la Universidad de Jaén. Su instalación cumple las normas de ubicación propuestas por la Red Española de Aerobiología.

### **2.5.3. Toma de muestras**

En primer lugar, se ha preparado en el laboratorio el tambor con la cinta impregnada en el adhesivo que permitirá que las partículas biológicas queden adheridas a la misma (Imagen 1). Posteriormente, la pieza ha sido transportada hacia el lugar donde se encuentra ubicado el muestreador, protegido en un recipiente cerrado herméticamente para evitar su contaminación, y ha sido introducido en el muestreador. El tambor es capaz de obtener registros de los 7

días de la semana, transcurrido este tiempo, la cinta será sustituida por otra siguiendo el mismo procedimiento.



Imagen 1. Aplicación del fluido adherente sobre la cinta de Melinex dispuesta sobre el tambor.  
(Galán *et al.* 2007)

#### **2.5.4. Preparación de las muestras**

El montaje de las muestras se ha llevado a cabo siguiendo la metodología propuesta por la Red Española de Aerobiología (R.E.A) a la que pertenece la estación de monitorizaje aerobiológico de Jaén (Galán *et al.*, 2007). Se utilizaron para este proceso los siguientes elementos (Imagen 2):

- Papel secante de laboratorio: para proteger la superficie de trabajo.
- Regla de metacrilato: el captador de Hirst permite que la muestra se desplace a razón de 2mm cada hora. La regla de metacrilato lleva incorporada varias separaciones a modo de hendidura cada 48 mm, de esta manera se podrá separar fácilmente la cinta de Melinex en fracciones correspondientes a 24h de muestreo continuado. La separación de los fragmentos se llevó a cabo con la ayuda de un cúter, obteniéndose siete trozos correspondientes a los siete días de la semana.

- Portaobjetos para microscopio: cada fragmento de 48mm de cinta obtenido en el paso anterior y correspondiente a 24 horas de muestreo se colocó sobre un portaobjetos. Cada portaobjetos fue identificado con una etiqueta adhesiva en la que se anotó la fecha del día correspondiente al muestreo realizado.
- Glicerogelatina teñida con fucsina: esta sustancia ha sido utilizada para el montaje de las muestras. Está compuesta por 50ml de glicerina, 7g de gelatina, 1g de fenol y una pequeña cantidad de fucsina básica diluidos en 42ml de agua destilada. Es un medio compatible con la sustancia adherente que ha sido utilizada, permite un almacenamiento de larga duración de las muestras y facilita el recuento de los granos de polen ya que esta tinción es específica para el material vegetal. Una vez preparado el medio, se añaden unas gotas sobre el porta que contiene la muestra, se coloca un cubreobjetos evitando que queden burbujas de aire ya que dificultarían la visualización del polen y las esporas al microscopio y se deja unos minutos hasta que solidifique el medio. Posteriormente, se eliminan los restos de gelatina con alcohol.
- Medio de sellado: tras limpiar los restos de gelatina, aplicamos una capa de laca-esmalte transparente por los bordes del cubreobjetos de manera que la muestra quede sellada y pueda conservarse durante largos períodos de tiempo.



Imagen 2. Elementos necesarios para el montaje de muestras

### **2.5.5. Análisis de las muestras**

Una vez preparadas las muestras se llevó a cabo el recuento del polen y las esporas según la metodología utilizada en la REA (Galán *et al.* 2007).

Para dicho recuento se utilizó un microscopio óptico con un aumento de 40x10. En cada muestra, se realizaron dos barridos horizontales a lo largo de toda la preparación anotando el número de granos de polen y esporas observadas en unas hojas de recuento diseñadas para tal fin.

Para conocer la variación intradiaria se utilizó una rejilla de acetato marcada con 24 divisiones transversales separadas por 2mm, teniendo en cuenta que la cinta gira 2mm por hora, cada división transversal se corresponderá con una hora completa. Esta rejilla se colocará debajo del porta y de esta manera se puede contar el número de granos de polen y esporas presentes a lo largo de las diferentes horas del día (Imagen 3).



Imagen 3. Disposición de rejilla de acetato bajo el portaobjetos correspondiente a una muestra diaria (Galán *et al.* 2007)

## **2.6. Tratamiento de los datos**

### **2.6.1. Manejo de los datos**

Los datos obtenidos se anotaron en hojas destinadas para tal fin y a continuación se exportaron a una hoja de cálculo para la aplicación posterior de los análisis estadísticos.

### **2.6.2. Cálculo del Periodo de Polinización Principal (PPP)**

El periodo de polinización principal (PPP) es el periodo de tiempo donde se concentra el porcentaje más representativo del proceso de liberación de polen al aire desde la fuente productora (taxón vegetal). El objetivo del cálculo del PPP es eliminar aquéllos días en los que los niveles de polen o esporas son mínimos o nulos, y pueden ocasionar dificultad o error a la hora de relacionar los datos diarios con los parámetros meteorológicos.

El PPP ha sido determinado mediante el método denominado acumulativo o método de los sumatorios.

### **2.6.3. Variación estacional**

Para conocer la variación estacional del polen y las esporas se han elaborado gráficas de las concentraciones medias diarias para cada año de estudio, expresando en el eje de ordenadas el nº de pólenes/m<sup>3</sup> o de esporas/m<sup>3</sup> y en el eje de abscisas los días del año. También se han elaborado gráficas para el estudio de la influencia de los parámetros meteorológicos

### **2.6.4. Variación intradiaria**

Con el fin de conocer la evolución de las partículas biológicas durante las 24 horas del día se han elaborado patrones de variación intradiaria. La elaboración de dichos patrones se ha llevado a cabo de la siguiente forma: una vez que conocemos el PPP de cada taxón, se seleccionan los días exentos de precipitaciones, cuya concentración media diaria es igual o superior a la concentración media estacional, a continuación se elaboran matrices cuyas filas están integradas por los días que han cumplido el requisito anterior y las columnas por las concentraciones horarias, posteriormente expresamos en porcentajes la suma total de cada intervalo horario. Finalmente se lleva a cabo la representación gráfica de las horas del día y su correspondiente porcentaje de concentración.

## **2.6.5. Estudio estadístico**

Los análisis estadísticos se han efectuado utilizando el paquete Statistica 7.0. Todos los datos fueron sometidos a un análisis de normalidad para comprobar si éstos se ajustaban o no a este tipo de distribución.

Para determinar la posible influencia que ejercen los parámetros meteorológicos sobre la concentración de polen y esporas presentes en el aire, se hicieron análisis estadísticos de correlación entre la concentración diaria de cada tipo de polen y espora y los valores de los diferentes parámetros meteorológicos.

Los tests estadísticos utilizados fueron los siguientes:

- Kolmorov-Smirnov y Shapiro Wilk test: ambos test se han utilizado para comprobar la normalidad de los datos y establecer el tipo de análisis conveniente.
- Spearman Rank R: test-no paramétrico, nos permite conocer si existe alguna relación entre las concentraciones de esporas y polen y las distintas variables meteorológicas.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. POPULUS

##### 3.1.1. Características generales

El género *Populus* pertenece a la familia de las salicáceas y comprende numerosas especies distribuidas fundamentalmente por las regiones templadas del Hemisferio Norte. En nuestro territorio están muy extendidas las especies autóctonas. Las especies más frecuentes en nuestro territorio son *P. alba L.* (álamo blanco), *P. nigra L.* (álamo negro). Se encuentran naturalizados o cultivados para la producción de madera. Son también muy utilizados como ornamentales en parques, en jardinería, paseos y carreteras.

Se trata de grandes árboles caducifolios, dioicos, con troncos cilíndricos y copa alargada, muy ramificada (Imagen 4). Sus flores son desnudas y cortamente pediceladas. Su periodo de floración está comprendido entre los meses de febrero y abril, todas las especies tienen polinización anemófila.



Imagen 4. Género Populus

### **3.1.1.1. Morfología polínica**

El polen es inaperturado, circular y radiosimétrico con un tamaño de pequeño a mediano, de 22 a 31 micrómetros de diámetro (Imagen 5).

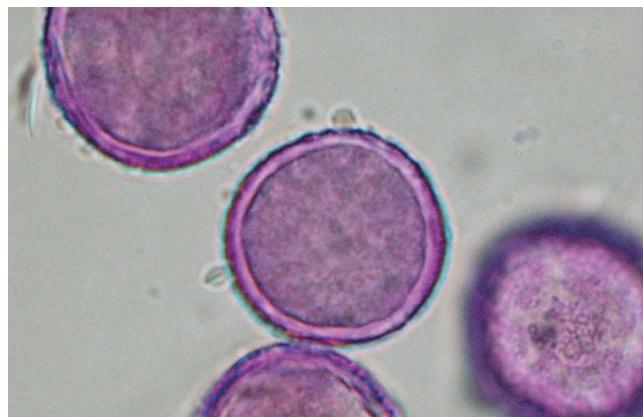


Imagen 5. Polen *Populus* visto al microscopio óptico

### **3.1.1.2. Alergenicidad**

La capacidad alergénica también ha sido reconocida por diferentes investigadores como Eriksson (1978) y Domínguez et al. (1984). También se han descrito casos de reactividad cruzada con *Salix*.

## **3.1.2. Variación estacional**

La estación polínica de *Populus* en el año 2012 se caracteriza por ser muy corta ya que su desarrollo está comprendido entre la segunda quincena de febrero y el mes de marzo con una duración de 33 días. Sin embargo, en el año 2013, la estación polínica tiene una mayor duración, 60 días, comenzando en la primera quincena de febrero y extendiéndose hasta el mes de abril (Figura 3). Los valores máximos diarios se han registrado en el mes de marzo para el año 2012 y en el mes de abril para el 2013 (Tabla 1).

Por otro lado, en la Figura 4 se puede observar cómo altos niveles de precipitaciones disminuyen las concentraciones de polen en la atmósfera ya que impiden la floración de las especies

Respecto al total anual, las concentraciones que ha alcanzado este polen en la atmósfera de Jaén son mayores en el 2013 con 566 granos/m<sup>3</sup> aire frente a los 280 granos/m<sup>3</sup> del año 2012.

	ESTACIÓN POLÍNICA			VALORES MÁXIMOS	
Año	Fecha inicio/fin	Días	Total (polen/m <sup>3</sup> aire)	Día pico	Granos/m <sup>3</sup>
2012	24 Feb. - 28 Mar.	33	280	20 Mar.	30
2013	6 Feb. - 6 abr.	60	566	19 Feb.	51

Tabla 1. Resultados obtenidos para los registros del tipo polínico *Populus*

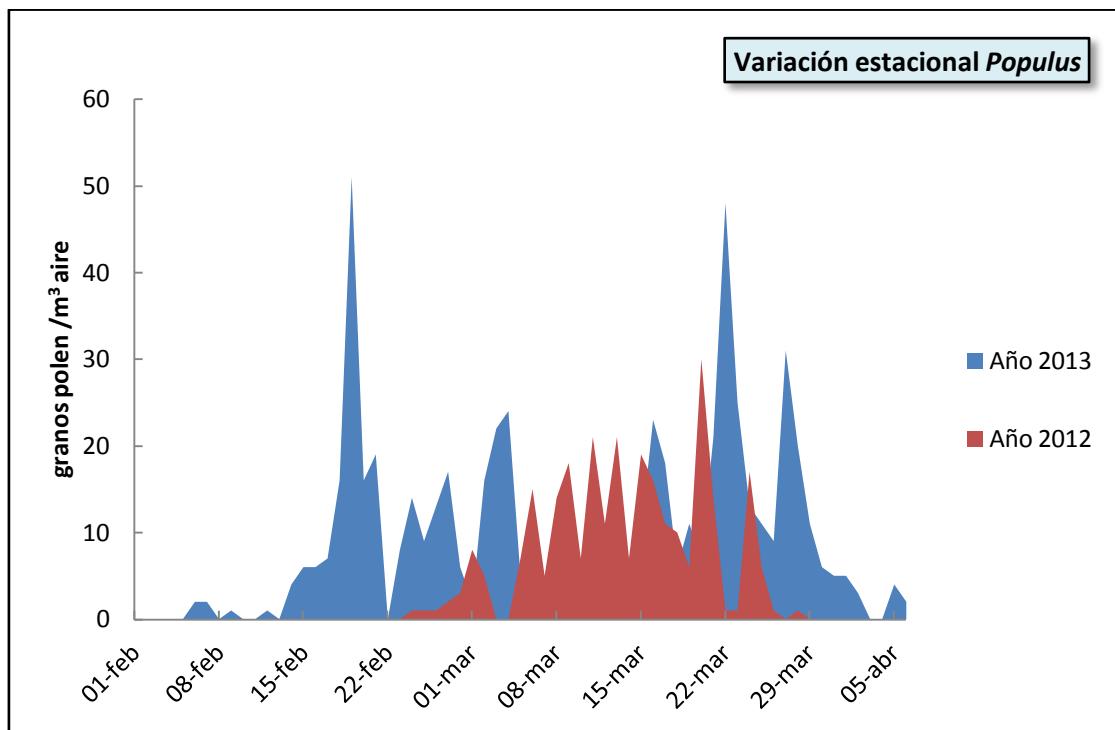


Figura 3. Modelo de variación estacional del polen de *Populus* para cada año estudiado

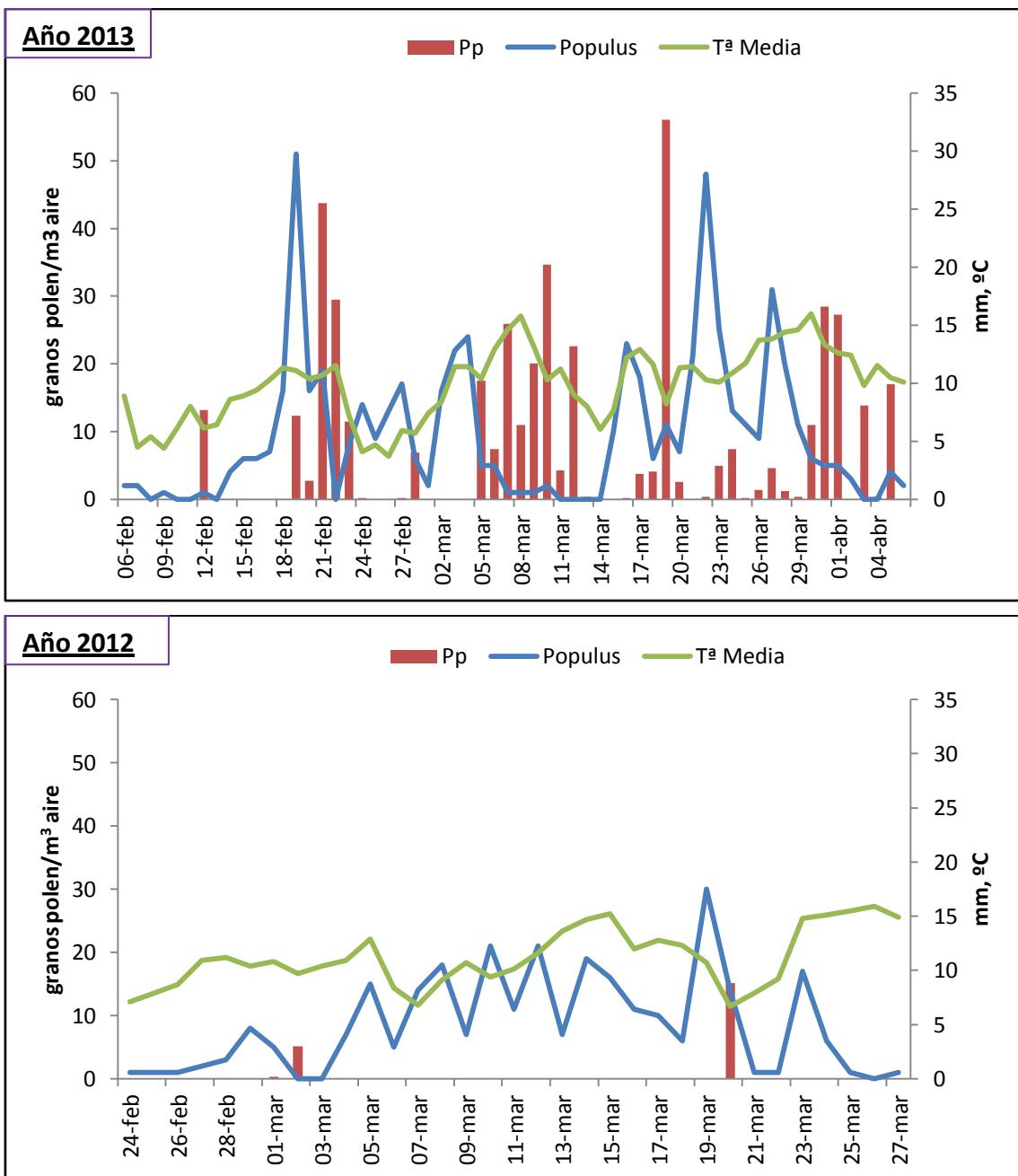


Figura 4. Correlación con parámetros meteorológicos para cada año estudiado

### 3.1.3. Variación intradiaria

Los patrones intradiarios de *Populus* se caracterizan por presentar varios picos de máximas concentraciones durante las 24h del día. Las máximas concentraciones se aprecian de 17:00-23:00 horas. Los mínimos horarios registran concentraciones de 0,6% mientras que los máximos del 11,44%, resultando un modelo heterogéneo (Figura 5).

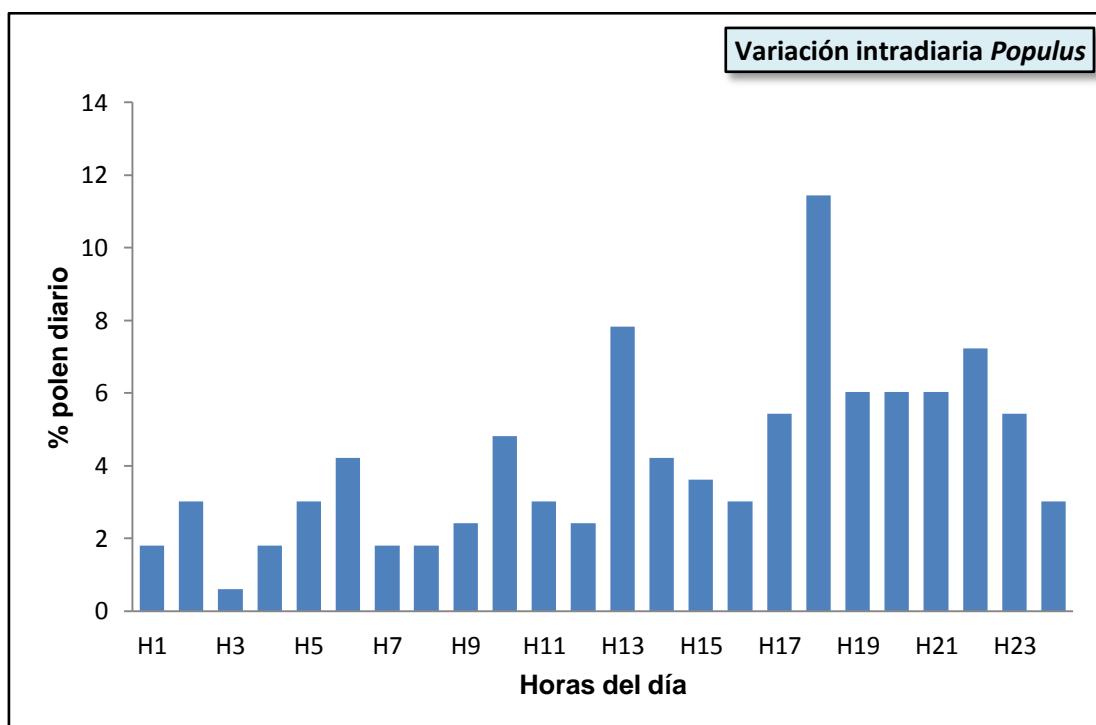


Figura 5. Modelo de variación intradiaria del polen de *Populus*, representa la media para toro el periodo analizado

### 3.1.4. Correlación con parámetros meteorológicos

Tras el análisis estadístico de los datos mediante los test de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk se comprobó la no normalidad de los mismos. Por ello, se ha elegido para la analizar la correlación con parámetros meteorológicos un test no paramétrico, en concreto el test de Spearman. Éste muestra que no existe correlación significativa entre las variables meteorológicas y las concentraciones de *Populus* en la atmósfera (Tabla 2).

Variable	Spearman Rank Order Correlations (populus 2012)				
	MD pairwise deleted				
	Marked correlations are significant at p < ,05000				
Populus	Populus	Pp	Tº Media	Humed	Vel Viento
Populus	1,000000	-0,044514	0,196075	-0,053268	-0,129658

Tabla 2. Test de Spearman entre las Concentraciones de *Populus* durante los años 2012 y 2013 y las variables meteorológicas. Valores en negro muestran que no existe correlación significativa

### **3.2. QUERCUS**

#### **3.2.1. Características generales**

El género *Quercus*, perteneciente a la familia de las fagáceas, incluye especies que forman bosques ampliamente extendidos en Eurasia y América. Varias de las especies que lo componen se hallan muy bien representadas, tanto en la Península Ibérica como en nuestra provincia, dando entidad al paisaje mediterráneo. En este sentido, las especies más abundantes en nuestro territorio son: *Q. rotundifolia* Lam., que constituye el estado arbóreo de los encinares, desarrollados tanto en suelos básicos como silíceos, de los pisos bioclimáticos termo al supramediterráneo; *Q. faginea* Lam. Que forma parte de la faciación húmeda de los encinares mesomediterráneos, localizados en vaguadas y lugares umbríos, no constituyendo bosques monoespecíficos; *Q. coccifera* L. que forman bosquetes en los territorios más xéricos de la provincia y componen las etapas de sustitución de los primeros. De forma más localizada encontramos sobre sustratos silíceos de Sierra Morena, formaciones de *Q. suber* L. en zonas de ombroclima subhúmedo-húmedo y pequeños bosquetes de *Q.pyrenaica* Willd.

Las floraciones de las diversas especies de *Quercus*, se suceden desde finales del mes de febrero hasta finales de mayo o principios de junio según las diferentes especies y áreas geográficas. La polinización es anemófila (Imagen 6).



Imagen 6. Género *Quercus*

### **3.2.1.1. Morfología polínica**

Polén zonocolporado, isopolar con simetría radial y un tamaño variable, de pequeño a mediano (10-50 1.1m de diámetro) (Imagen 7).



Imagen 7. Polen de *Quercus* visto al microscopio óptico

### **3.2.1.2. Alergenicidad**

El polen de diversas especies de *Quercus* ha sido citado como alergógeno por distintos autores como Sáenz (1978) y Domínguez Vilches et al. (1984). En general, las personas que sufren problemas de polinosis a este taxón suelen presentar un período largo de desconfort debido a que existe reactividad cruzada con el polen de otras especies del mismo género, con el de especies de géneros emparentados como *Betula* y *Castanea*, y con el de gramíneas (Eriksson, 978; Fernández Caldas et al., 1989)

### **3.2.2. Variación estacional**

El período de polinización principal de *Quercus*, con una media de 83 días, se ha desarrollado de forma estable a lo largo del período estudiado, iniciándose generalmente en marzo y finalizando en junio (Tabla 2) (Figura 6). Los valores máximo diarios han sido muy elevados (527-582 granos/m<sup>3</sup>aire) lográndose en el mes de mayo para el 2012 y en el mes de junio para 2013.

Con respecto a las concentraciones totales, han sido muy elevadas tanto en el año 2012 como en el 2013 (5578-5212 granos/m<sup>3</sup>aire).

En la figura 7 se puede observar que existe una relación positiva entre la temperatura y la concentración de polen. Un aumento de la temperatura favorece el aumento de la concentración de *Quercus* en la atmósfera. Esta relación se confirma con el test de Spearman.

	ESTACIÓN POLÍNICA			VALORES MÁXIMOS	
Año	Fecha inicio/fin	Días	Total (n <sup>a</sup> polen/m <sup>3</sup> aire)	Día pico	Granos/m <sup>3</sup>
<b>2012</b>	19 Mar. - 15 Jun.	89	5578	14 May.	527
<b>2013</b>	22 Mar. - 7 Jun.	78	5212	22 Abr.	582

Tabla 3. Resultados obtenidos para los registros del tipo polínico *Quercus*

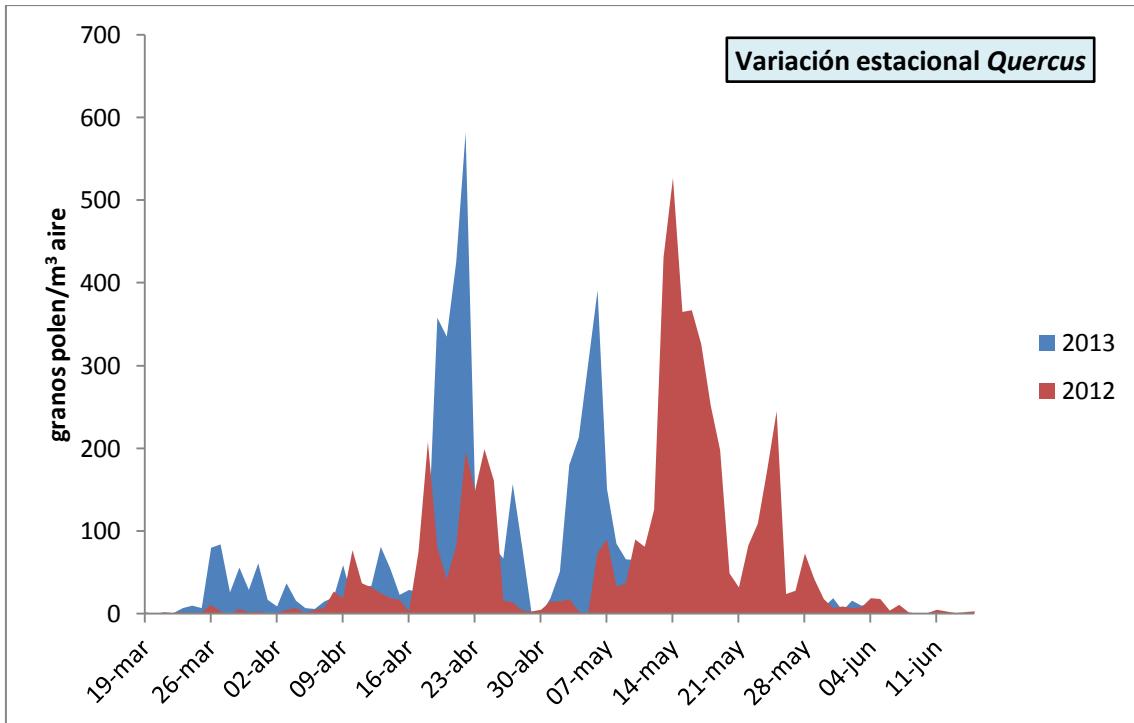


Figura 6. Modelo de variación estacional del polen de *Quercus* para cada año estudiado

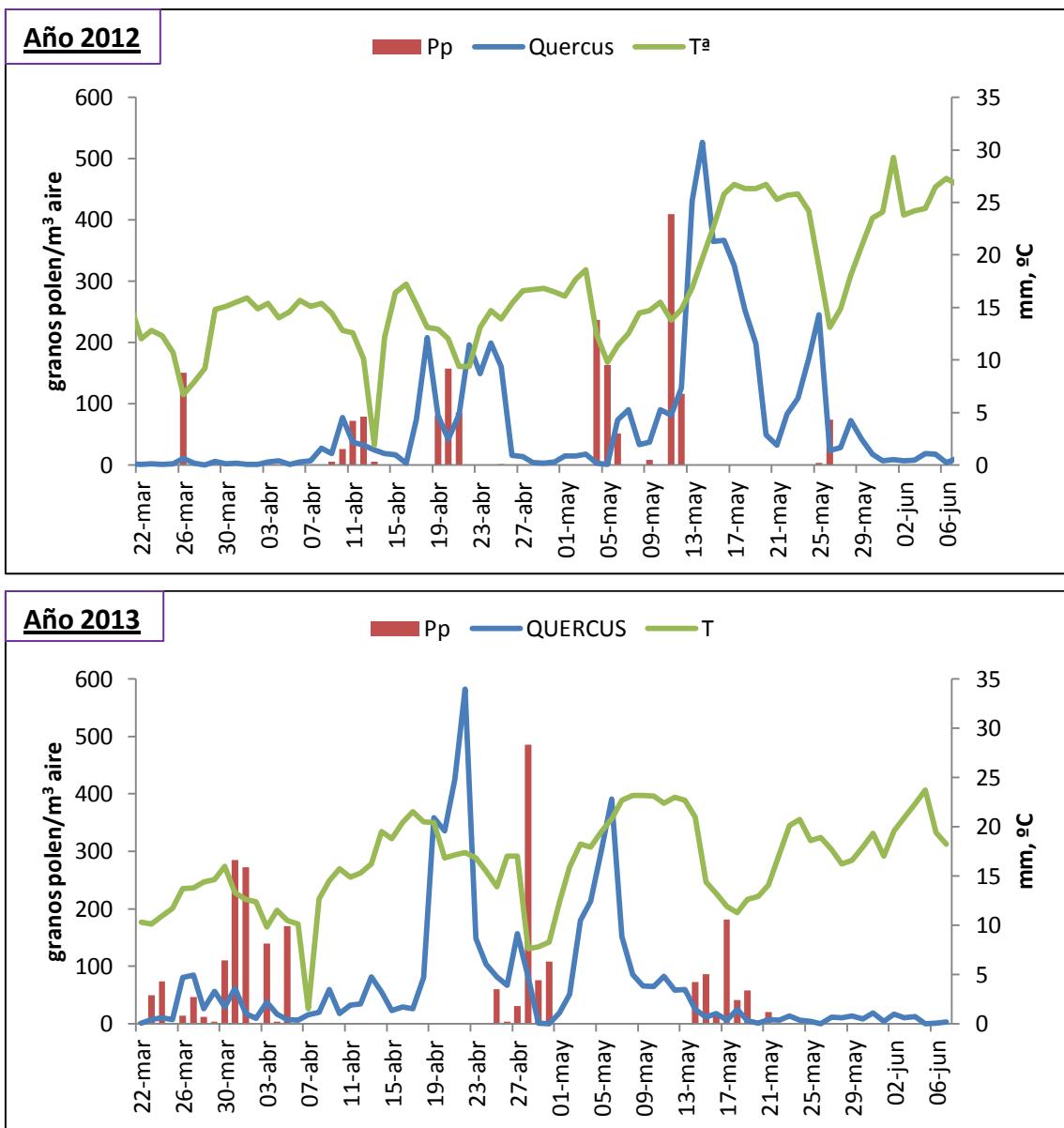


Figura 7. Correlación con parámetros meteorológicos para cada año estudiado

### 3.2.3. Variación intradiaria

El patrón de variación intradiaria de *Quercus* se caracteriza por ser irregular con diferencias entre el valor máximo y mínimo horario, que han oscilado entre el 4,6% y el 7,6%.

El modelo de evolución media refleja como este polen está presente en la atmósfera durante las 24 horas del día con niveles similares. En la gráfica se observan concentraciones más bajas durante las horas centrales del día. (Figura 8).

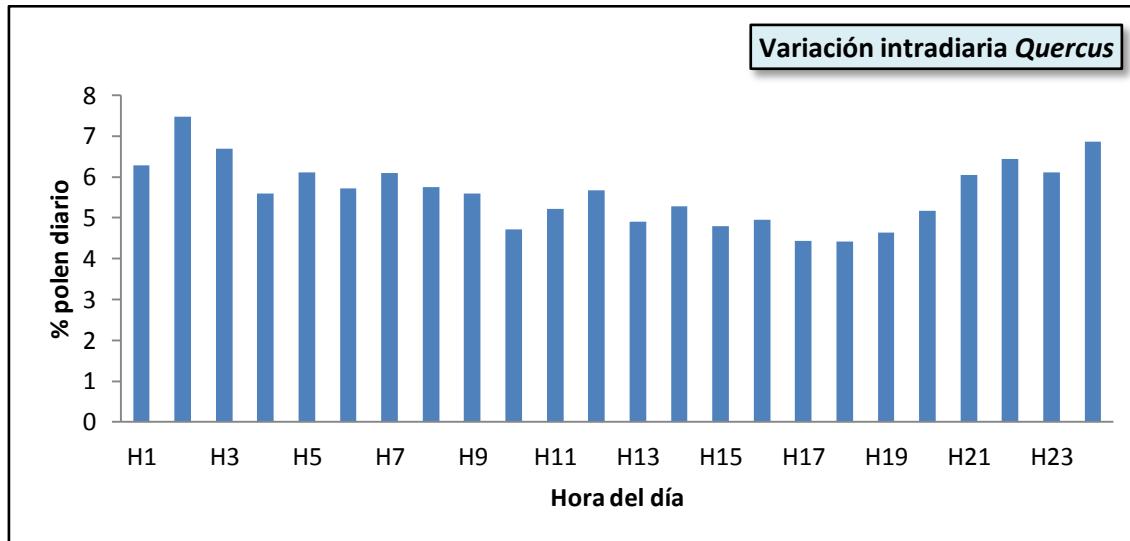


Figura 8. Modelo de variación intradiaria del polen de *Quercus*, representa la media para toro el periodo analizado

### 3.2.4. Correlación con los parámetros meteorológicos

Tras el análisis estadístico de los datos mediante los test de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk se comprobó la no normalidad de los mismos. Por ello, se ha elegido para la analizar la correlación con parámetros meteorológicos un test no paramétrico, en concreto el test de Spearman. Éste muestra que existe correlación positiva entre la temperatura y las concentraciones de *Quercus* en la atmósfera mientras que para el resto de parámetros no se ha observado ninguna correlación significativa con los niveles de *Quercus* en el aire (Tabla 4).

Variable	Spearman Rank Order Correlations (quercus 2012)				
	MD pairwise deleted				
	Marked correlations are significant at p < ,05000				
Quercus	Quercus	Pp	T°	Humed	VelViento
Quercus	1,000000	-0,026459	0,379070	-0,009587	-0,057853

Tabla 4. Test de Spearman entre las Concentraciones de *Quercus* durante los años 2012 y 2013 y las variables meteorológicas. Valores en rojo muestran una correlación significativa.

### **3.3. ALTERNARIA**

#### **3.3.1. Características generales**

Este taxón incluye unas 50 especies de distribución cosmopolita, la mayoría de ellos son fitopatógenos importantes sobre plantas de interés agrícola pertenecientes a la familia de las solanáceas, crucíferas, cucurbitáceas, etc., y otras, y otras se encuentran como saprobios sobre partes muertas o marcescentes en plantas. Algunas especies tienen capacidad para degradar numerosos substratos, es por ello que son ubiquistas, cosmopolitas y muy abundantes.

##### **3.3.1.1. Morfología de los conidios**

Los conidios de *Alternaria* tienen una forma de maza muy característica con un corto o largo apéndice que diferencia a unas especies de otras. Los conidios son pigmentados y pluricelulares, con septos longitudinales y oblicuos. Con mucha frecuencia se producen en cadenas aunque normalmente aparecen solitarios. El tamaño es grande oscilando entre 30-120 micrómetros (Imagen 8).



Imagen 8. Conidios de *Alternaria*

##### **3.3.1.2. Alergenicidad**

Este género ha sido descrito como la principal causa de alergias respiratorias en la mayor parte del mundo.

### 3.3.2. Variación estacional

A lo largo de todo el periodo estudiado se ha observado que los conidios de *Alternaria* aparecen ininterrumpidamente en la atmósfera de Jaén. La evolución de los conidios de este género a lo largo de los tres meses de estudio se representó en la Figura 7. La cantidad total de esporas obtenidas durante los tres meses fue de 410 esporas/m<sup>3</sup> aire. El día pico se presentó en marzo con 26 esporas/m<sup>3</sup> (Tabla 3).

Durante los meses de invierno, *Alternaria* se ha presentado en concentraciones bajas mientras que en Marzo se ha observado un notable aumento de la misma.

	PERIODO DE ESTUDIO			VALORES MÁXIMOS	
Año	Fecha inicio/fin	Meses	Total (esporas/m <sup>3</sup> aire)	Día pico	Esporas/m <sup>3</sup>
2012	1 Ene – 31 Mar	3	410	11 Mar	26

Tabla 5. Resultados obtenidos para los registros de esporas de *Alternaria*

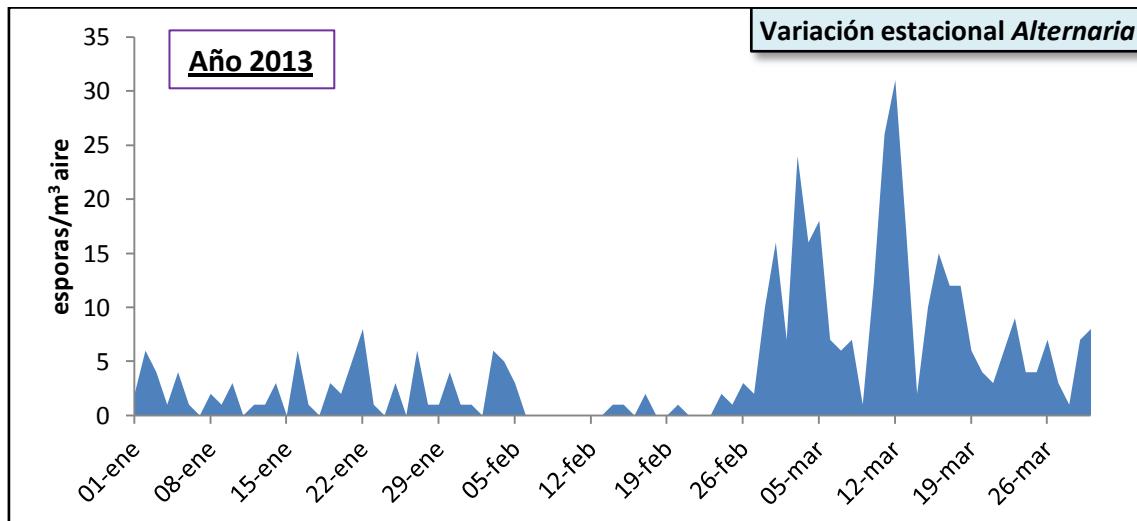


Figura 7. Modelo de variación estacional de esporas durante el periodo invernal para *Alternaria*

Parámetros meteorológicos como la temperatura media parecen influir positivamente sobre los niveles de esporas registrados en la atmósfera (Figura 8). Esta relación se confirma con el test de Spearman que muestra que existe una correlación positiva entre la temperatura y la concentración de esporas de *Alternaria* en la atmósfera (Tabla 6).

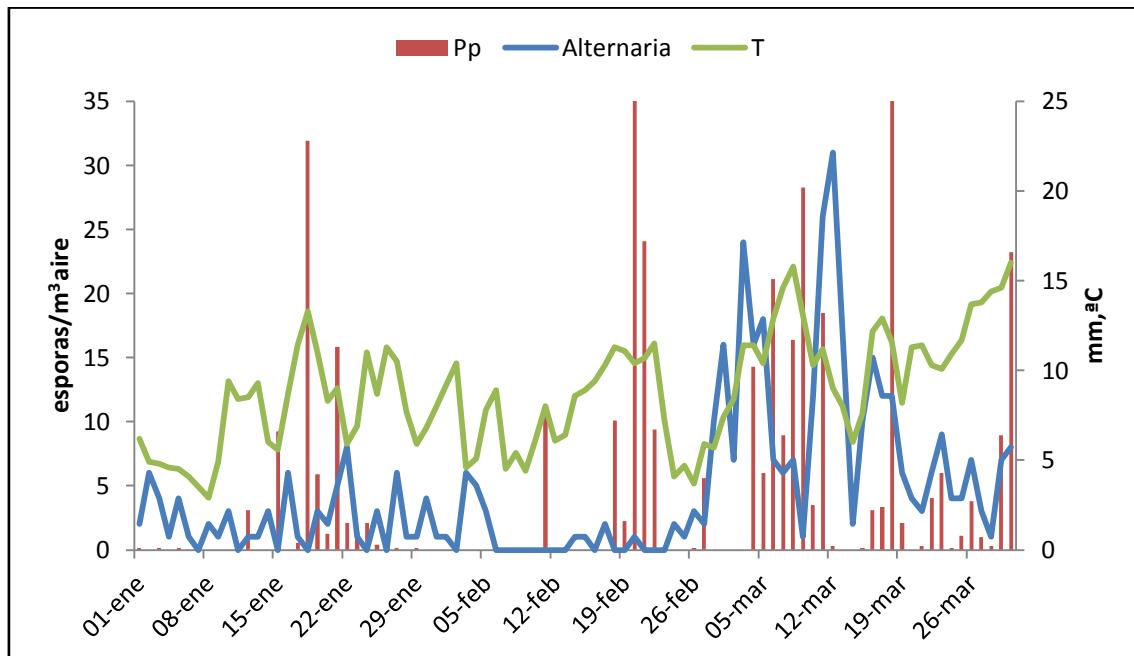


Figura 8. Correlación con los parámetros meteorológicos

### 3.3.3. Variación intradiaria

En la Figura 9 se aprecia una gran heterogeneidad en el patrón intradiario de *Alternaria* presentando numerosas fluctuaciones a lo largo de las 24 horas del día.

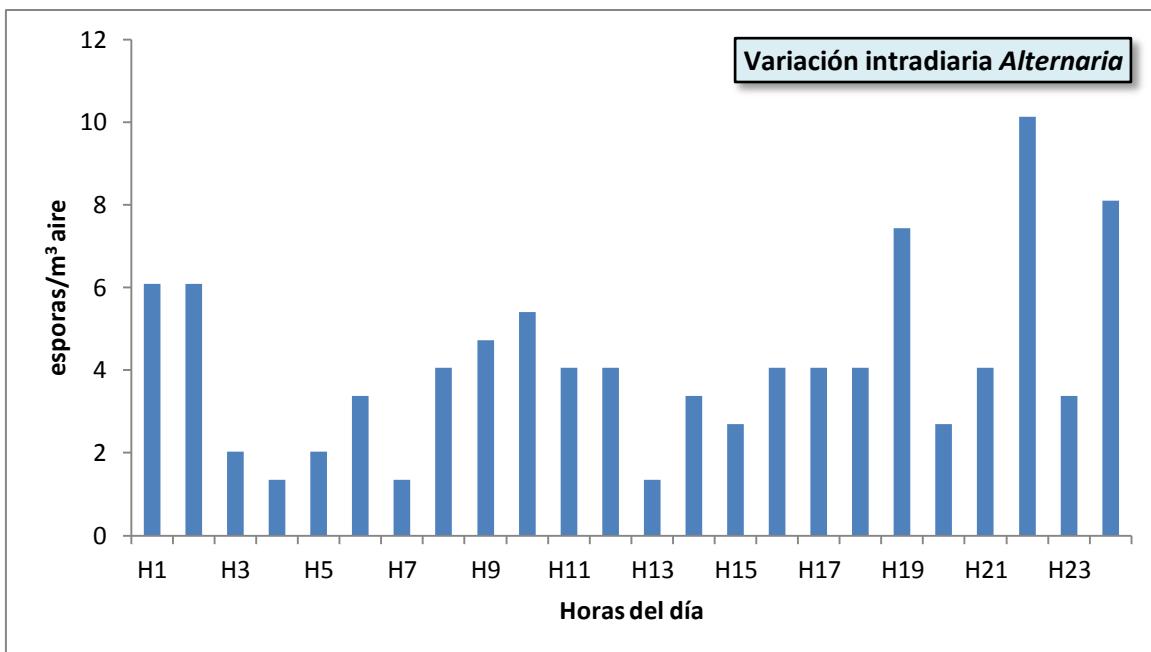


Figura 9. Modelo de variación intradiaria de *Alternaria*

### 3.3.4. Correlación con parámetros meteorológicos

Tras el análisis estadístico de los datos mediante los test de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk se comprobó la no normalidad de los mismos. Por ello, se ha elegido para la analizar la correlación con parámetros meteorológicos un test no paramétrico, en concreto el test de Spearman que muestra que existe una correlación positiva entre la temperatura y la concentración de esporas de *Alternaria* en la atmósfera (Tabla 6).

Variable	Spearman Rank Order Correlations (Alternaria)				
	Alternaria	Pp	T	VelViento	Humedad
Alternaria	1,000000	0,161861	0,236415	0,150033	-0,059873

Tabla 6. Test de Spearman entre las Concentraciones de *Alternaria* durante el año 2013 y las variables meteorológicas. Valores en negro rojo muestran una correlación significativa

### **3.4. CLADOSPORIUM**

#### **3.4.1. Características generales**

Se incluyen en este grupo los conidios del género *Cladosporium* perteneciente a la clase *Deuteromycetes*. Este taxón comprende unas 500 especies que generalmente pueden vivir sobre una gran variedad de substratos (suelo, papel, textiles, madera, pinturas, lana, semillas, restos vegetales, etc., de ahí que su presencia en el aire sea tan elevada. Es un género de distribución cosmopolita, siendo uno de los taxones más aislado y abundante en los recuentos aerobiológicos de todo el mundo. Es ampliamente citado como productor de asma y esporosis, e incluso algunas de sus especies actúan como oportunistas y son capaces de intervenir en ciertos procesos micóticos pulmonares, atacar la piel, producir cromoblastomicosis y lesiones neurotrópicas.

#### **3.4.1.1. Morfología de los conidios**

Los conidios de *Cladosporium* pueden aparecer encadenados o solitarios y poseen un tamaño aproximado de 3-7 x 2-4 micras. Pueden ser de forma variada (elipsoidales, limoniformes, oblongos, esféricos, subesféricos, fusiformes), con una cicatriz en la base y pueden ser unicelulares o poseer 1-3 septos transversales; poseen pared lisa, verrugosa o equinada, hialina a pigmentada, de color oliváceo a marrón oscuro

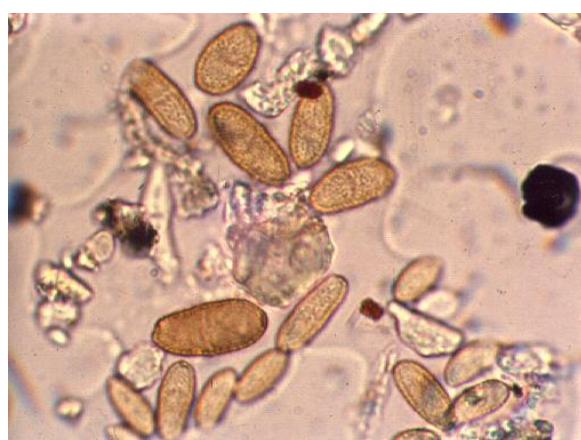


Figura 9. Conidios de *Cladosporium*

### 3.4.1.2. Alergenicidad

El mayor interés por estos hongos, desde el punto de vista sanitario, viene dado por la capacidad alergógena de sus conidios, que pueden alcanzar en la atmósfera concentraciones muy altas.

### 3.4.2. Variación estacional

Los conidios de *Cladosporium* aparecen ininterrumpidamente durante todo el periodo invernal, presentándose en concentraciones muy abundantes siendo el número total de esporas durante los tres meses de muestreo de 4760 conidios/m<sup>3</sup> aire, con un pico que aparece a finales de marzo con 272 esporas/m<sup>3</sup> (Tabla 4). Por otro lado, en la Figura 10 se puede observar cómo la concentración de conidios aumenta notablemente en el mes de marzo con respecto a los meses anteriores.

	PERIODO DE ESTUDIO			VALORES MÁXIMOS	
Año	Fecha inicio/fin	Meses	Total (esporas/m <sup>3</sup> aire)	Día pico	Esporas/m <sup>3</sup>
2012	1 Ene – 31 Mar	3	4760	30 Mar	272

Tabla 7. Resultados obtenidos para los registros de esporas de *Cladosporium*

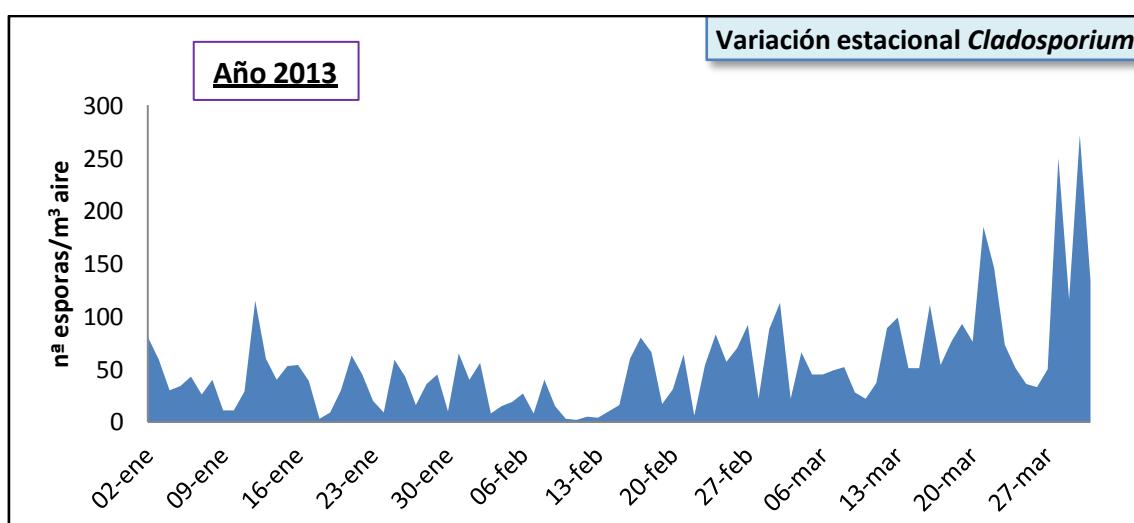


Figura 10. Modelo de variación estacional de esporas durante el periodo invernal para *Cladosporium*

Al igual que en el caso de Alternaria, la temperatura va a influir positivamente en los niveles de esporas de *Cladosporium* atmosféricos (Figura 11). Un aumento de la temperatura favorecerá el aumento de la concentración de esporas. Esta relación se confirma con el test de Spearman (Tabla 8).

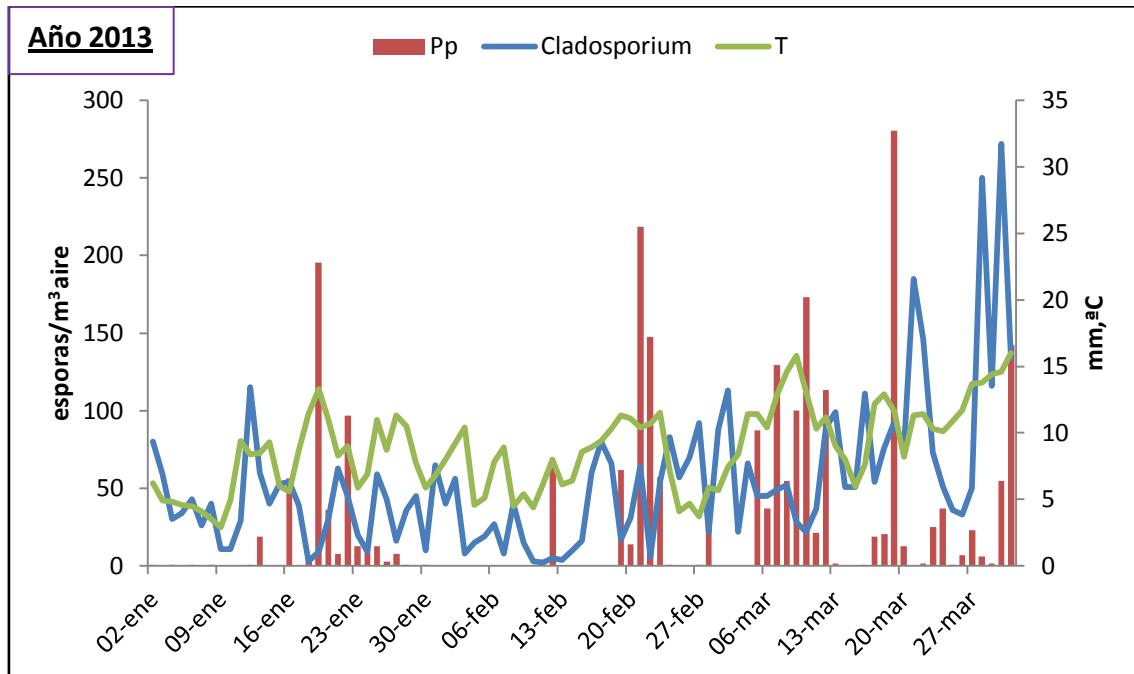


Figura 11. Correlación con parámetros meteorológicos

### 3.4.3. Variación intradiaria

*Cladosporium* ha mostrado un patrón intradiario heterogéneo con numerosas fluctuaciones. Se observa un leve intervalo de mayor incidencia de 1 a 7 de la madrugada. Los niveles de conidios son generalmente mayores durante la noche (Figura 12).

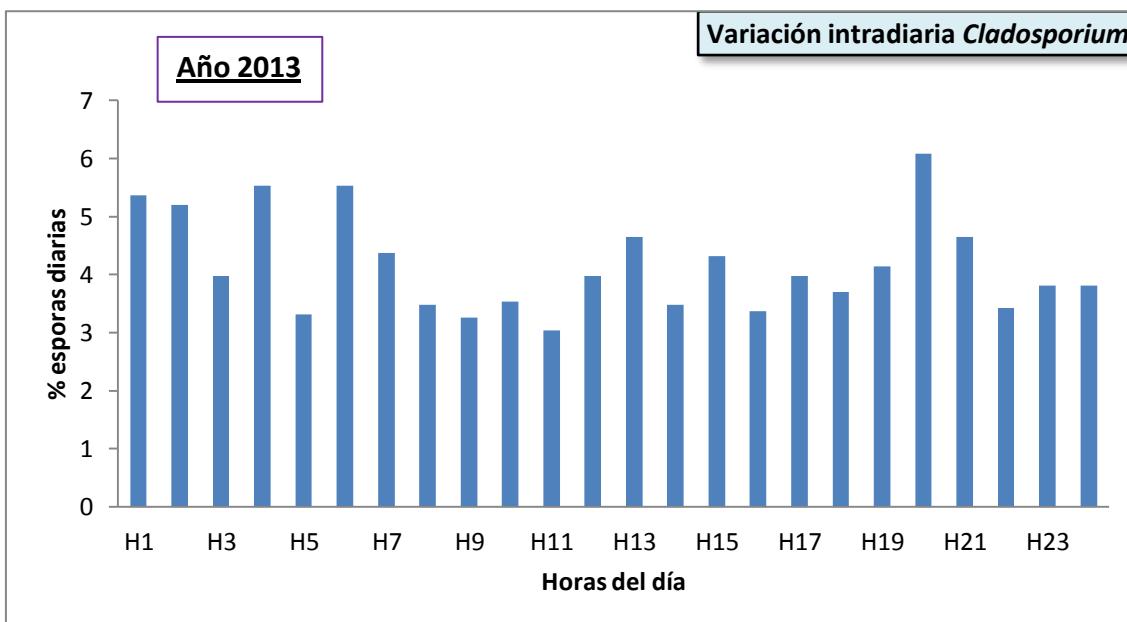


Figura 12. Modelo de variación intradiaria de *Cladosporium*

### 3.4.4. Correlación con parámetros meteorológicos

Tras el análisis estadístico de los datos mediante los test de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk se comprobó la no normalidad de los mismos. Por ello, se ha elegido para la analizar la correlación con parámetros meteorológicos un test no paramétrico, en concreto el test de Spearman que muestra que existe una correlación positiva entre la temperatura y la concentración de esporas de *Cladosporium* en la atmósfera (Tabla 8). Para el resto de variables no se ha encontrado una relación significativa con la concentración de esporas en el aire.

Variable	Spearman Rank Order Correlations (Cladosporium1)				
	MD pairwise deleted				
	Marked correlations are significant at p < ,05000				
Cladosporium	Cladosporium	Pp	T	VelViento	Humedad
Cladosporium	1,000000	0,102451	0,237196	-0,026617	-0,012614

Tabla 8. Test de Spearman entre las Concentraciones de *Cladosporium* durante el año 2013 y las variables meteorológicas. Valores en negro rojo muestran una correlación significativa.

## **4. DISCUSION**

### **4.1. POPULUS**

#### **4.1.1. *Variación estacional***

Se han podido observar diferencias significativas en relación a la amplitud de la estación polínica *Populus* entre los años 2012 y 2013 presentándose en este último una estación polínica de 60 días frente a los 33 del año 2012. Esta dilatación del periodo de polinización en el año 2013 es debida probablemente a la abundancia de precipitaciones aparecieron durante este periodo, lo que ha impedido que la floración de las especies se lleve a cabo dentro de su estación normal.

Por otro lado podemos observar varios picos de concentración a lo largo de la estación, debidos a los diferentes periodos de floración de las distintas especies que forman parte de este tipo polínico.

En la ciudad de Jaén, la incidencia atmosférica de *Populus* es relativamente baja, bastante menor que la registrada en localidades próximas, Córdoba (Galán *et al.*, 1998).

#### **4.1.2. *Variación intradiaria***

El patrón intradiario que presenta este tipo polínico durante los dos años de muestreo es bastante heterogéneo, presentando varios picos de máximas concentraciones en la atmósfera. Este comportamiento es debido probablemente a que se trata de un polen poco abundante en la atmósfera, por lo que serían necesarios más años de muestreo para verificar una posible homogeneidad en el patrón propia de los taxones vegetales con polinización anemófila

## **4.2. QUERCUS**

### **4.2.1. Variación estacional**

El periodo de polinización que muestra *Quercus* para el año 2012 y 2013 aparece adelantado con respecto a su periodo normal de polinización. Este adelanto es más acusado en al año 2013. Por otro lado, se ha podido apreciar una mayor duración de la estación polínica de ambos años con respecto a sus valores normales (Ruiz, L. 2001).

### **4.2.2. Variación intradiaria**

El modelo intradiario obtenido para *Quercus* muestra cierto ajuste a las fluctuaciones de corrientes de aire que se establecen entre el valle donde se encuentra la estación captadora y las montañas circundantes. De este modo, ante la presencia de corrientes descendentes desde las montañas hasta la ciudad a la caída del sol, se siguen manteniendo niveles de concentración altos durante las últimas horas de la tarde e incluso en la noche. Este patrón intradiario se ha observado también en otros años de muestreo (Ruiz, L., 2001)

## **4.3. ALTERNARIA**

### **4.3.1. Variación estacional**

Las concentraciones de esporas de *Alternaria* en la atmósfera durante los meses invernales de Enero y Febrero muestran niveles muy bajos como consecuencia de las bajas temperaturas de estos meses. Sin embargo, en el mes de marzo, donde la temperatura media fue mayor, las concentraciones de esporas aumentan significativamente mostrándose picos máximos de concentración a finales de este mes. El género *Alternaria* tiene sus valores óptimos de crecimiento entre los 15 y 25°C (Méndez Álvarez,2000), lo cual explica este comportamiento. Lo mismo ocurre para el género *Cladosporium*.

#### **4.3.2. Variación intradiaria**

El patrón intradiario que muestra *Alternaria* durante los años 2012 y 2013 es bastante irregular, con numerosas fluctuaciones a lo largo de las 24 horas. Esta heterogeneidad puede ser debida a la

#### **4.4. CLADOSPORIUM**

##### **4.4.1. Variación estacional**

Al igual que ocurre con *Alternaria*, las concentraciones de esporas de *Cladosporium* durante los meses de enero y febrero son bajas, sin embargo, en el mes de marzo aumentan significativamente debido al aumento de las temperaturas medias. Por otro lado, podemos observar cómo este taxón es muy abundante en la atmósfera de la ciudad de Jaén, apareciendo 4760 esporas/m<sup>3</sup> sólo en tres meses de muestreo.

##### **4.4.2. Variación intradiaria**

El patrón intradiario es muy irregular, pudiéndose apreciar un ligero aumento de las concentraciones de esporas durante la madrugada debido probablemente a un aumento de la humedad que favorecería la aparición de las mismas. Por otro lado, y al igual que ocurre con *Alternaria*, el tamaño muestral parece ser insuficiente para obtener un patrón más heterogéneo

#### **4.5. Relación entre las concentraciones polen y esporas y los parámetros meteorológicos**

La presencia de esporas en la atmósfera está influenciada por diversos parámetros, siendo uno de los más importantes las condiciones meteorológicas. En este estudio, como resultado de los análisis de correlación aplicados a los datos meteorológicos y al contenido de esporas en el aire, se ha podido observar cómo *Alternaria* y *Cladosporium* presentan una mayor

concentración de esporas en los meses donde la temperatura es superior. Para el resto de parámetros analizados, humedad, velocidad del viento y precipitación, no se ha encontrado una relación significativa con respecto a las concentraciones de esporas, por lo que es difícil establecer una relación con estos parámetros.

En el caso del polen, diversos autores (Galán *et al.*, 2001) han manifestado que la temperatura media acumulada es capaz de explicar el comportamiento estacional de algunos taxones. En este estudio este parámetro se ha correlacionado positivamente con el tipo polínico *Quercus*.

El resto de variables (humedad, precipitación y dirección del viento) no han mostrado ninguna relación significativa con las concentraciones de polen y esporas debido probablemente a la necesidad de un tamaño muestral mayor.

## 5. CONCLUSIONES

Una vez expuestos los resultados del presente trabajo de investigación y habiendo tenido en cuenta los objetivos propuestos, presento las siguientes conclusiones:

- 1- La estación polínica de *Populus* durante el año 2013 se ha ampliado notablemente con respecto al año 2012 debido a la abundancia de precipitaciones que aparecieron durante este año.
- 2- El patrón intradiario de *Quercus* muestra un mantenimiento niveles altos de concentración de polen en el aire durante las últimas horas de la tarde e incluso en la noche debido al ajuste de este patrón a las fluctuaciones de corrientes de aire que se establecen entre el valle donde se encuentra la estación captadora y las montañas circundantes.
- 3- Los niveles de *Quercus* en el aire muestran una correlación positiva con la temperatura media del ambiente, pudiendo ésta explicar en parte el comportamiento estacional de este taxón.

- 4- Las concentraciones de esporas de *Alternaria* y *Cladosporium* en la atmósfera durante los meses invernales de Enero y Febrero se muestran niveles muy bajos mientras que en marzo el aumento de estas esporas en el aire es muy significativo.
- 5- Los niveles de esporas tanto de *Alternaria* como *Cladosporium* muestran una correlación positiva con la temperatura. Temperaturas cálidas favorecen la aparición de las esporas en el aire, como consecuencia, aparecen concentraciones elevadas de estas esporas debido a que este mes presenta temperaturas medias más elevadas.
- 6- Los patrones intradiarios de *Populus*, *Cladosporium* y *Quercus* muestran una gran heterogeneidad debida en gran parte a la insuficiencia del tamaño muestral.

## 6. BIBLIOGRAFIA

CARIÑANOS, P., GALÁN, C., ALCÁZAR, P., DOMÍNGUEZ, E. Aerobiología en Andalucía: estación de Córdoba (1999), REA 6, 19-22.

DOMÍNGUEZ VILCHES, E., J. L. UBERA y GALÁN, C. Polen alergógeno de Córdoba (1984). Publicaciones del Monte Piedad y Caja de Ahorros de Ronda. Córdoba.

ERIKSSON, N. E. (1978). Allergy to pollen from different deciduous trees in Sweden. *Allergy* 33:299-309.

FERNÁNDEZ CALDAS, E., M. C. SWANSON, J. PRAVDA, P. WELSH, J. W. YUNGINGER & C. E. REED (1989). Immunochemical demonstration of red oak pollen aeroallergens outside the oak pollination season. *Grana* 28:205-209.

FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F. et al. (2005). Impacts on Plant Biodiversity. En: Evaluación de los impactos del cambio climático en España. ECCE. Moreno, J.M. ed. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, Spain. 183-248.

FRENGUELLI, G. (1998). The contribution of aerobiology to agriculture. *Aerobiología*, 14: 95-100

GALÁN, C., Cariñanos, P., Alcázar, P., Domínguez, E. (2007). Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología. Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba.

GREGORY, P.H. (1973). *The microbiology of the Atmosphere*. Ed. Leonard Hill. Plymouth, London.

HIRST, J. (1952). An automatic volumetric spore-trap. *Ann. Appl. Biol.* 36:257-265.

ICKOVIC, M. R. & M. THIBAUDON (1991) Allergenic significance of Fagaceae pollen.

PACINI, E. (1990). Role of pollen in plant physiology and reproduction. In: P. Falagiani (ed.). *Pollinosis*: 3-18. CRC Press, Boca Raton, FL.

RECIO, M., TRIGO, M.M., TORO, F.J., CABEZUDO, B. (1998). Incidencia del polen de Chenopodiaceae-Amarantaceae en la atmósfera de Málaga y su relación con los parámetros meteorológicos. *Acta Botánica Malacitana*, 23: 121-131

RUIZ, L. (2001). Estudio aerobiológico de la atmósfera de Jaén. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén.

RUIZ, L., DÍAZ DE LA GUARDIA, C., CANO, E. (2002). Aerobiología en Andalucía: estación de Jaén (2000-2001), REA 7, 173-176

SÁENZ, C. (1978) Polen y Esporas (Introducción a la Palinología y vocabulario palinológico). Blume. Madrid.

TRIGO, M.M., JATO, V., FERNÁNDEZ, D., GALÁN, C. (2008). Atlas aeropalínológico de España. Universidad de León. España