

**INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA
POLINIZACIÓN DE ARTEMISIA. REPERCUSIÓN EN LA
SALUD PÚBLICA**



PROYECTO FINAL DE LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES
AUTOR: VANNIA QUEVEDO CORCUY
SEPTIEMBRE DE 2015
DIRECTORA: JORDINA BELMONTE

Dedicado a mi apoyo incondicional,
Mi familia.

| | |
|--|----|
| INDICE | 4 |
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| 1. ANTECEDENTES | |
| 1.1. CARACTERÍSTICAS DEL GÉNERO | 8 |
| 1.1.1. ARTEMISIA | 9 |
| 1.1.2. DIVERSIDAD DE ESPECIES Y ABUNDANCIA | 10 |
| 1.1.3. POLEN | 11 |
| 1.1.4. POLINIZACIÓN | 12 |
| 1.1.5. AEROBIOLOGÍA | 13 |
| 1.2. LA PRECIPITACIÓN Y SU INFLUENCIA EN LA POLINIZACIÓN | 15 |
| 1.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PRECIPITACIÓN EN CATALUÑA | 16 |
| 1.2.2. INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA POLINIZACIÓN | 16 |
| 1.2.3. PARTÍCULAS SUBMICRÓNICAS | 17 |
| 1.3. POLINOSIS Y SU REPERCUSIÓN EN LA SALUD PÚBLICA | 18 |
| 1.3.1. POLINOSIS Y ENFERMEDADES QUE CAUSA EL POLEN DE LAS PLANTAS | 18 |
| 1.3.2. POLINOSIS POR ARTEMISIA | 20 |
| 2. OBJETIVOS | 21 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 22 |
| 3.1. FUENTE DE MUESTREO AEROBIOLÓGICO | 22 |
| 3.2. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS | 22 |
| 3.3. ESTACIONES DE MUESTREO AEROBIOLÓGICO. ANÁLISIS DE DATOS. 23 | |
| 3.3.1. ESTACIÓN DE GIRONA | 28 |
| 3.3.2. ESTACIÓN DE LLEIDA | 30 |
| 3.3.3. ESTACIÓN VIELHA | 32 |
| 3.3.4. ESTACIÓN DE ROQUETAS – TORTOSA | 34 |
| 3.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN | 36 |
| 3.4.1. ESTACION DE GIRONA | 37 |
| 3.4.2. ESTACION DE LLEIDA | 39 |
| 3.4.3. ESTACIÓN DE VIELHA | 41 |
| 3.4.4. ESTACION DE ROQUETAS – TORTOSA | 43 |
| 3.5. CORRELACIÓN DE DATOS DE PRECIPITACIÓN Y POLINIZACIÓN DE ARTEMISIA | 45 |
| 3.5.1. ESTACION DE GIRONA | 45 |
| 3.5.2. ESTACION DE LLEIDA | 46 |
| 3.5.3. ESTACION DE VIELHA | 48 |
| 3.5.4. ESTACION DE ROQUETAS – TORTOSA | 50 |
| 4. RESULTADOS | 54 |
| 4.1 SOBRE LA POLINIZACIÓN | 54 |
| 4.2 SOBRE LA PRECIPITACIÓN | 55 |
| 4.3. SOBRE LA CORRELACIÓN | 56 |
| 5. DISCUSIÓN | 56 |
| 6. CONCLUSIONES | 57 |
| 7. APORTACIONES | 58 |
| 8. BIBLIOGRAFIA | 58 |
| 9. PROGRAMACIÓN | 61 |
| 10. PRESUPUESTO | 61 |

ACRÓNIMOS

- (LAP) Laboratorio de Análisis Palinológico
(Red PalinoCAM) Red Palinológica de la Comunidad de Madrid
(RC) Reactividad Cruzada
(AIA) La Asociación Internacional de Aerobiología
(REA) Red Española de Aerobiología
(SEAIC) Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica
(XAC) **Red Aerobiológica de Cataluña**
(AEMET) Centro de Investigación Atmosférica de Izaña

IMÁGENES

Imagen 1. Vista del grano de polen de *Artemisia*

Imagen 2. Calendario de polinización de *Artemisia* en España.

Imagen 3. Mapa de ubicación de las 11 estaciones de muestreo aerobiológico del Laboratorio de Análisis Palinológico.

Palabras clave: Aerobiología. Alergias. Polinosis. Artemisia. Precipitación. Asma bronquial. Rinoconjuntivitis. Rinitis alérgica. Polen.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está enfocado en la influencia de un fenómeno atmosférico como es la precipitación en la polinización de una planta tan extendida y común como es *Artemisia* y sus variedades.

El punto de partida de este trabajo es la información de un estudio del Laboratorio de Análisis Palinológicos (LAP) de la UAB. , integrando también resultados de las redes españolas: Red Española de Aerobiología (REA) y Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica (SEAIC) acerca de la distribución de polen de *Artemisia* en el territorio español (2).

Se identificaron 19 especies: 17 autóctonas, de las cuales 4 son endémicas y las otras dos son introducidas. Las especies más significativas son: ***Artemisia campestris*, *Artemisia barrelieri*, *Artemisia herba-alba*, *A. verlotiorum* y *Artemisia vulgaris***.

El estudio identificó en España 5 zonas con niveles máximos anuales: Andalucía, Islas Canarias, zonas de interior como Toledo, **Nordeste de España y zonas montañosas**: los picos máximos de polinización en la zona mediterránea fueron en septiembre y noviembre, en las islas Canarias ocurrieron en primavera y algo más tarde (verano) en las zonas montañosas del Nordeste de la península.

Los niveles de polinización y floración estuvieron directamente relacionados con un gradiente altitudinal, en el estudio además se observó que la abundancia de polen también depende de la salinidad de los suelos, la presencia de yeso, la sequedad o grado de humedad y la presencia de rocas en las montañas. (2)

Con 526 series anuales de 75 localidades se elaboró el Mapa de distribución aerobiológico de polen de *Artemisia* en España. (2)

El estudio se centra en la observación de 4 puntos de muestreo polínico ubicados en Cataluña, pertenecientes a la Xarxa Aerobiològica de Catalunya (XAC. <http://lap.uab.cat/aerobiologia>).

Se conoce por estudios previos que *Artemisia* es una planta que provoca un elevado nivel de polinosis y que afecta a la salud de ciertos sectores de la población en la península.

Se sabe también que los niveles de polen en el aire dependen de dos factores esenciales, que son la producción del polen por la planta cosa que ocurre en un momento determinado del año para cada planta y su dispersión, como el hecho de que en los días secos y soleados se encuentra en mayor concentración en la atmósfera ocurriendo lo contrario en los días fríos y húmedos.

Este hecho hace que los problemas respiratorios que provoca el polen de esta planta se agudicen en ciertas épocas del año, en zonas muy concretas del territorio catalán.

Analizar de qué manera influye la precipitación en la polinización de esta especie es una información que puede contribuir en la prevención de problemas alérgicos y al conocimiento de la dinámica polínica de esta planta.

1. ANTECEDENTES

En este capítulo se describe la información necesaria para abordar el objetivo de este proyecto. Se detalla la especie estudiada con todas sus características, ampliando la información de los caracteres de su polen, polinización y el método que la Aerobiología utiliza para obtener los datos con los que se ha trabajado. Por otra parte, se describe la geografía y climatología de la zona de estudio. Finalmente, se hace referencia a la epidemiología de este polen en la salud pública, haciendo una revisión de los casos provocados por Artemisia.

1.1. CARACTERÍSTICAS DEL GÉNERO

A continuación se explican las características de Artemisia, ahondando en el aspecto que interesa que es el polen por su reacción a los fenómenos atmosféricos como es la precipitación dentro el ciclo de las estaciones del año.

1.1.1. ARTEMISIA

Su nombre proviene de la diosa griega Arthemis hija de Zeus. Se encuentra en la **Familia** de las plantas **Compuestas (Compositae o Asteraceae, Género Artemisia**, es una de las más importantes formadoras de semillas por su número de especies y diversidad morfológica, por su hábitat y sistemas de dispersión de frutos., Asteraceae es el claro ejemplo de familia cosmopolita y es la familia más evolucionada de todas las Dicotiledóneas.

Artemisia y sus variedades es una planta herbácea o un arbusto que se encuentra hasta los 1600 m.s.n.m. y crece hasta los 120 centímetros de altura, es perenne, puede crecer en suelos alterados, escombros y llegar a ocupar extensiones considerables, se encuentra también a orillas de caminos, arroyos y terrenos no cultivados.

La caracterizan sus pequeñas inflorescencias de color amarillo verdoso a marrón rojizo, que aparecen a partir del verano hasta mediados de otoño como ramaletas en la parte superior de la planta. (10)

Se extiende por todo el mundo y consta de aproximadamente 400 especies. Es la compuesta más importante de la península Ibérica. La especie más conocida en toda **Europa** es **Artemisia vulgaris**, conocida en inglés como “mugwort”, y las más abundantes en el sur de Europa son *Artemisia verlotiorum* y *Artemisia annua*, conocida también como Boja, Tomillo negro o Ajenjo. (6)

En España están presentes al menos 20 variedades de especies como la *Artemisia absinthium* (ajenjo, ajenjo mayor), *A. arborescens* L. (abrótano, ajenjo moruno), *A. campestris* L. (escobilla parda, ajenjo de mar, boja negra), *A. barrelieri* (boja entina) *A. herba-alba* (boja blanca). Son matas o arbustillos de olor penetrante. (24)

Artemisia, de polinización anemófila (por el viento) como *Ambrosia*, *Parthenium* y *Xanthium*, es la responsable de la mayoría de problemas alérgicos debido a su extensa distribución atmosférica que hace que haya mucha población expuesta a sus pólenes en la época de polinización, sin embargo los problemas alérgicos que provoca a finales de verano hasta otoño no se debe tanto a su polinosis como a la reactividad cruzada que presenta con diversos alimentos. (5)

El concepto Reactividad Cruzada (RC) se refiere a la presencia de manifestaciones clínicas alérgicas como consecuencia de la existencia de una reacción frente a una fuente proteica específica, sin que haya mediado una exposición previa a la misma. (8)

La floración de *Artemisia* es principalmente otoñal, de agosto a noviembre pero varía por especie y altura geográfica de junio a diciembre. En algunas regiones (Islas Canarias) la polinización es primaveral. (2)

1.1.2. DIVERSIDAD DE ESPECIES Y ABUNDANCIA

En **España** se observa cierta predominancia de especies por zona, ***Artemisia glutinosa*** es la especie más común. **Según un estudio monográfico realizado por Navarro et al.(2011)**, *Artemisia* está presente en todo el territorio español, representada por 19 especies, de las que 2 son introducidas, las otras 17 son autóctonas y de esas diecisiete, 4 son endémicas de las cuales las más relevantes representadas son ***Artemisia campestris*** y ***Artemisia alba*** presentes en los pirineos, aunque también están presentes ***Artemisia verlotiorum*** en suelos no extremadamente áridos y ***Artemisia vulgaris***, en los pirineos y noroeste de la península ibérica, en montañas lluviosas hasta el Montseny. ***Artemisia eriantha*** y ***Artemisia umbelliformis*** también son del grupo de las artemisias alpines que crecen en rocas, entre 5 y 15 centímetros de altura. (15)

Otras especies son ***Artemisia barrelieri***, endémica en el sur y sureste de España, ***A. herba - alba***, que se encuentra en suelos nitrogenados solubles, ocupa grandes extensiones del centro y sud de España, por sus preferencias basófilas es común sobre las calizas yesos y margas de Aranjuez y del sur de Madrid y ***Artemisia thusculia***, que florece en primavera – verano, se la conoce como “Incienso”, está presente en montañas y valles, en terrenos abandonados y alrededor de viviendas rurales. (17). Es endémica en las islas de El Hierro, La Palma, La Gomera, Tenerife y Gran Canarias, como ***Artemisia ramosa*** subespecie endémica en Tenerife y Gran Canarias. (14).

***Artemisia canariensis* Less.** Es un arbusto muy común de las zonas bajas (50 -700 m) de todas las islas del archipiélago Canario. Sus hojas lobuladas de

un gris plateado y su fuerte aroma la hacen fácilmente identifiable. Se emplea como matojo para bordes de caminos pero no tiene uso ornamental sino más bien medicinal. (16)

1.1.3. POLEN

El polen contiene la célula masculina de reproducción de las plantas con flor, se forma en el interior de los estambres, cuando está maduro se libera para realizar la **polinización**. Es necesario para la reproducción y formación de frutos y semillas. Su aparición en la atmósfera está relacionada con el período de floración de las plantas que lo producen. (20)

Para poder cumplir su función biológica, debe realizar un viaje aguantando situaciones ambientales adversas, para lo que la naturaleza le ha revestido de una cubierta externa muy dura llamada exina que contiene esporopolenina, una de las sustancias más inalterables de la naturaleza que le permite tolerar ácidos y bases, y cambios meteorológicos por duros que sean. Por debajo hay una capa interna que es la intina y en el interior el contenido celular.

Para la identificación del polen, además del tamaño y forma, se observa su polaridad, disposición de sus aperturas, y la estructura de la pared del grano.

En Palinología (la ciencia que estudia los pólenes y esporas), se entiende por tipo polínico el conjunto de caracteres morfológicos que presentan los granos de polen y que son una combinación única, que les hace distinguibles e identificables al microscopio óptico en cuanto a su morfología polínica. (Red PalinoCAM).

El grano de polen de *Artemisia* visto a través del microscopio óptico es isopolar, radiosimétrico, esferoidal, triángulo - tricolporado, de superficie granulada, de tamaño pequeño que va entre 18 y 24 micras, intina y exina gruesas. Su peso le hace poco aerovagante, es decir que no llega a recorrer grandes distancias a no ser en caso de vientos muy fuertes que sí pueden transportarlo largas distancias. Como toda planta anemófila produce mucho polen, lo que la convierte en potencialmente alergénica. (5).

Con la siguiente imagen se puede entender mejor y apreciar sus características.

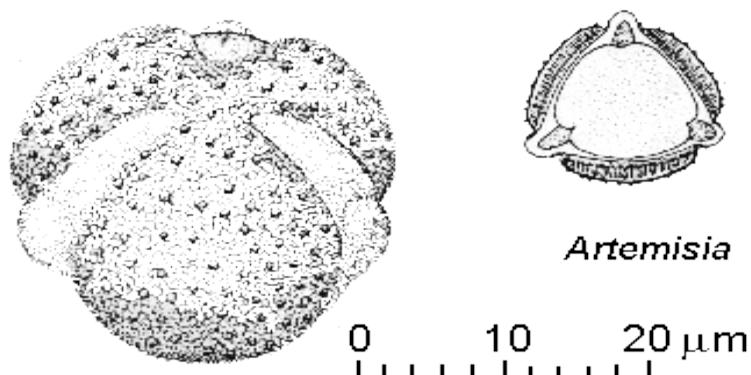


Imagen 1. Vista del grano de polen del género *Artemisia*

Fuente: <http://www.geo.arizona.edu/palynology/polondc1.html> (26/05/2015)

1.1.4. POLINIZACIÓN

“El traslado del polen desde el órgano donde se ha formado hasta la parte femenina de la flor se conoce con el nombre de *polinización* y puede efectuarse de maneras diversas, que son características para cada especie. En nuestras latitudes, los casos más frecuentes de polinización son por anemofilia, con el viento como medio de arrastre y diseminación de los granos de polen, y por entomofilia, cuando la polinización corre a cargo de insectos (abejas, mariposas, escarabajos, etc.).” (J.Belmonte y J.M. Roure. En prensa)

Dentro de la familia de las compuestas al ser la más común y extendida tiene períodos de polinización más variables, que se detallan a continuación:

La familia de las compuestas comprende su período de polinización desde verano a principios de otoño, según el calendario de polinización, quedando separadas de esta clasificación las Islas Baleares y las Islas Canarias, a su vez existen tres períodos de polinización en los que se enmarcan varias especies, *Artemisia* entra en el período de verano y principios de otoño. La variedad de géneros como la geografía de la península, los períodos de polinización no son los mismos, pueden comenzar de septiembre hasta diciembre como comenzar antes y terminar antes.

Las variaciones estacionales de polen de plantas productoras de polen con incidencia alergógena se describen gráficamente a través de “Calendarios polínicos”. A continuación se presenta una figura que recoge las fechas de polinización de *Artemisia*, denotando cuatro zonas en la península, ya que este estudio se centra en Cataluña, hay que observar las zonas de color naranja y verde:

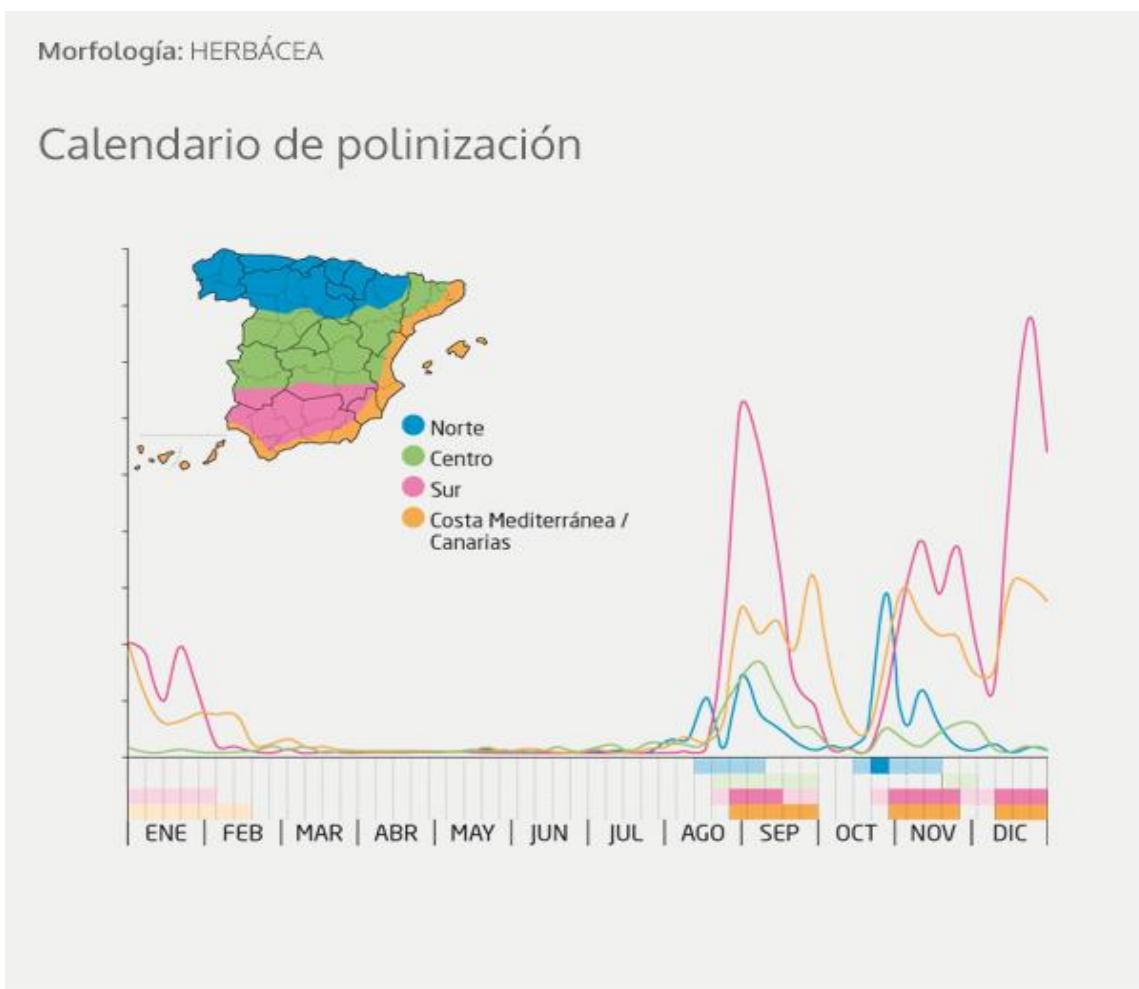


Imagen 2. Calendario de polinización de Artemisia en España

Fuente <http://encuentralainspiracion.es/wp-content/uploads/2014/11/ARTEMISIACalendario.jpg>

1.1.5. AEROBIOLOGÍA

La ciencia de la Aerobiología es una rama de la Biología que se dedica al estudio de los cuerpos biológicos que se aerotransportan de forma pasiva, analiza el origen, tipo e incidencia de estos cuerpos en el entorno.

En 1819 el científico inglés Bostock describió la “Fiebre del heno”, que años más tarde en 1873, Blackley determinó que era una enfermedad alérgica provocada por las gramíneas. (20)

El fitopatólogo estadounidense Meier en la década de los 30, se interesó en el estudio de las esporas presentes en el aire, con lo que propuso el nombre para esta disciplina y la integración del estudio de éste cuerpo y otros como los granos de polen y bacterias.

En los años 40, se celebró el “*Symposium on extramural and intramural aerobiology*”, con lo que esta ciencia se consolidó como tal, soportada por la Medicina y la Botánica por la repercusión que tiene en la salud la presencia de las esporas y pólenes que producen las plantas. (Belmonte, J. & Roure JM., En prensa).

El método Hirst de muestreo estandarizado por las redes aerobiológicas europeas se aplica con el Captador Hirst, es un mecanismo que utiliza el método de impacto por succión, debe estar localizado en altura y evitando barreras físicas que impidan el paso del viento.

Su función es captar y retener las partículas que están en el aire para poder identificarlas y contarlas. El sistema está formado por un cilindro revestido de una cinta plástica untada con una sustancia pegajosa que avanza a una velocidad de 2 mm/hora gracias a un mecanismo de relojería. El cilindro está al interior de una cavidad que cuenta con una veleta que facilita la captación de las dominantes. En la parte basal hay una bomba de succión que absorbe 10 litros de aire por minuto, aire que entra por una ranura de $14 \times 2 \text{ mm}^2$ y deposita las partículas que transporta en el cilindro con la superficie de captación.

Este funcionamiento permite realizar un control preciso de la hora y día de captación de las partículas y se puede preparar una muestra para analizar al microscopio óptico para cada día de muestreo.

El procedimiento de la observación de las muestras, identificación y recuento de los tipos polínicos se hace mediante la fijación y tinción de las muestras colocadas en un portaobjetos y la observación con un microscopio óptico. (Belmonte, J. et al., 2010). Finalmente, los resultados se expresan en números de partículas por metro cúbico de aire.

A partir de esta información se elaboran espectros y calendarios polínicos por zonas, pronósticos a través del histórico que estos conforman que sirvan para la mejora del diagnóstico de las alergias y la prevención de problemas respiratorios. Y ya desde la prevención ayudan a determinar con más exactitud la época y zona en el año de más presencia del tipo de alergógeno al que puede ser susceptible la población. Con esta información las labores de gestión y ahorro de recursos de las agencias de salud también se benefician.

En España se ha creado una red de diversas instituciones, que investigan, elaboran y difunden información mediante parámetros estandarizados a nivel internacional.

La Asociación Internacional de Aerobiología (AIA), como su nombre indica es una red internacional que aglutina los diferentes grupos de investigación aerobiológica. En España operan dos redes de ámbito estatal: la REA (Red Española de Aerobiología) y la SEAIC (Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica), que se nutren de las aportaciones de los diferentes grupos regionales.

En Catalunya, concretamente en Barcelona y en el año 1950, se realizó el primer estudio aerobiológico a cargo de los doctores Surinyach, Darder y Montserrat. Estos estudios se retomarían en 1983 desde la Unidad de Botánica de Universidad Autónoma de Barcelona y Unidad Docente de Alergología del Hospital de la Vall d'Hebró como parte del Proyecto **“Red Aerobiológica de Cataluña” (XAC)**. (26).

Actualmente la XAC cuenta con nueve puntos de muestreo: Barcelona, Bellaterra, Girona, Lleida, Manresa, Planes de Son, Roquetes-Tortosa, Tarragona y Vielha.

En las Islas Canarias es el Proyecto EOLO – PAT (Predicción Aerobiológica para Tenerife) que opera en Santa Cruz de Tenerife, mediante la colaboración de Air Liquide Medicinal S.L. y el Laboratorio de Análisis Palinológico de la UAB y el Centro de Investigación Atmosférica de Izaña (AEMET). Hay dos puntos de estudio: la ciudad de Santa Cruz de Tenerife y el Observatorio de Izaña (Teide).

1.2. LA PRECIPITACIÓN Y SU INFLUENCIA EN LA POLINIZACIÓN

En este apartado se explicará la dinámica que juega el fenómeno climático y por supuesto global de la Precipitación con el proceso de polinización de *Artemisia*. Se describe las características geográficas y climáticas de la zona de estudio.

1.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PRECIPITACIÓN EN CATALUÑA

Primero se debe entender como es la biogeografía de esta zona; Cataluña pertenece a una de las 5 zonas del Bioma Mediterráneo, también llamado Chaparral, Matorral Mediterráneo. Se caracteriza por tener estaciones secas muy marcadas y precipitaciones no muy abundantes, inviernos húmedos y vegetación esclerófila y perennifolia.

Cataluña se encuentra en el extremo Noreste de la península Ibérica, ocupa 32000 Km², tiene más de 7 millones de habitantes, 580 Km de costa marítima, con un clima subtropical fuertemente mediterráneo, con grandes variaciones de temperatura tanto en invierno como en verano entre la costa y el interior (continental) y la alta montaña. La variedad topográfica hace que la pluviosidad sea también muy variable, diferenciando la Cataluña húmeda con más de 700 mm/año y la Cataluña seca con menos de 700mm/año, con periodos de lluvia que ocurren normalmente en los meses de primavera y otoño y con veranos e inviernos secos. En los Pirineos llueve entre mayo y junio y los veranos son húmedos. (20).

Las localidades estudiadas se reparten entre la Cataluña litoral (Roquetes-Tortosa), interior (Girona,). continental (Lleida) y de montaña (Vielha). (Belmonte y Roure, en prensa).

1.2.2. INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA POLINIZACIÓN

Diversos estudios explican que la influencia de la **precipitación** sobre la **polinización** de plantas como *Artemisia* y el efecto de otros fenómenos atmosféricos en el proceso, como la temperatura, humedad o la actividad

eléctrica provoca alteraciones en las fechas de inicio y fin y en la intensidad de su curso.

“Hay indicios suficientes que sugieren que las tormentas elevan la concentración de granos de polen, haciendo que liberen a la atmósfera partículas alergénicas de tamaño respirable tras la rotura osmótica del grano”
(4)

Sin embargo no es una regla que el incremento de polen esté precedido por una tormenta o que a toda tormenta le siga un aumento de polen en el ambiente.

De todas maneras estas afirmaciones están en contradicción con el hecho de que las lluvias provocan la disminución de la concentración polínica y de los niveles de los óxidos de nitrógeno y ozono, el mecanismo meteorológico es más complejo.

En relación a su influencia sobre la salud de las personas, en concreto su incidencia en personas con alergias o problemas respiratorios, las lluvias preceden normalmente un mejoramiento del estado de salud, porque cuando el polen absorbe la humedad aumentan de tamaño y se hace más pesado, pero también puede también volver a suspender los granos de polen en el aire y provocar un incremento de los síntomas. (4)

1.2.3. PARTÍCULAS SUBMICRÓNICAS

La formación de las **Partículas submicrónicas** parte de la influencia de la humedad o la lluvia, que provocan la hidratación del grano de polen y su fragmentación y liberación de alérgenos que se convierten en aerosoles aerotransportados.

Diversas hipótesis explican su origen, como: el contacto con fragmentos producidos por la degradación física ambiental, restos de paredes de anteras y cuerpos de Ubisch (que son partículas esféricas cargadas de proteínas, carbohidratos y lípidos que se forman en el grano del polen), aerosoles que contienen alérgenos que están fijados a partículas que se encuentran en el ambiente o granos de polen que se rompen por choque osmótico provocado

por la lluvia y liberan al ambiente 700 centenares de gránulos de almidón contenidos en el citoplasma con tamaño inferior a 3 micras. (5)

Otra fuente habla de la ruptura de un grano de polen en agua que genera la liberación de una gran cantidad de partículas respirables. Estos aerosoles biológicos formados reciben nombre de **partículas submicrónicas**, su tamaño varía entre 0,5 y 2 micras y se sugiere que el tamaño de estas partículas respirables es la causa de problemas de asma. (4)

Otra teoría ha planteado la posibilidad de que existan **partículas micrónicas** de 2 a 5 micras de diámetro que podrían entrar al árbol bronquial provocando problemas de asma y que incluso éstas se encontrasen fuera de la época de polinización, lo que podría explicar la discordancia temporal entre síntoma y polinización, su presencia aumenta en 50 veces en los días lluviosos. (5)

1.3. POLINOSIS Y SU REPERCUSIÓN EN LA SALUD PÚBLICA

A continuación se explica qué es la polinosis y de qué manera surgen los efectos sobre la salud pública que hasta ahora se conocen, en especial los que provoca el género *Artemisia*.

1.3.1. POLINOSIS Y ENFERMEDADES QUE CAUSA EL POLEN DE LAS PLANTAS

Como se ha descrito, el polen de muchas plantas son precursoras de alergias en las personas a causa de los alérgenos que contienen.

Los alérgenos polínicos son proteínas, glicoproteínas o lipoproteínas de bajo peso molecular, fundamentalmente intracelulares que se difunden a través de la pared del polen cuando entra en contacto con un medio húmedo o acuoso. También se han localizado alérgenos en zonas extracelulares como en la exina, intina y orbículos de Ubisch (formados por esporopolenina, material precursor de la exina). (25)

La ALERGIAS son reacciones físicas y químicas perjudiciales que el cuerpo humano manifiesta frente a diversos agentes como ciertos alimentos, productos químicos, ácaros, polen y otros.

La POLINOSIS es un trastorno alérgico producido por el polen de las plantas que provoca el desarrollo de enfermedades como la rinitis alérgica que puede derivar hasta un asma bronquial, en especial en primavera y verano afectando al 15 % de la población española, porcentaje que aumenta al 30% entre los jóvenes. (21)

En las últimas dos décadas se ha duplicado la prevalencia de polinosis en los países europeos. En España los pólenes causan el 40% de rinoconjuntivitis y el 27% de asma, de los cuales, según diversos estudios la prevalencia es mayor en los medios urbanos que en lo rurales a pesar de que en estos últimos las concentraciones de polen sean mayores. (5) probablemente porque la polución atmosférica potencia el efecto alergénico del polen. (21)

Se han descrito varias epidemias de asma después de tormentas asociadas al aumento de los niveles del polen en el ambiente especialmente en la época de primavera en el hemisferio norte. (4)

Un caso de epidemia descrito en detalle es el ocurrido en Londres el 24 de junio de 1994, se atendieron 640 pacientes de los 66 esperados, con historial de rinitis y primeros casos de asma.

Un brusco descenso de 7 grados y un aumento de humedad precedieron a una tormenta que descargó entre las 19 y 20 horas y cesó entre las 22 y 23 horas, los niveles de partículas respirables en esos días eran elevados, y fue especialmente alto ese día 24, alcanzando su pico a las 20 horas coincidiendo con el inicio de la tormenta, las partículas inferiores a 2.9 micras de diámetro pasaron de un registro de 3000 a 130.916 partículas por metro cúbico. (4)

En octubre de 1997 en Wagga Wagga (Australia), tras una tormenta se realizó un estudio caso – control para caracterizar los factores de riesgo individual asociados a la presencia de polen y la influencia de las tormentas, el número de casos representó un 10% más de incidencia para esa época del año, los porcentajes de casos con rinitis y alergias eran elevados así como los

porcentajes de rinitis, asma y alergias puntuales para los controles, el contagio polínico en esa época fue muy elevado como en el caso de Londres. (4)

Un estudio realizado entre octubre de 2004 y marzo de 2005, abarcó un rango amplio de población que iba desde los 10 años hasta los 50 años, todos con Rinitis Alérgica diagnosticada (RA) en 5 regiones en España y en 3 de Portugal, diferenciadas por aspectos geográficos y ambientales.

1.3.2. POLINOSIS POR ARTEMISIA

El aumento de la perturbación de suelo y abandono de suelo forestal y agrícola favorecen el crecimiento de plantas ruderales y nitrófilas como *Artemisia*, una planta que como se ha descrito produce mucho polen que es aerovagante, características idóneas para provocar polinosis, ya que puede estar presente en zonas de campo y urbanas pobladas.

Se puede encontrar en España alrededor de 100 géneros distintos de *Artemisia*, al polen de las cuales están sensibilizados y presentan alergia el 6,8% de los pacientes con rinitis y el 6,2 % de los pacientes con asma, sus alérgenos mayores son el Art v 1 y el Art v 2.”(3)

El polen de la artemisa provoca a menudo fiebre del heno, asma y conjuntivitis en personas sensibles. (10)

Uno de los factores del aumento de las rinitis alérgicas es la polución. El estudio basado en la observación del polen de *Artemisia vulgaris* y otros alérgenos mostró un 66% de casos de rinitis alérgica de nivel moderado a persistente en las Islas Canarias, a la que le sigue la zona del mediterráneo con un 40%, los datos revelaron una baja incidencia respecto a otros elementos alérgenos usados en la experimentación.(5)

La influencia de *Artemisia* en los problemas de salud estudiados se ha dado en las regiones del centro, mediterráneo y sur de España, aunque en comparación con los demás agentes alergénicos resulta ser de muy baja influencia como causante de asma. (1)

En 1987, Raynaud et al., descubrió que el polen de *Artemisia* contiene un 8% de Histidina que es un precursor de la histamina. Y en un estudio de 1998 se

determinó que causó problemas de asma bronquial y rinoconjuntivitis en los pacientes sometidos a una prueba de punción cutánea habiendo apenas un 15% de polen de *Artemisia* en el ambiente (2), lo que sugiere que el contacto directo ante una baja presencia del polen de *Artemisia* es suficiente para considerar que la polinosis que provoca una planta tan extendida debe ser estudiada.

Se ha identificado claramente que el polen de *Artemisia* causa asma, rinitis alérgica y conjuntivitis, que puede contribuir a provocar eczemas, urticarias y anafilaxias. Se conoce que aproximadamente el 25% de pacientes alérgicos a *Artemisia* han mostrado sensibilidad al apio, especias y zanahorias por la reactividad cruzada que el polen de artemisia tiene con estos alimentos.

Para España, los porcentajes de sensibilización conocidos, varían entre el 1,8 % de Bilbao y el 38% de Toledo. (25)

La profilina panalergénica se ha identificado como uno de los componentes de reactividad cruzada del polen de *Artemisa* y *Ambrosía*. La profilina provoca diferentes grados de reactividad cruzada entre la *Artemisa* y otros pólenes ciertos alimentos que contengan este pan-alérgeno. La profilina se encuentra en prácticamente todos los pólenes y alimentos de origen vegetal. (10)

Un total de 15 pacientes del Hospital Clínic de Barcelona con alergia al melocotón fueron sometidos a una prueba de provocación que consistía en poner directamente en la nariz del paciente la Proteína Transportadora de Lípidos (LTP) del polen de *Artemisa* y se demostró que la sensibilización a la LTP es capaz de inducir síntomas de alergia respiratoria (asma y rinitis alérgica) en pacientes alérgicos al melocotón expuestos a ese polen. (11)

En Santa Cruz de Tenerife la concentración más alta de alérgenos va de marzo a junio, *Artemisia* con un registro del 17% del total de polen presente en el aire de la ciudad (y por cierto el más alto de toda España), causa el 65% de problemas de alergia en los tinerfeños, según datos recogido en un estudio que se hizo desde el 2004 hasta el 2009 por el proyecto Eolo-PAT, del que es parte el libro de Aerobiología y Alergias Respiratorias de Tenerife. (Belmonte et al. 2010)

2. OBJETIVOS

- Analizar las series de polinización de *Artemisia* en Cataluña. Datos: Laboratorio de Análisis Palinológico (LAP). proyecto XarxaAerobiològica de Catalunya.
- Analizar los datos de precipitación próximos a las estaciones de muestreo polínico
- Establecer relación Polinización / Precipitación
- Recopilar datos de Epidemiología de *Artemisia*
- Plantear una propuesta para mejorar la calidad de vida de las personas alérgicas a *Artemisia*.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este apartado describe la fuente de información con que se ha realizado el análisis de los históricos de polen y precipitación de las mediciones diarias en las diferentes estaciones aerobiológicas de Cataluña.

Finalmente se observó la tendencia de los fenómenos en el tiempo y se escogió un método estadístico que explicara la correlación entre la polinización de *Artemisia* con la precipitación.

3.1. FUENTE DE MUESTREO AEROBIOLÓGICO

En el presente trabajo se han utilizado los datos de concentración media diaria de polen de *Artemisia* de la base de datos de la Xarxa Aerobiològica de Catalunya para analizar la relación del período de polinización y la precipitación de varios años de muestreo, con detalle estadístico para 4 estaciones de Cataluña. **Girona, Lleida, Vielha y Roquetas – Tortosa.**

La razón por la que fueron elegidas fue su distribución en el espacio, es decir, que cubren los cuatro puntos cardinales de Cataluña.

3.2. PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS

A partir de las mediciones diarias de polen (P/m^3) a lo largo de varios años para cada estación, como de las mediciones diarias de precipitación (mm) para el mismo periodo y estaciones. Se han planteado dos HIPOTESIS, con el fin de determinar la dinámica temporal de la relación entre los dos fenómenos, el tipo de relación de los procesos y el grado de influencia de la precipitación sobre la polinización.

PRIMERA HIPÓTESIS: La lluvia de primavera (verano) hasta el inicio de la polinización, influye más en la polinización de Artemisia

SEGUNDA HIPÓTESIS: La lluvia durante la polinización hace disminuir sus concentraciones atmosféricas.

El esquema del método de análisis de la influencia de la precipitación en la polinización de Artemisia es el siguiente:

- Calculo de Índice Mensual (IM) e Índice Anual (IA) de polen y de precipitación. Cálculo de tendencia de los IA.
- Acotación de los IM del periodo de polinización y cálculo de tendencia.
- Acotación de IM de precipitación previos y los IM de precipitación durante la polinización y cálculos de tendencia.
- Cálculo de coeficiente de correlación entre precipitación y polinización.

3.3. ESTACIONES DE MUESTREO AEROBIOLÓGICO. ANÁLISIS DE DATOS

La siguiente imagen es la localización de las estaciones de muestreo que gestiona el Laboratorio de Análisis Palinológico (LAP), 9 están en Cataluña y 2 en las Islas Canarias, se ha observado los niveles diarios de polen a lo largo del año de varios años en todas ellas, este trabajo no toma en cuenta la estación de Planes de Son porque no se dispone datos completos, pero al

estar cerca de la estación de Vielha comparte características geográficas y bioclimáticas, tampoco toma en cuenta las estaciones de las islas Canarias.

El Punto de Información Aerobiológico, (PIA), detalla la ubicación y la altura a la que se encuentran los captadores Hirst de las estaciones de muestreo polínico en Cataluña.

Este trabajo está centrado en el análisis de las siguientes 4 estaciones:

Girona, Vielha, Lleida y Roquetas - Tortosa.



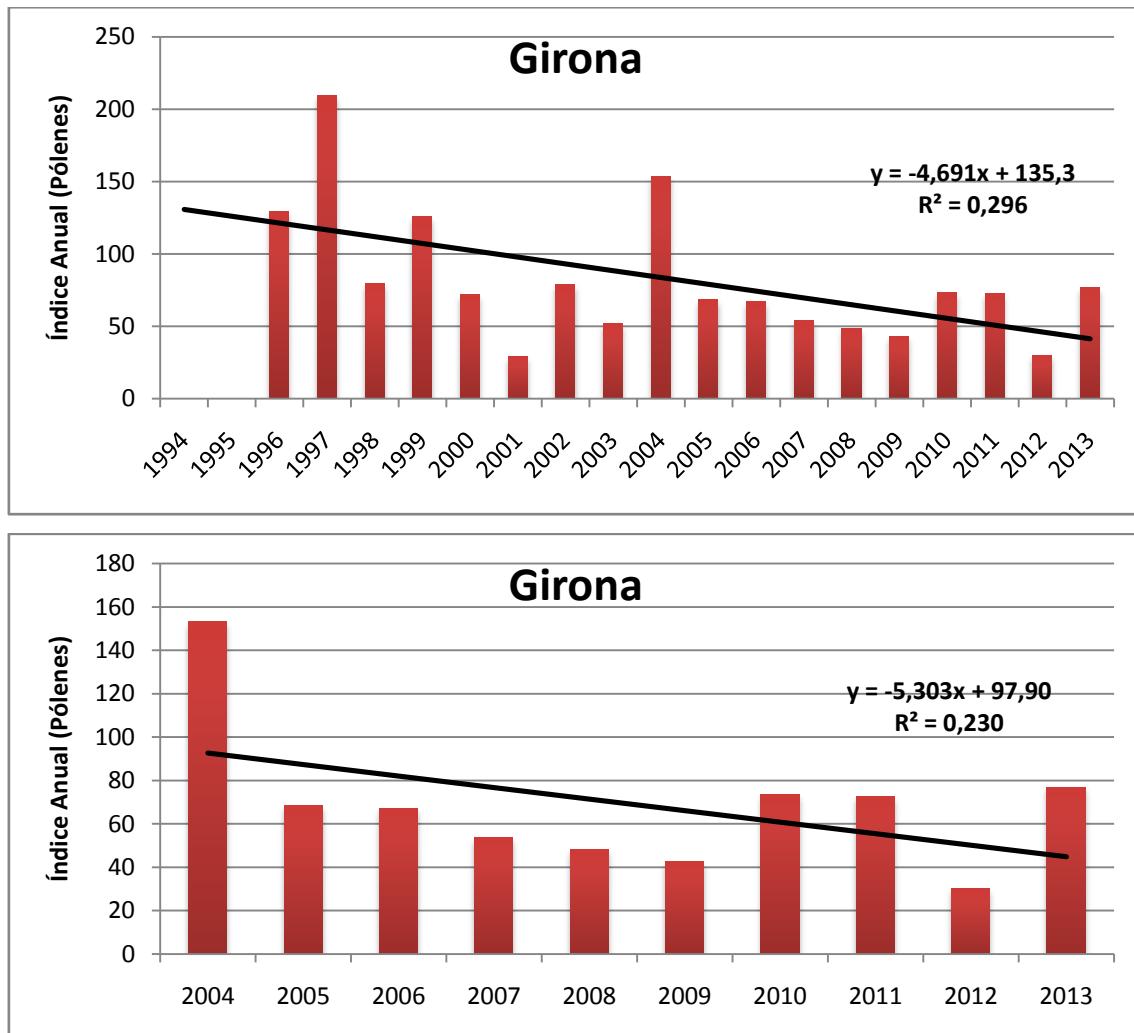
Imagen 3: Mapa de ubicación de las 11 estaciones de muestreo aerobiológico del Laboratorio de Análisis Palinológico.

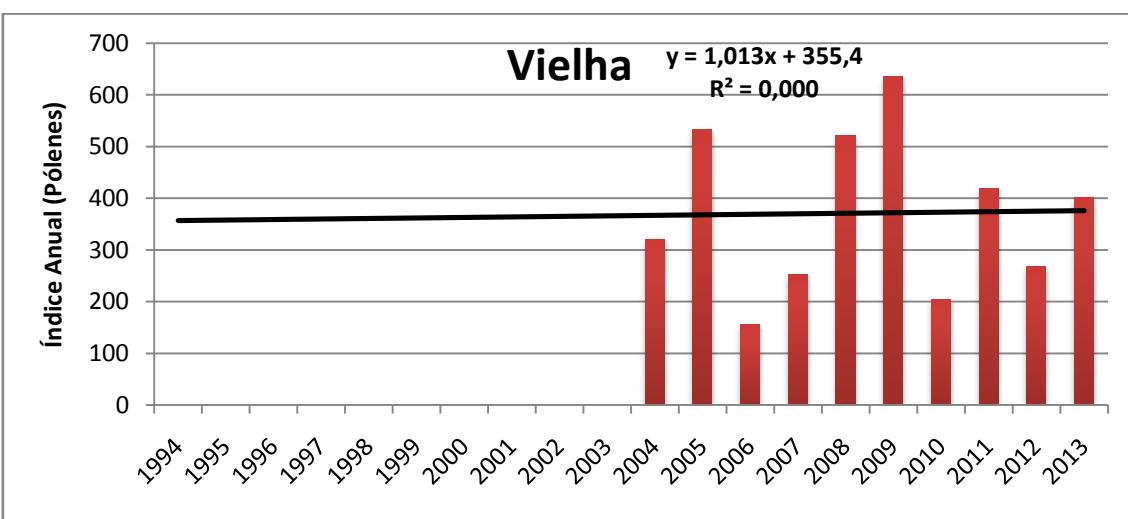
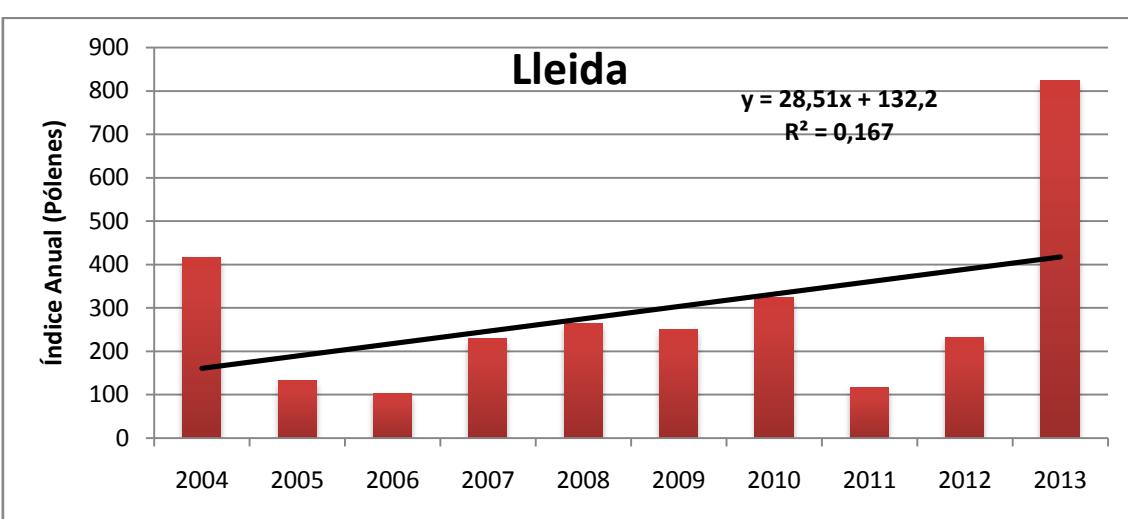
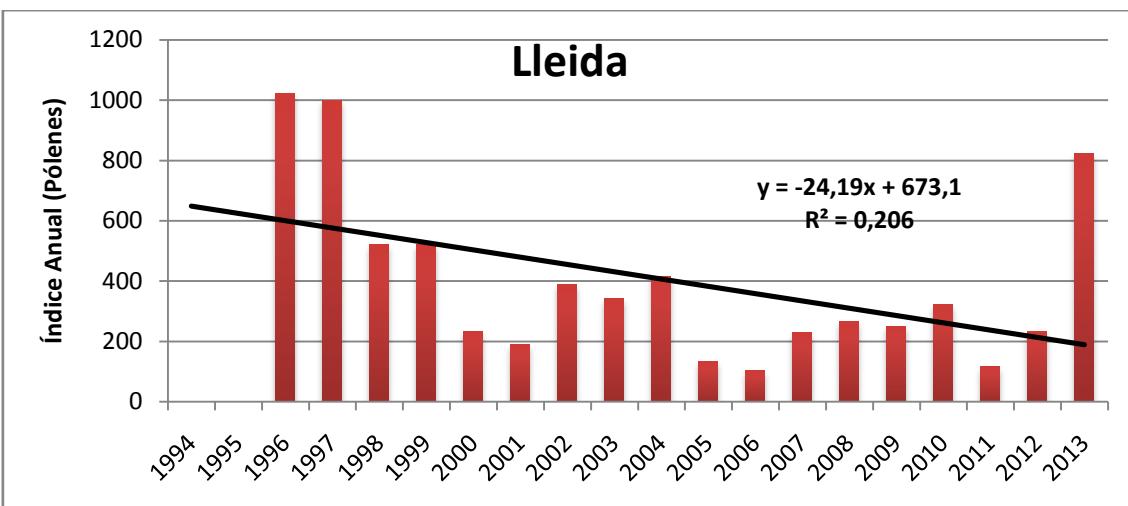
http://lap.uab.cat/aerobiologia/general/imatges/map_2015_v2_710x554.png)

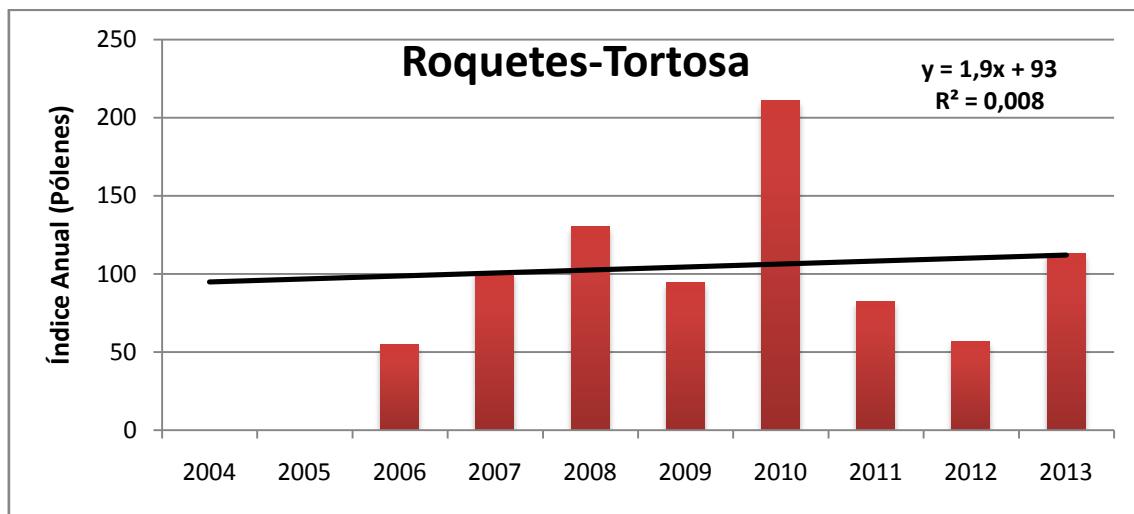
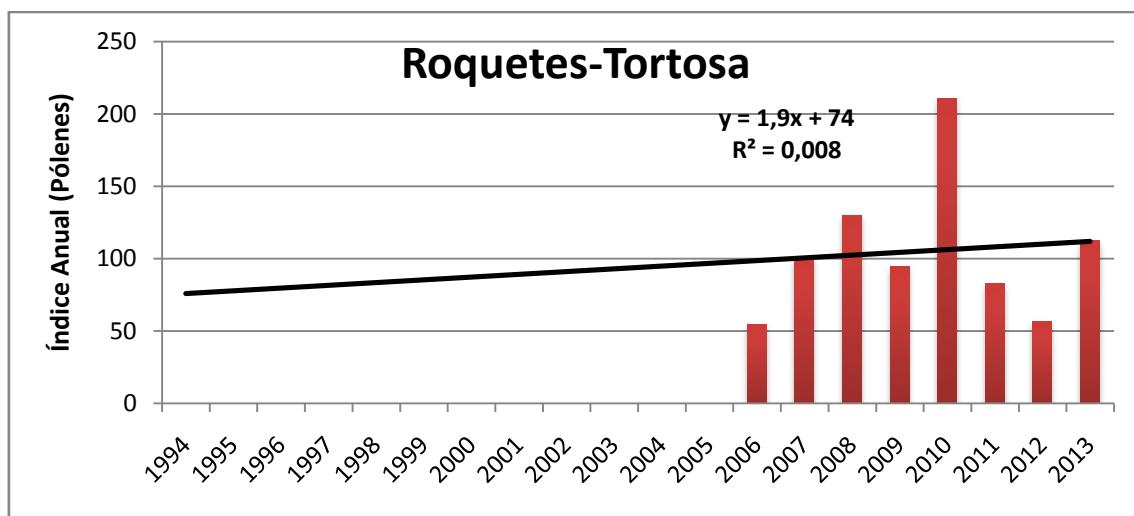
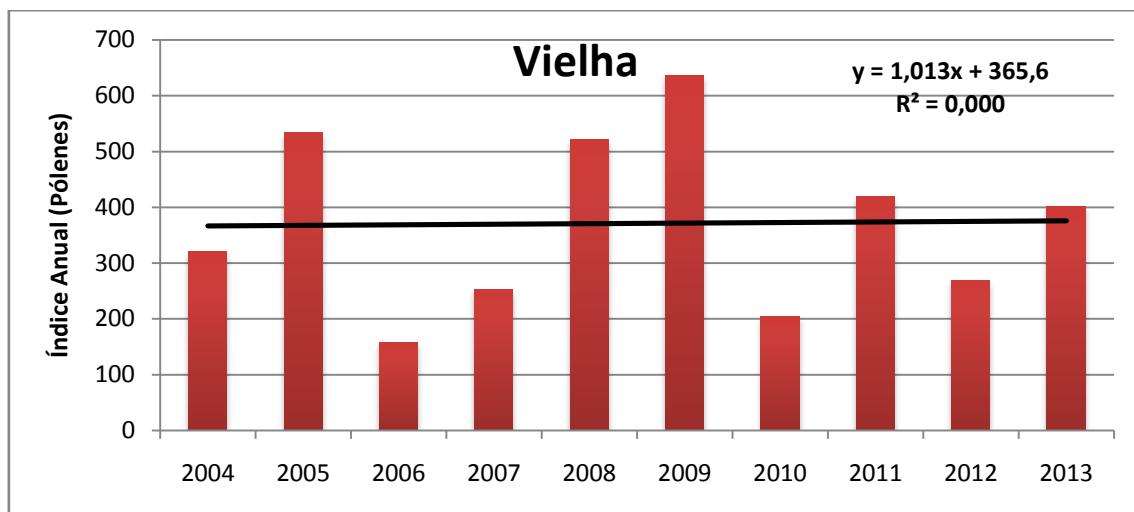
(21/06/2015)

A continuación se muestra la tendencia de los índices anuales de polen de Artemisia en cada estación, con el signo correspondiente si se considera el período entre 1994 a 2013 y el de los últimos 10 años (2004-2013).

COMPARACIÓN DE LAS TENDENCIAS DE LOS ÍNDICES ANUALES DE POLEN DE ARTEMISIA DE LAS ESTACIONES AEROBIOLÓGICAS





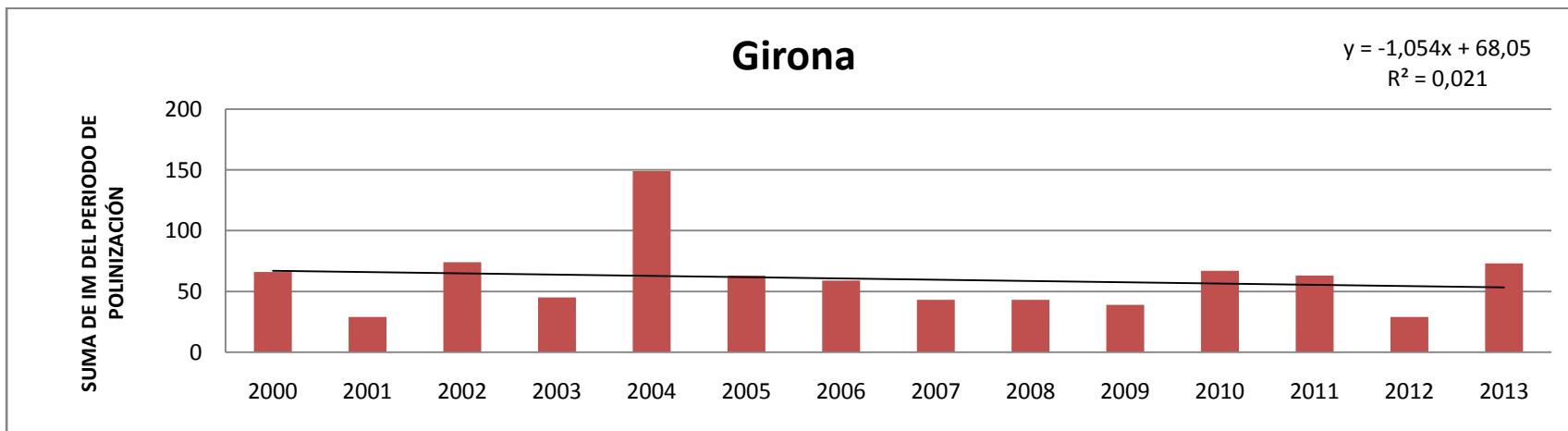
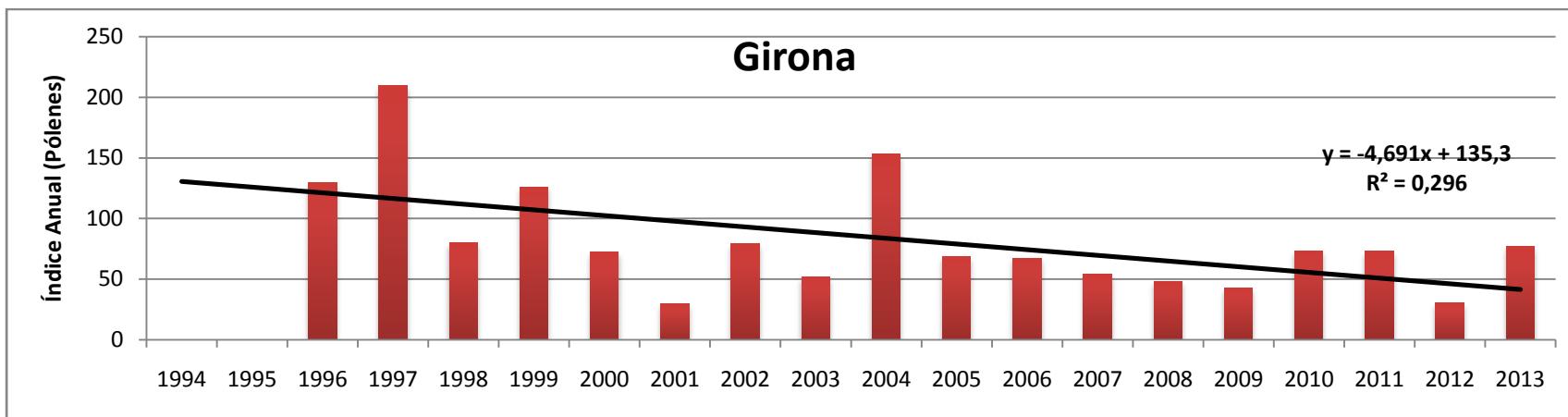


En las siguientes tablas y gráficas se muestran los Índices Mensuales de polen de *Artemisia* de cada estación, año a año, en los que se resalta la época de inicio de polinización y una comparación entre todos los años de cada estación, para ver la dinámica interanual del proceso.

3.3.1. ESTACIÓN DE GIRONA

Estación de Girona: (GIC) se encuentra en la latitud 41º 59' N, longitud 02º 50' E, a 80 m.s.n.m. y a 15 metros del suelo.

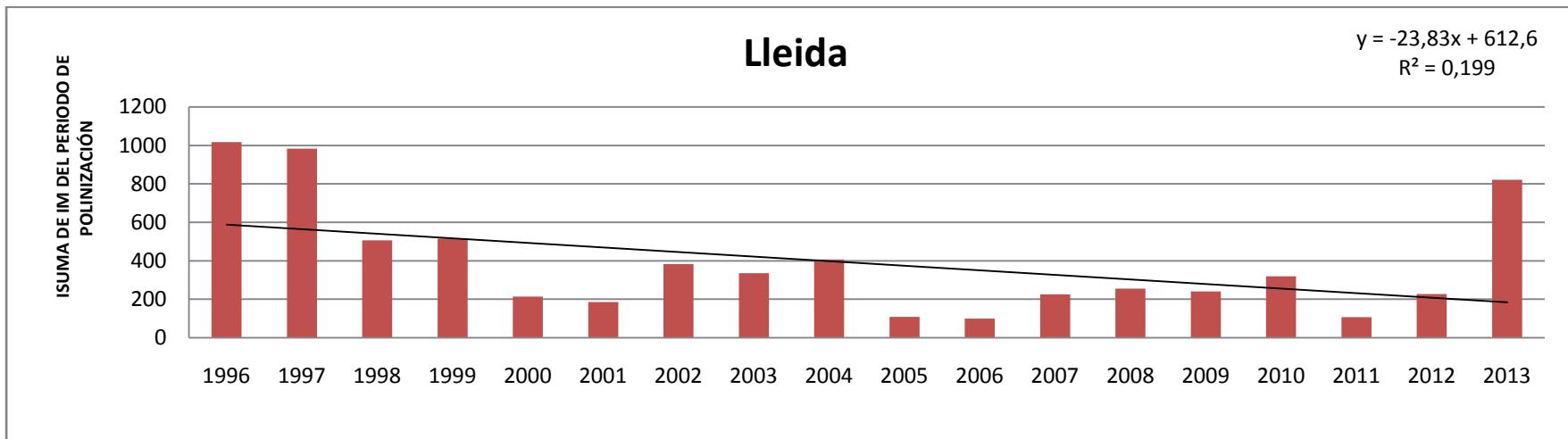
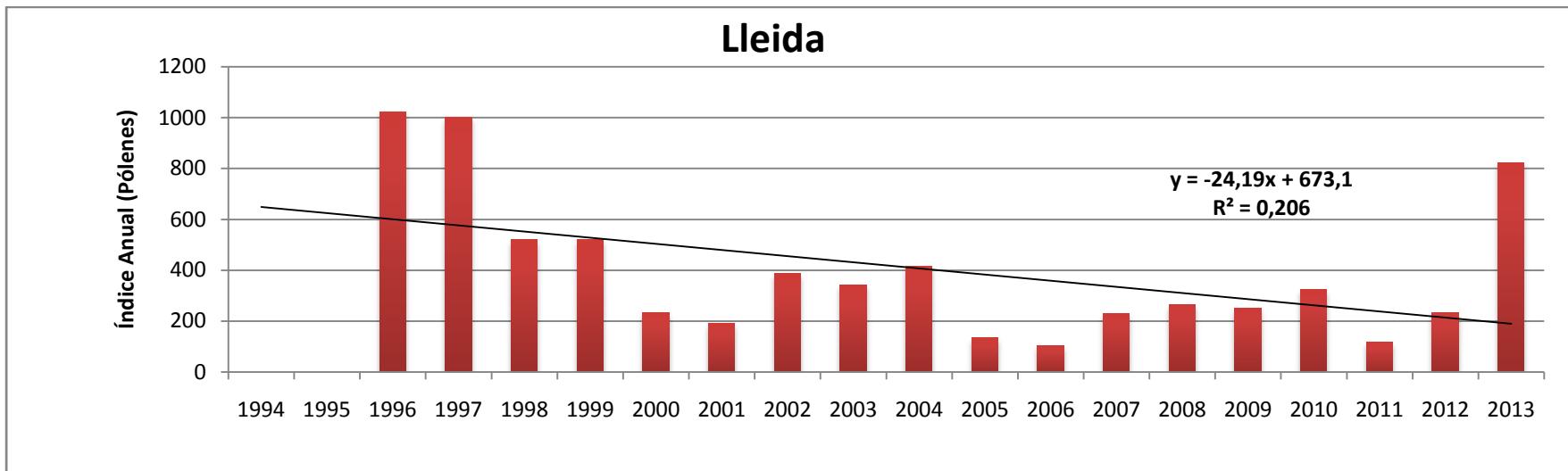
| Índice Mensual (IM) de polen de Artemisia para GIRONA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | |
| | IM | |
| Ene | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| Feb | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| Mar | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Abr | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| May | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Jun | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 5 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| Jul | 0 | 6 | 3 | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 0 | 1 | 0 | 6 | 0 | 2 | |
| Ago | 1 | 14 | 5 | 11 | 6 | 2 | 1 | 0 | 8 | 4 | 1 | 7 | 6 | 6 | 7 | 11 | 6 | 7 | |
| Sep | 69 | 53 | 33 | 57 | 17 | 0 | 43 | 13 | 74 | 35 | 22 | 25 | 15 | 13 | 23 | 30 | 6 | 29 | |
| Oct | 33 | 48 | 27 | 32 | 20 | 24 | 24 | 25 | 55 | 19 | 20 | 6 | 17 | 13 | 30 | 22 | 11 | 18 | |
| Nov | 16 | 81 | 4 | 15 | 24 | 3 | 6 | 7 | 12 | 5 | 15 | 5 | 6 | 7 | 7 | 0 | 6 | 18 | |
| Dic | 4 | 1 | 3 | 4 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 1 | |
| (IA) | 130 | 209 | 80 | 126 | 72 | 29 | 79 | 52 | 153 | 69 | 67 | 54 | 48 | 43 | 74 | 73 | 30 | 77 | |



3.3.2. ESTACIÓN DE LLEIDA

Estación de Lleida: (LLE) se encuentra en la latitud 41º 37' 33" N, longitud 00º 35' 43" E y a 192 m.s.n.m.

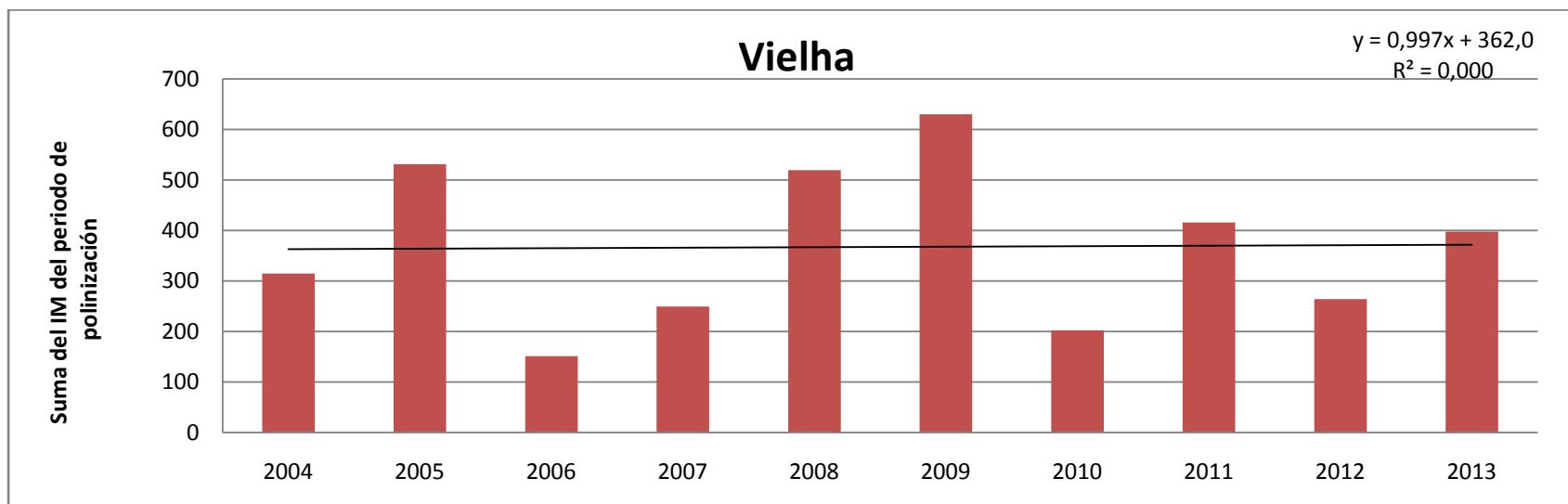
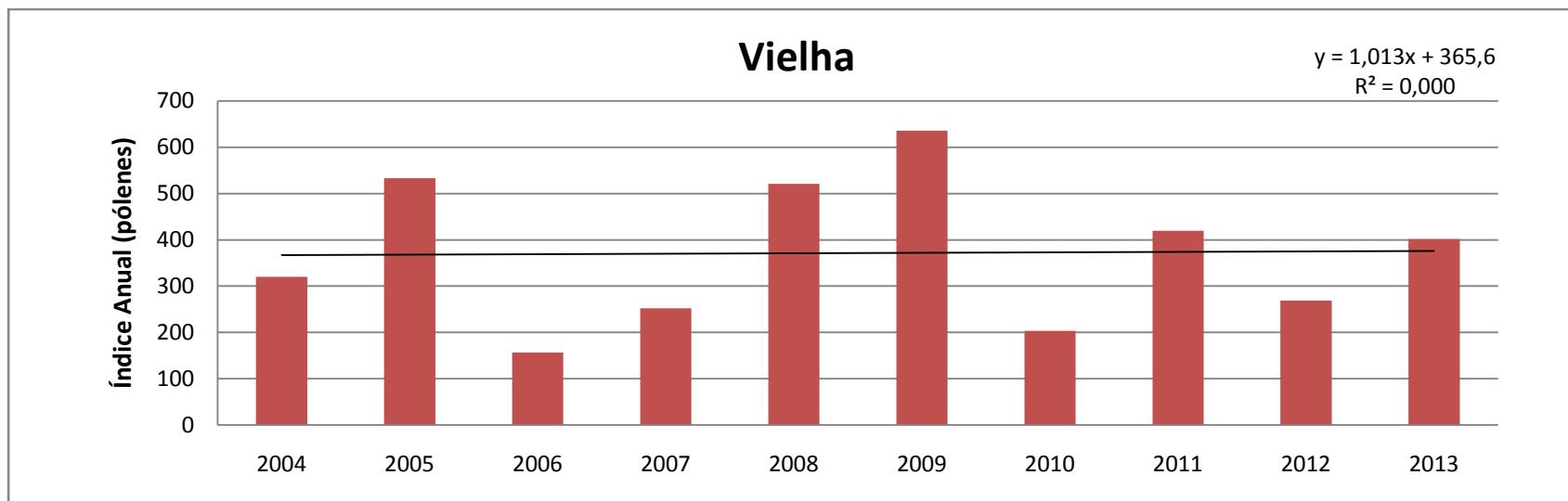
| Índice Anual (IM) de polen de Artemisia para LLEIDA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| | IM |
| Ene | 2 | 10 | 8 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 4 | 8 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 2 | 1 |
| Feb | 1 | 4 | 1 | 1 | 8 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 |
| Mar | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Abr | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| May | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Jun | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 1 |
| Jul | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 |
| Ago | 20 | 39 | 19 | 37 | 18 | 6 | 6 | 6 | 22 | 6 | 4 | 5 | 6 | 4 | 10 | 12 | 4 | 12 |
| Sep | 17 | 63 | 46 | 13 | 21 | 11 | 19 | 27 | 29 | 8 | 6 | 10 | 18 | 23 | 17 | 26 | 18 | 22 |
| Oct | 843 | 240 | 295 | 102 | 77 | 74 | 286 | 107 | 115 | 48 | 10 | 88 | 112 | 51 | 107 | 11 | 31 | 461 |
| Nov | 118 | 620 | 137 | 344 | 95 | 88 | 69 | 195 | 230 | 47 | 79 | 117 | 116 | 148 | 176 | 53 | 158 | 319 |
| Dic | 20 | 21 | 10 | 19 | 3 | 8 | 4 | 1 | 11 | 1 | 0 | 6 | 6 | 15 | 10 | 6 | 17 | 7 |
| (IA) | 1023 | 1000 | 521 | 521 | 233 | 189 | 388 | 343 | 415 | 133 | 103 | 230 | 265 | 251 | 323 | 117 | 232 | 824 |



3.3.3. ESTACIÓN VIELHA

Estación de Vielha: (VIE) se encuentra en la latitud 42° 42' 41" N, longitud 00° 47' 53" E a 997 m.s.n.m. y a 10 metros del suelo.

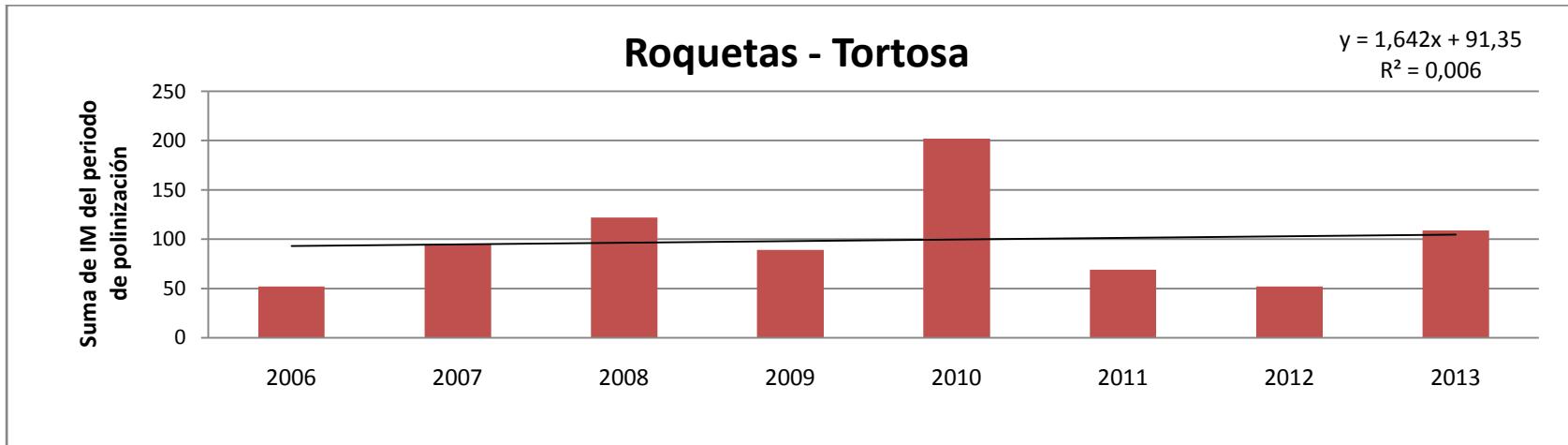
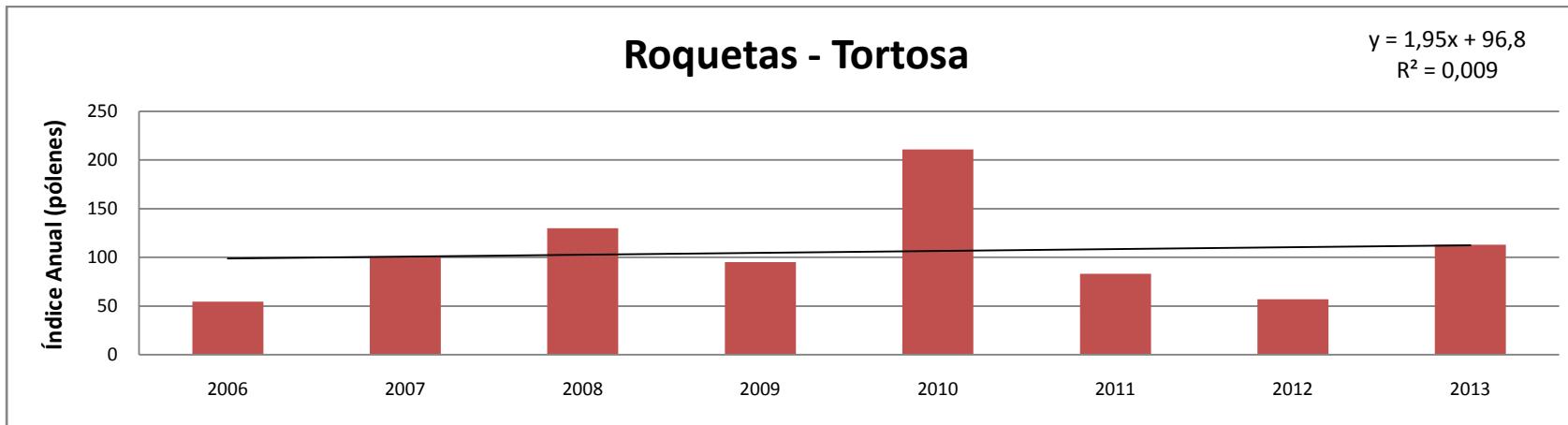
| Índice Mesual (IM) de polen de Artemisia para VIELHA | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | |
| | IM | |
| Ene | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Feb | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | |
| Oct | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| Abr | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | |
| May | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | |
| Jun | 1 | 98 | 6 | 5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| Jul | 8 | 398 | 45 | 34 | 85 | 144 | 20 | 20 | 32 | 8 | |
| Ago | 246 | 31 | 60 | 176 | 399 | 440 | 155 | 367 | 199 | 328 | |
| Sep | 54 | 4 | 35 | 29 | 31 | 29 | 18 | 19 | 22 | 57 | |
| Oct | 5 | 1 | 4 | 4 | 2 | 10 | 8 | 6 | 8 | 5 | |
| Nov | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 8 | 1 | 2 | 3 | 0 | |
| Dic | 4,2 | 0 | 0,7 | 1,4 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0 | 0 | |
| (IA) | 320 | 533 | 157 | 252 | 521 | 636 | 204 | 419 | 269 | 402 | |



3.3.4. ESTACIÓN DE ROQUETAS - TORTOSA

Estación de Roquetas - Tortosa: (TOR) se encuentra en la latitud 40° 29' N, longitud 00° 58' E a 50 m.s.n.m. y a 3 metros del suelo.

| Indice Mesual (IM) de polen de Artemisia para ROQUETAS - TORTOSA | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | |
| | IM | |
| Ene | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 5 | 1 | 3 | |
| Feb | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 6 | 1 | 0 | |
| Mar | 1 | 2 | 1 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | |
| Abr | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| May | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| Jun | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| Jul | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| Ago | 10 | 2 | 5 | 8 | 6 | 8 | 3 | 9 | |
| Sep | 8 | 15 | 9 | 22 | 39 | 27 | 20 | 31 | |
| Oct | 10 | 35 | 20 | 11 | 13 | 5 | 3 | 39 | |
| Nov | 24 | 41 | 81 | 46 | 120 | 23 | 10 | 18 | |
| Dic | 1 | 1 | 7 | 1 | 25 | 6 | 17 | 12 | |
| (IA) | 55 | 101 | 130 | 95 | 211 | 83 | 57 | 113 | |



3.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN

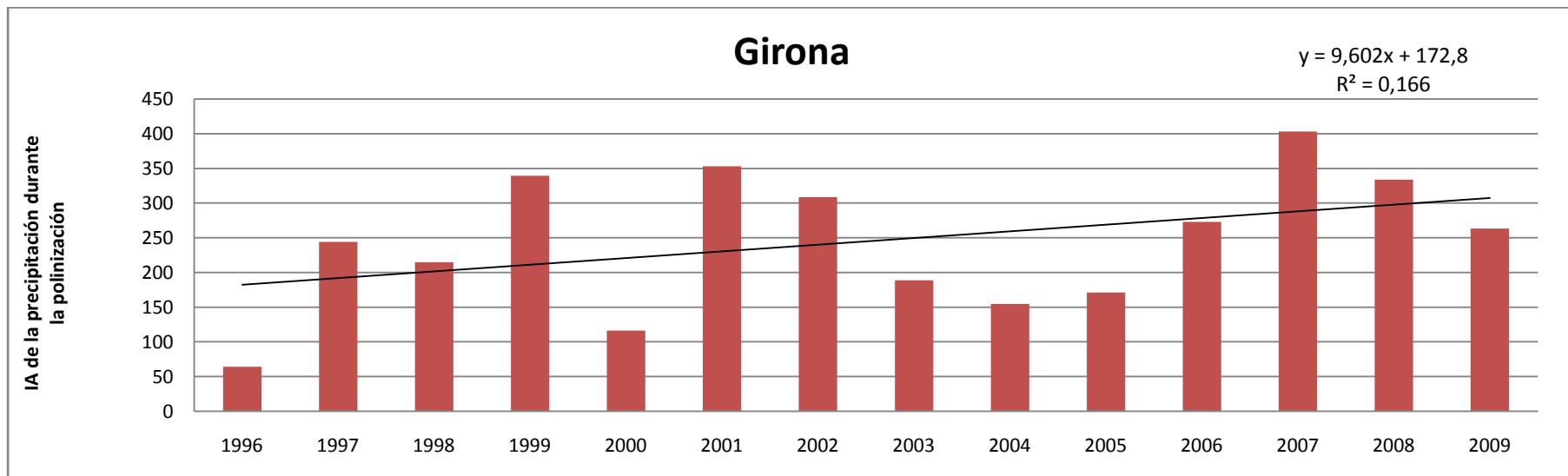
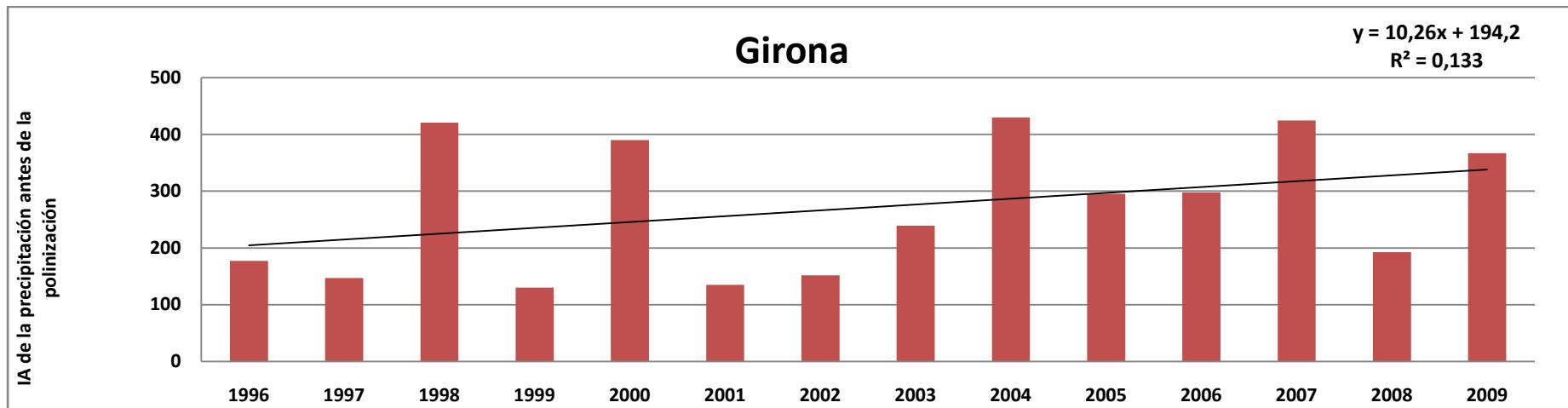
La lista de las precipitaciones diarias (mm o l/m²) a lo largo del mismo período que las concentraciones de polen en las estaciones fueron proporcionadas por el Laboratorio de Análisis Palinológico de la unidad de Botánica de la Universidad Autónoma de Barcelona, que es dirigido por la Dra. Jordina Belmonte.

A continuación se muestran los Índices Mensuales de precipitación de cada estación, año a año, comparando su tendencia en el tiempo considerando dos momentos.

Suma de IM de un período previo a la polinización. Y suma de IM de la precipitación durante el mismo periodo de polinización.

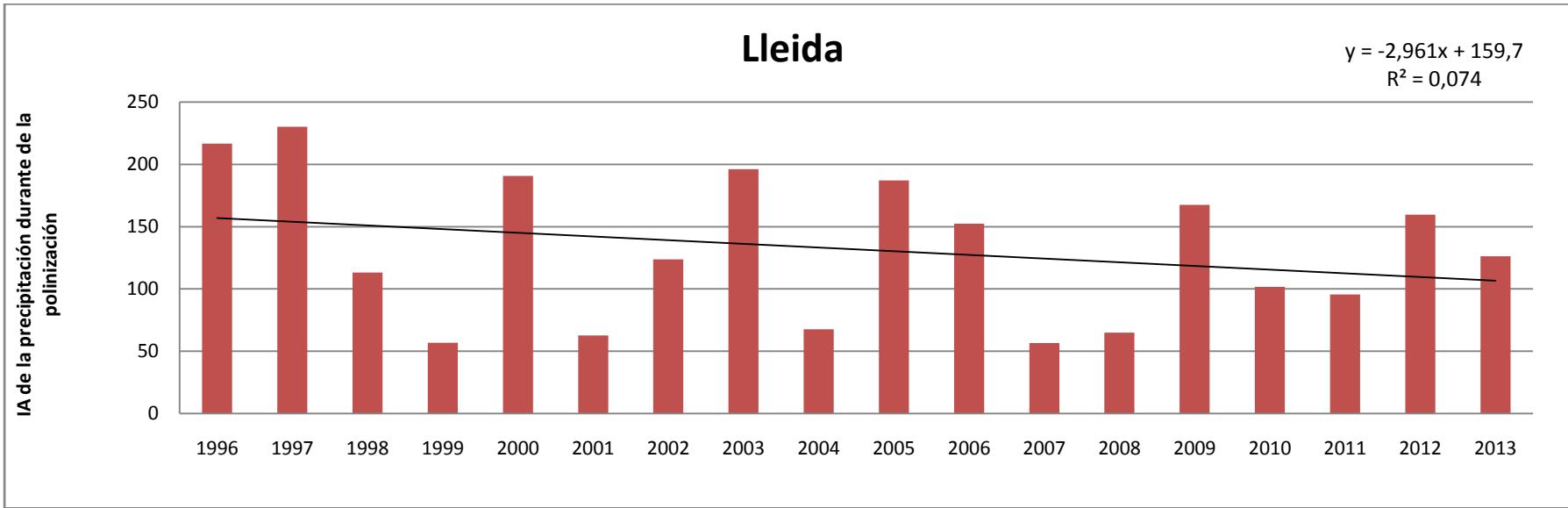
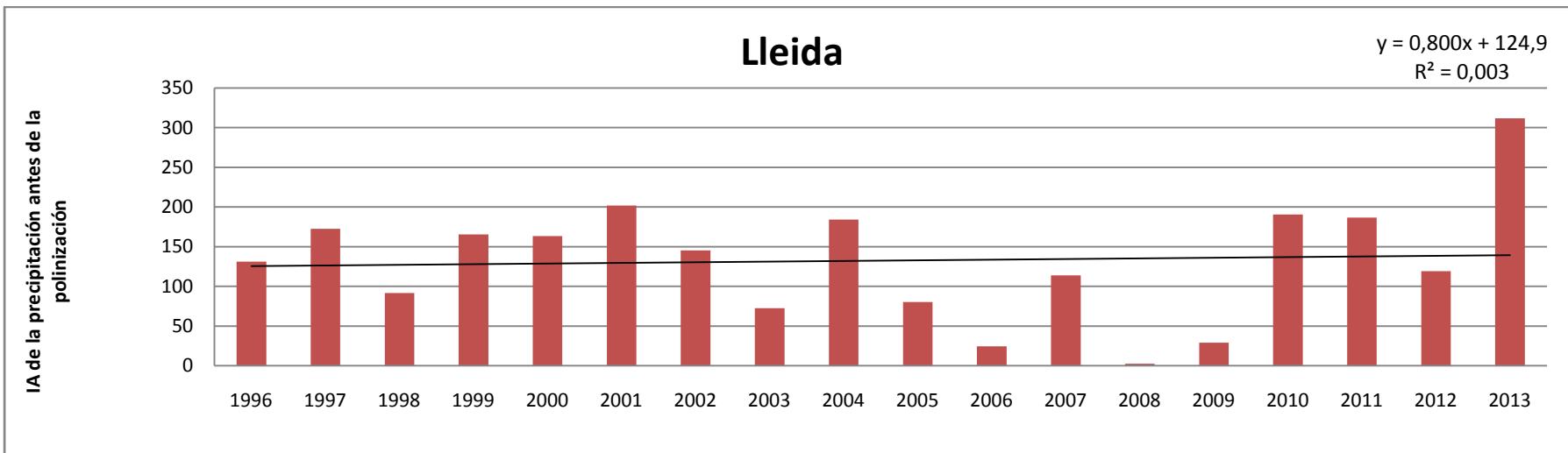
3.4.1. ESTACIÓN DE GIRONA

| Indice mesual (IM) de precipitación para GIRONA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|----|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | | |
| | IM | IM | IM |
| enero | 200 | 89 | 0 | 0 | 26 | 122 | 18 | 63 | 11 | 1 | 141 | 4 | 42 | 60 | 45 | 49 | 23 | 13 | | |
| febrero | 60 | 2 | 0 | 0 | 3 | 26 | 29 | 107 | 78 | 111 | 17 | 66 | 46 | 53 | 107 | 15 | 3 | 37 | | |
| marzo | 57 | 0 | 0 | 0 | 21 | 42 | 30 | 37 | 80 | 23 | 43 | 31 | 125 | 43 | 107 | 124 | 52 | 121 | | |
| abril | 137 | 36 | 0 | 0 | 70 | 14 | 123 | 35 | 149 | 20 | 1 | 118 | 61 | 131 | 30 | 42 | 46 | 84 | | |
| mayo | 54 | 7 | 0 | 0 | 18 | 50 | 105 | 37 | 109 | 52 | 17 | 59 | 107 | 69 | 125 | 53 | 50 | 87 | | |
| junio | 52 | 168 | 0 | 0 | 1 | 0 | 108 | 8 | 38 | 13 | 2 | 15 | 100 | 19 | 30 | 50 | 31 | 44 | | |
| julio | 38 | 50 | 0 | 0 | 66 | 42 | 53 | 12 | 15 | 26 | 89 | 17 | 37 | 33 | 6 | 155 | 15 | 32 | | |
| agosto | 21 | 104 | 0 | 0 | 6 | 27 | 57 | 32 | 28 | 66 | 149 | 121 | 20 | 18 | 71 | 5 | 27 | 66 | | |
| septiembre | 78 | 22 | 0 | 0 | 23 | 127 | 19 | 80 | 25 | 79 | 65 | 11 | 28 | 53 | 82 | 39 | 69 | 25 | | |
| octubre | 42 | 47 | 0 | 0 | 11 | 32 | 98 | 188 | 52 | 93 | 94 | 51 | 47 | 55 | 90 | 96 | 188 | 17 | | |
| noviembre | 126 | 96 | 0 | 0 | 23 | 58 | 41 | 39 | 12 | 115 | 0 | 5 | 59 | 45 | 30 | 264 | 51 | 156 | | |
| diciembre | 145 | 79 | 0 | 0 | 102 | 11 | 55 | 109 | 117 | 0 | 31 | 47 | 142 | 18 | 21 | 0 | 0 | 16 | | |
| INDICE ANUAL (IA) | 1010 | 698 | 0 | 0 | 373 | 550 | 738 | 749 | 712 | 600 | 650 | 546 | 814 | 597 | 744 | 892 | 552 | 696 | | |



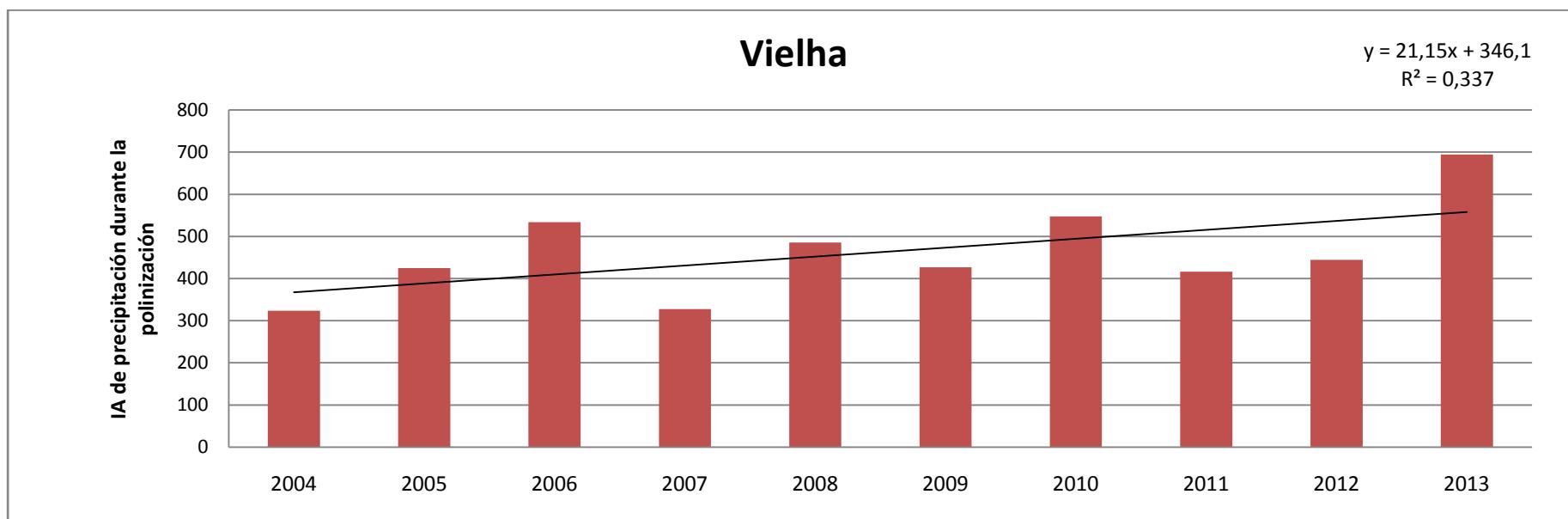
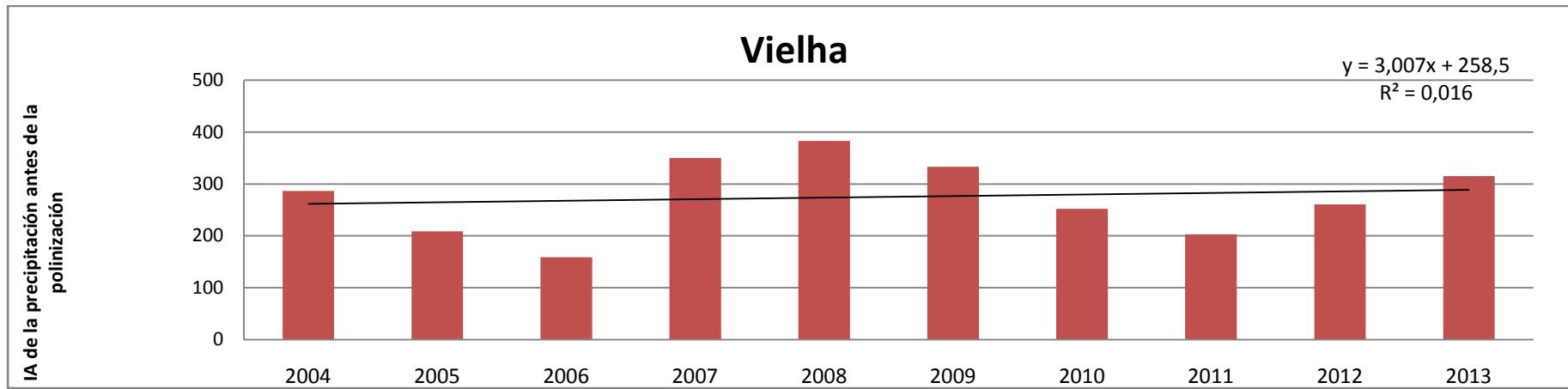
3.4.2. ESTACIÓN DE LLEIDA

| | (IM) LLEIDA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | |
| | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | |
| enero | 129 | 91 | 15 | 23 | 2 | 28 | 20 | 18 | 5 | 3 | 30 | 17 | 19 | 0 | 81 | 6 | 3 | 36 | |
| febrero | 5 | 2 | 16 | 0 | 8 | 2 | 5 | 63 | 43 | 8 | 4 | 13 | 0 | 0 | 23 | 8 | 1 | 29 | |
| marzo | 16 | 9 | 9 | 43 | 19 | 46 | 24 | 16 | 31 | 10 | 2 | 11 | 3 | 0 | 36 | 83 | 23 | 74 | |
| abril | 47 | 36 | 45 | 39 | 23 | 62 | 43 | 18 | 68 | 3 | 10 | 63 | 0 | 0 | 29 | 33 | 56 | 79 | |
| mayo | 29 | 18 | 25 | 70 | 57 | 43 | 40 | 5 | 50 | 52 | 3 | 27 | 0 | 0 | 55 | 49 | 14 | 30 | |
| junio | 35 | 98 | 2 | 10 | 60 | 0 | 27 | 28 | 10 | 7 | 1 | 11 | 0 | 17 | 63 | 12 | 17 | 41 | |
| julio | 4 | 11 | 12 | 4 | 4 | 51 | 10 | 5 | 25 | 8 | 8 | 2 | 0 | 12 | 9 | 9 | 9 | 87 | |
| agosto | 18 | 53 | 6 | 24 | 11 | 10 | 31 | 36 | 6 | 29 | 15 | 8 | 2 | 25 | 16 | 1 | 9 | 22 | |
| septiembre | 17 | 37 | 49 | 0 | 10 | 23 | 25 | 46 | 3 | 22 | 75 | 13 | 22 | 63 | 26 | 14 | 34 | 5 | |
| octubre | 34 | 29 | 2 | 0 | 90 | 12 | 31 | 67 | 24 | 64 | 37 | 22 | 41 | 28 | 40 | 9 | 77 | 14 | |
| noviembre | 74 | 39 | 13 | 30 | 46 | 11 | 17 | 28 | 4 | 64 | 8 | 10 | 0 | 4 | 11 | 70 | 35 | 73 | |
| diciembre | 74 | 73 | 44 | 3 | 33 | 6 | 21 | 20 | 31 | 8 | 18 | 3 | 0 | 47 | 8 | 0 | 6 | 12 | |
| Indice Anual (IA) | 482 | 495 | 236 | 245 | 364 | 295 | 294 | 350 | 300 | 279 | 211 | 201 | 86,2 | 197 | 396 | 296 | 283 | 503 | |



3.4.3. ESTACIÓN DE VIELHA

| Indice Mesual (IM) de precipitación para VIELHA | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|--|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | |
| | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | |
| enero | 111 | 60 | 77 | 8 | 61 | 81 | 58 | 21 | 33 | 163 | |
| febrero | 23 | 38 | 8 | 56 | 18 | 69 | 22 | 87 | 37 | 97 | |
| marzo | 72 | 22 | 79 | 98 | 157 | 42 | 60 | 88 | 70 | 68 | |
| abril | 128 | 88 | 33 | 87 | 98 | 205 | 56 | 38 | 128 | 80 | |
| mayo | 87 | 98 | 47 | 165 | 128 | 86 | 136 | 76 | 63 | 167 | |
| junio | 20 | 91 | 87 | 62 | 71 | 59 | 137 | 83 | 52 | 182 | |
| julio | 66 | 37 | 66 | 36 | 105 | 28 | 86 | 59 | 56 | 64 | |
| agosto | 65 | 108 | 15 | 90 | 29 | 70 | 45 | 44 | 52 | 60 | |
| septiembre | 18 | 55 | 174 | 20 | 42 | 44 | 65 | 27 | 60 | 71 | |
| octubre | 85 | 95 | 90 | 56 | 73 | 83 | 105 | 46 | 157 | 93 | |
| noviembre | 70 | 39 | 101 | 63 | 165 | 143 | 110 | 157 | 68 | 225 | |
| diciembre | 59 | 40 | 23 | 60 | 42 | 82 | 36 | 83 | 49 | 63 | |
| Indice Anual (IA) | 803,4 | 771 | 800 | 802 | 988,4 | 991,6 | 916 | 810 | 825 | 1333 | |



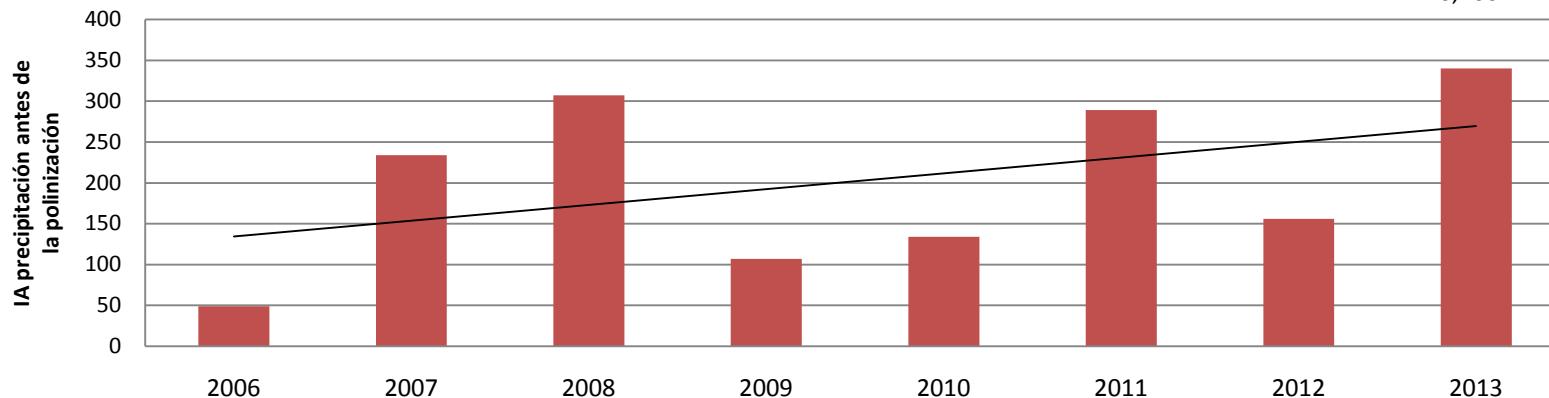
3.4.4. ESTACION DE ROQUETAS – TORTOSA

| | Indice Mensual (IM) de precipitación para ROQUETAS - TORDERA | | | | | | | |
|-------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM | IM |
| enero | 67 | 13 | 11 | 31 | 67 | 19 | 21 | 15 |
| febrero | 34 | 28 | 39 | 9 | 28 | 2 | 0 | 75 |
| marzo | 34 | 42 | 2 | 13 | 22 | 144 | 41 | 88 |
| abril | 7 | 140 | 22 | 80 | 27 | 89 | 71 | 82 |
| mayo | 5 | 26 | 225 | 1 | 47 | 29 | 14 | 58 |
| junio | 2 | 6 | 14 | 9 | 34 | 10 | 15 | 87 |
| julio | 1 | 20 | 44 | 4 | 5 | 18 | 14 | 26 |
| agosto | 19 | 6 | 18 | 8 | 32 | 2 | 1 | 16 |
| septiembre | 199 | 29 | 42 | 117 | 51 | 0 | 37 | 5 |
| octubre | 98 | 77 | 127 | 31 | 102 | 20 | 113 | 3 |
| noviembre | 48 | 0 | 35 | 6 | 11 | 177 | 147 | 112 |
| diciembre | 12 | 130 | 47 | 32 | 8 | 2 | 5 | 9 |
| INDICE ANUAL (IA) | 527 | 516 | 626 | 340 | 433 | 510 | 478 | 574 |

Roquetas - Tortosa

$$y = 19,28x + 115,2$$

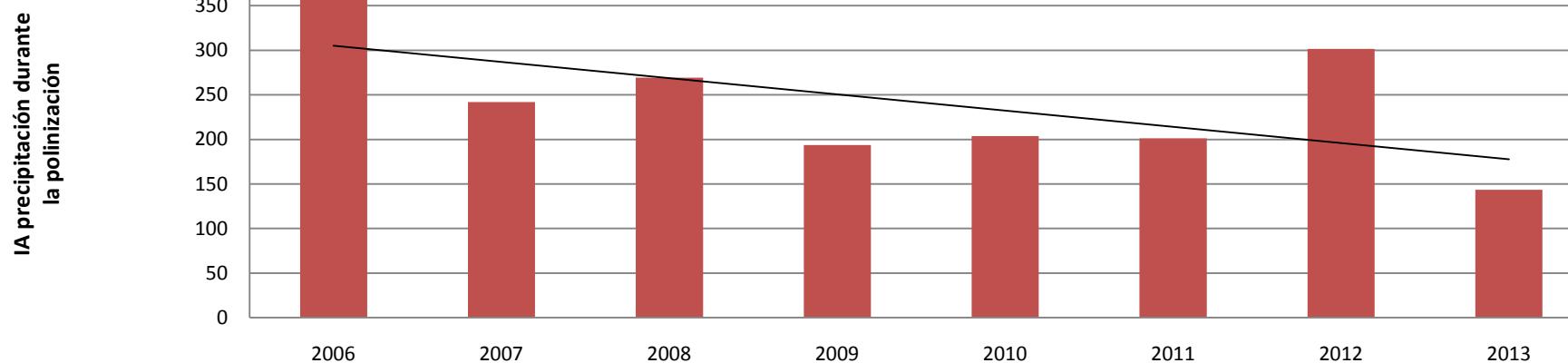
$$R^2 = 0,200$$



Roquetas - Tortosa

$$y = -18,21x + 323,3$$

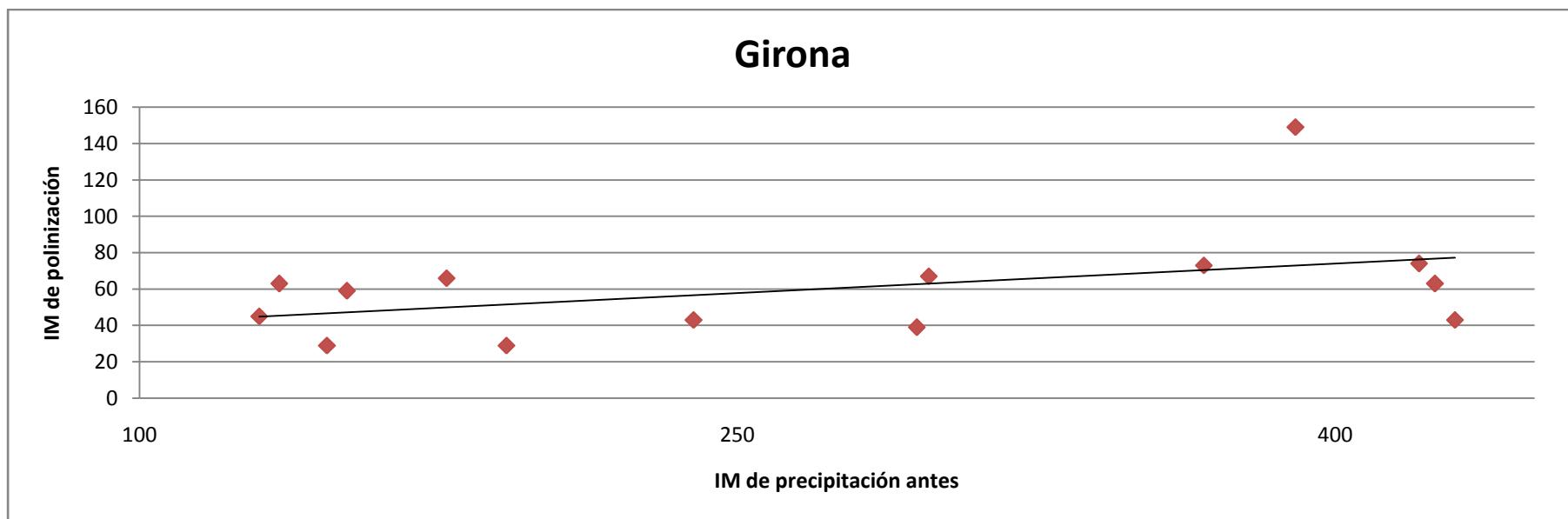
$$R^2 = 0,37$$

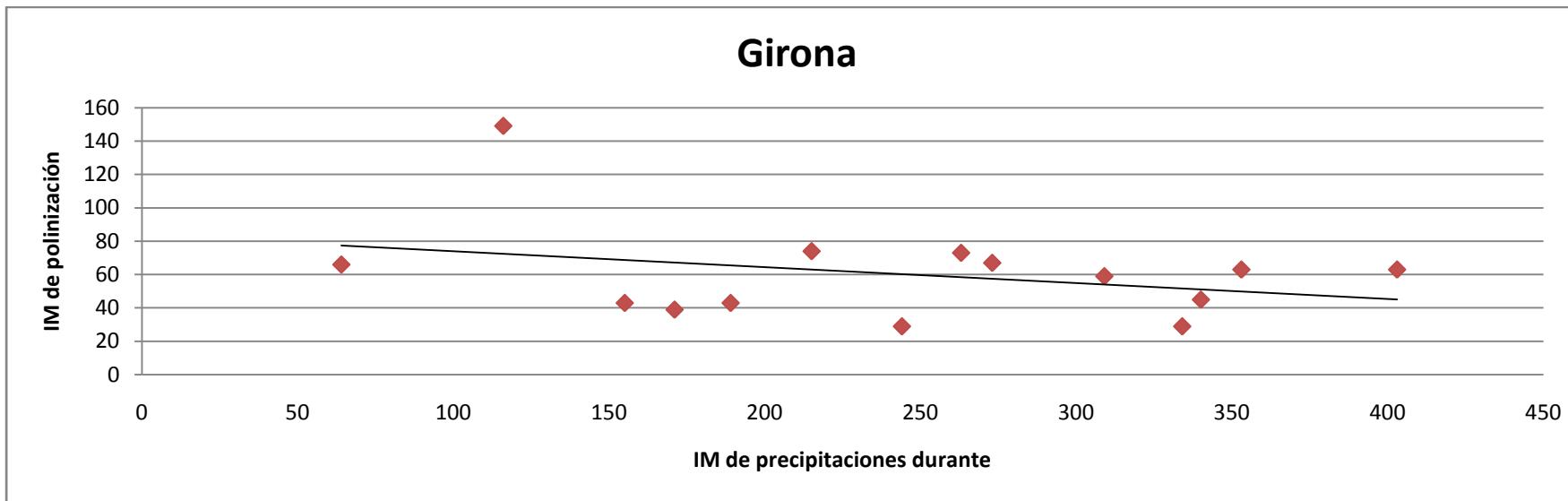


3.5. CORRELACIÓN DE DATOS DE PRECIPITACIÓN Y POLINIZACIÓN DE ARTEMISIA

3.5.1. GIRONA

Se tomaron en cuenta los IM de precipitación de marzo a julio y se correlacionaron con la suma de los IM de los meses de polinización de agosto a noviembre.

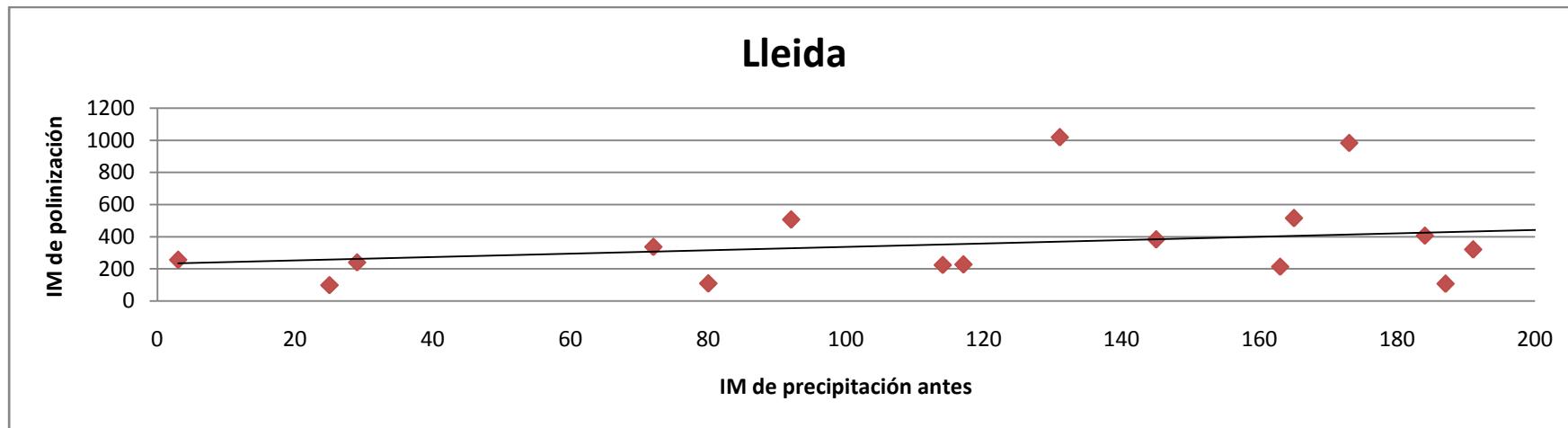




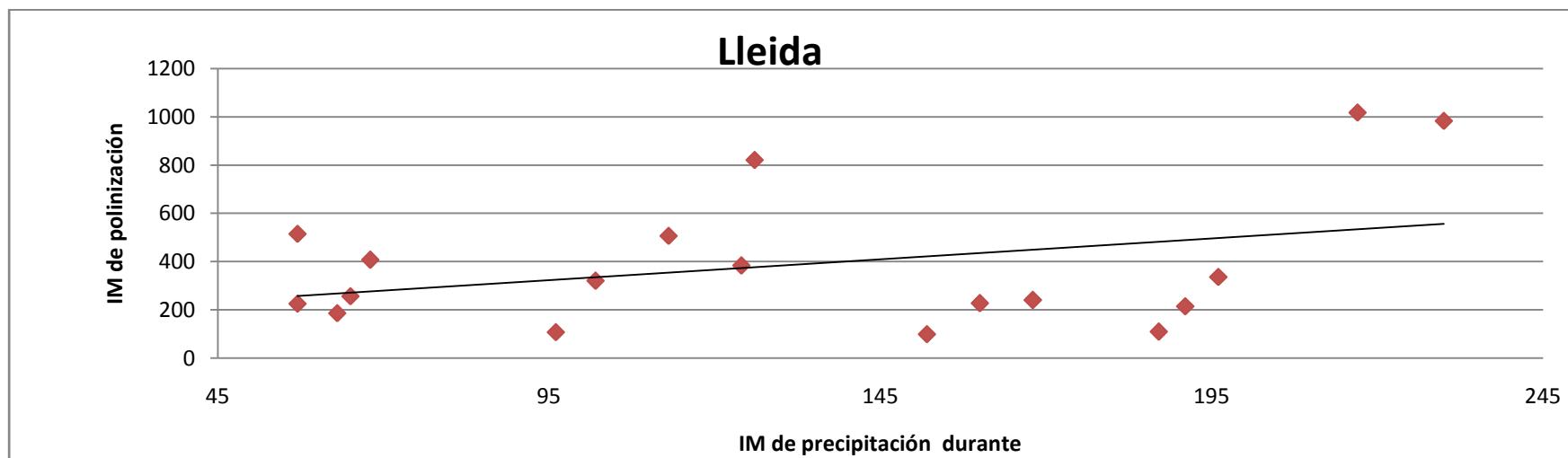
Coeficiente de correlación: - 0.3

3.5.2. LLEIDA

Se tomaron en cuenta los IM de precipitación de marzo a julio y se correlacionaron con la suma de los IM de los meses de polinización de agosto a diciembre.



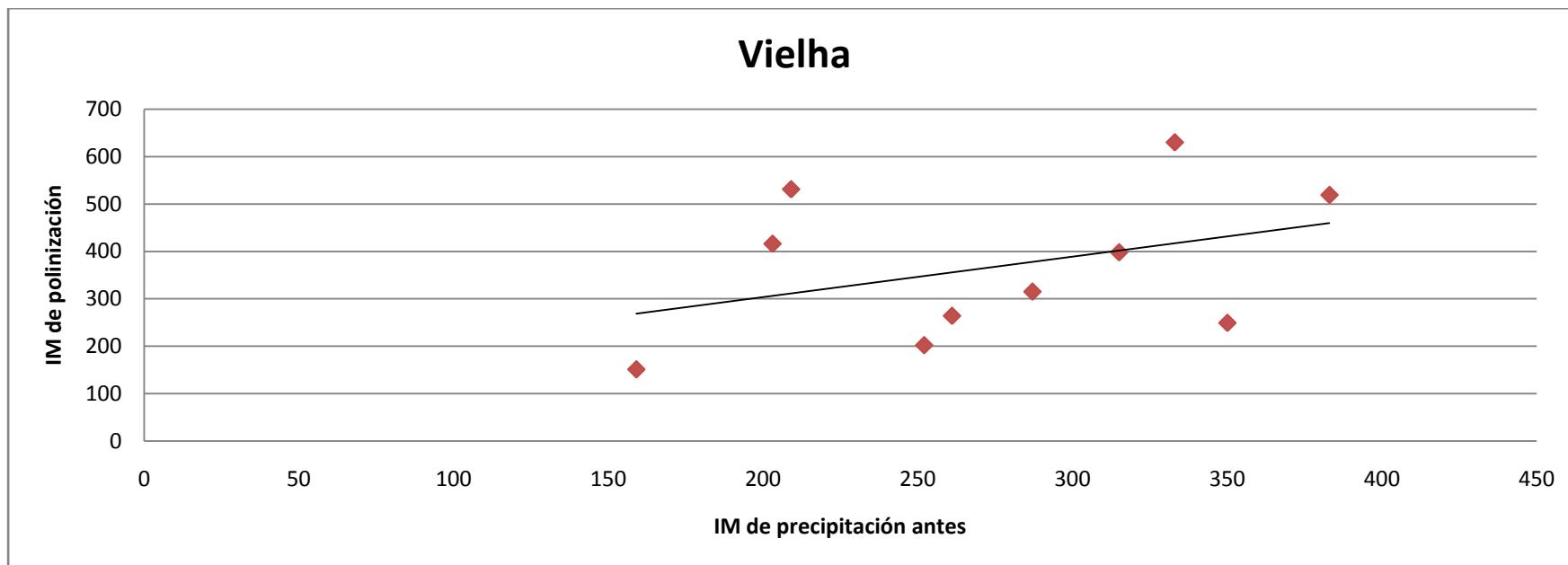
Coeficiente de correlación: 0.41



Coeficiente de correlación: 0.35

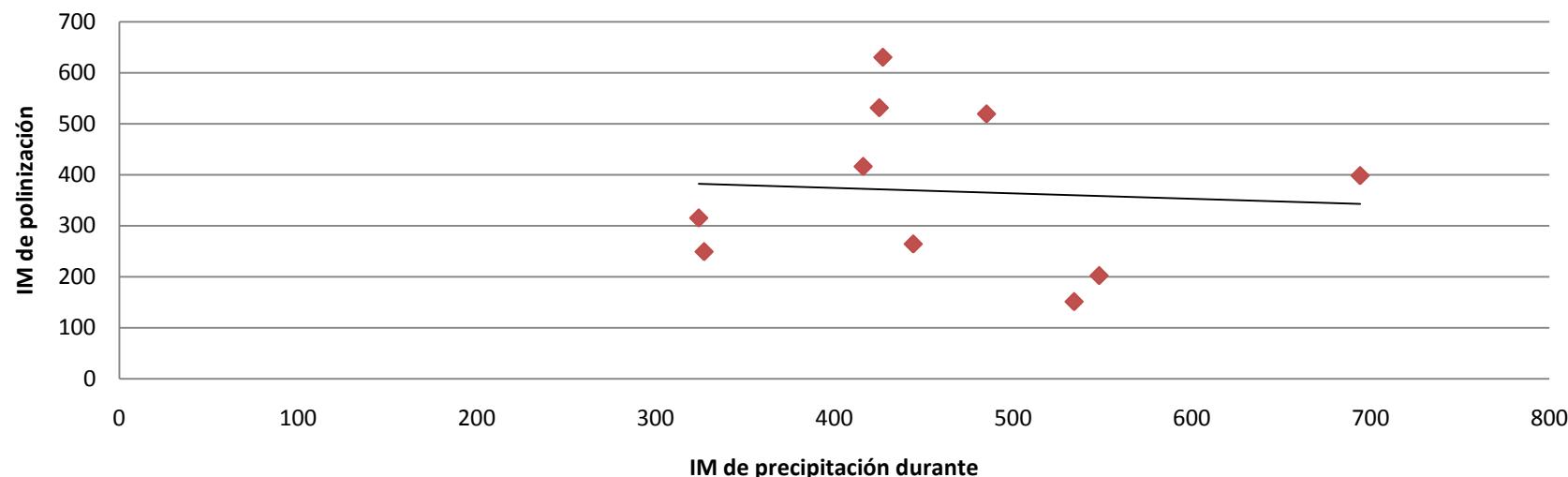
3.5.3. VIELHA

Se tomaron en cuenta los IM de precipitación de marzo a mayo y se correlacionaron con la suma de los IM de los meses de polinización de junio a noviembre.



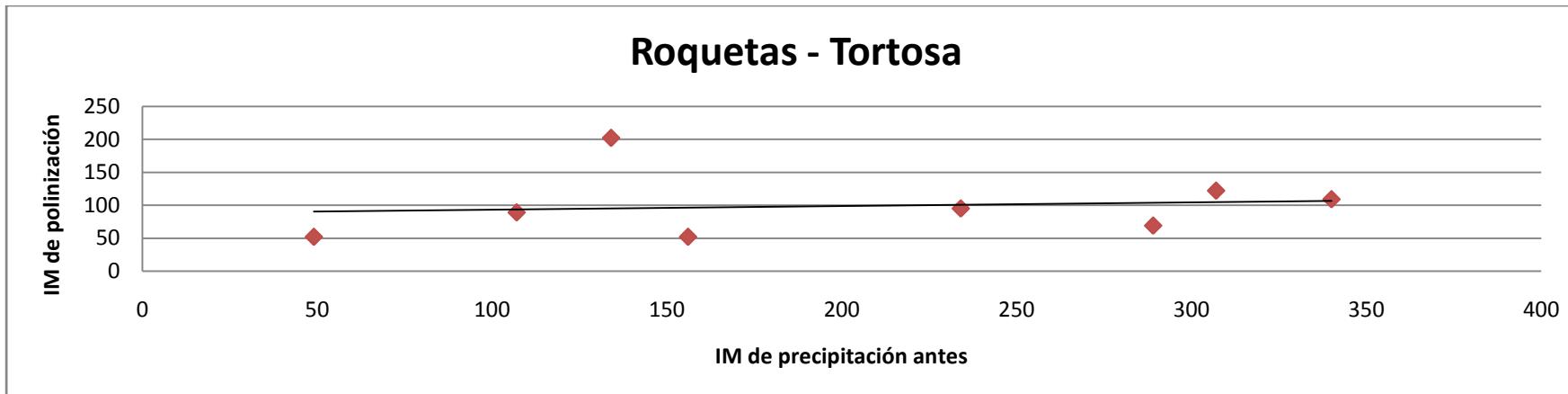
Coeficiente de correlación: 0.39

Vielha

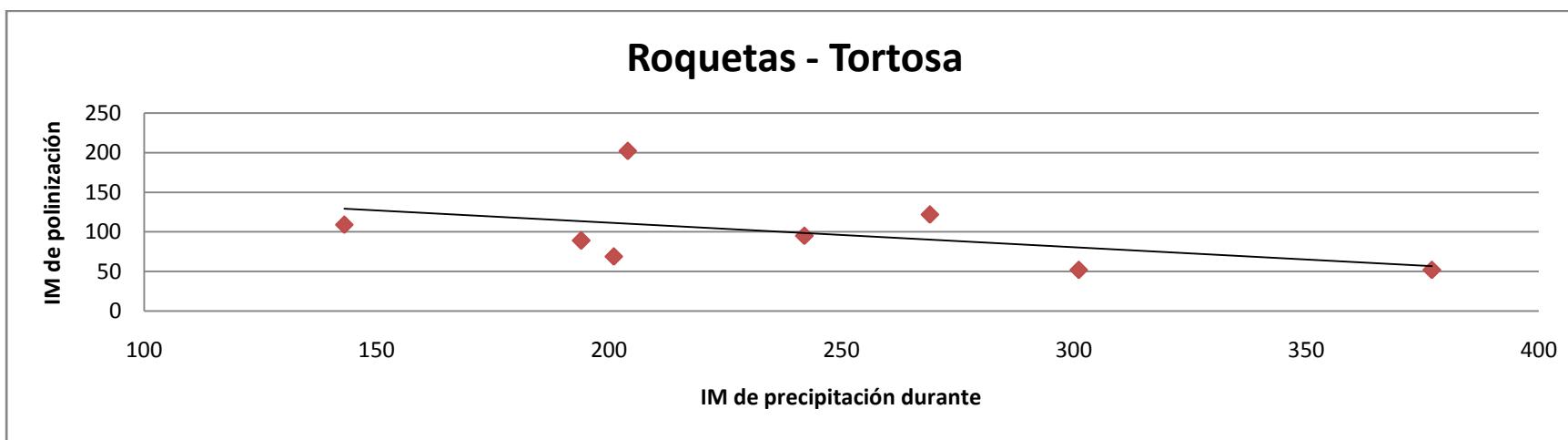


Coeficiente de correlación: - 0.07

3.5.4. ROQUETAS – TORTOSA



Coeficiente de correlación: 0.12



Coeficiente de correlación: - 0.47

4. RESULTADOS

La observación de la dinámica polínica de *Artemisia* a lo largo de los años de muestreo de cada estación y de la evolución de la precipitación para las mismas zonas se describe por partes.

En la comparación de los Índices Anuales de polen de *Artemisia* en cada estación en el período entre 1994 a 2013 se observa una tendencia decreciente para las estaciones de Girona y Lleida y creciente para Vielha y Roquetas – Tortosa.

Sin embargo, en la comparación de los últimos 10 años (2004-2013), la tendencia es positiva, los Índices anuales tienden a crecer. A excepción de Girona que mantiene la tendencia decreciente.

4.1. SOBRE LA POLINIZACIÓN

Para **Girona** el análisis se realizó desde el año 2000 por carecer de datos de precipitación para la comparación. El período de polinización (agosto a septiembre) para todos los años es regular y el conteo polínico es muy variable pero con tendencia a disminuir.

En **Lleida** el período de polinización se mantiene durante el tiempo (de agosto a noviembre), y es notoria la tendencia negativa de la cantidad de polen en el período completo, pero aumenta cuando se observa el período de 2004 a 2013.

En **Vielha**, la polinización de junio a noviembre se mantiene acotada en el tiempo sin grandes variaciones, al igual que el aumento de su tendencia en el tiempo.

En **Roquetas – Tortosa** el período de agosto a diciembre de polinización también se mantiene en el tiempo y su tendencia aumenta ligeramente.

4.2. SOBRE LA PRECIPITACIÓN

En Girona y Vielha la tendencia de la precipitación antes y durante el período de polinización es positiva.

En Lleida y Roquetas - Tortosa las precipitaciones previas a la polinización tienden a aumentar en el tiempo, pero durante la polinización tienen una tendencia negativa.

En términos generales, la precipitación en los meses previos a la época de polinización ha aumentado en el tiempo para todas las estaciones.

La diferencia se deja ver en lugares más secos como Lleida y Roquetas - Tortosa.

4.3. SOBRE LA CORRELACIÓN

| | CORRELACION ANTES | CORRELACIÓN DURANTE |
|-----------------------|----------------------|------------------------|
| GIRONA | 0.43 | -0.3 |
| LLEIDA | 0.41 | 0.35 |
| VIELHA | 0.39 | -0.07 |
| ROQUETAS - TORTOSA | 0.12 | -0.47 |

Los coeficiente de correlación entre el periodo de polinización y los meses de precipitación previos para todas las estaciones fueron positivos, lo que indica que ambos crecen en el mismo sentido. La interpretación es que a mayor precipitación previa, mayor será la concentración de polen.

Los coeficientes de correlación para los meses de precipitación durante periodo de polinización son negativos, esto indica que a mayor precipitación, menor concentración de polen, para el caso de Girona.

Sin embargo, para las estaciones de Lleida y Roquetas - Tortosa, la relación es a la inversa, es decir, la tendencia a subir viene de la polinización, y a bajar de la precipitación.

La diferencia se observa con Lleida, que tiene ambos coeficientes con valor positivo, se interpreta como un aumento en el mismo sentido de ambos parámetros (precipitación y concentración de polen), antes y durante la época de polinización.

5. DISCUSIÓN

En este apartado, la interpretación de los resultados y los antecedentes del comportamiento de la relación del fenómeno meteorológico de la precipitación sobre la polinización de *Artemisia* dejara ver si se corrobora con los antecedentes de los estudios citados.

Partiendo de las hipótesis que se han planteado en este proyecto:

- Las precipitaciones de primavera – verano influyen en la polinización de *Artemisia*.
- La lluvia durante la polinización hace disminuir sus concentraciones atmosféricas.

En la observación de la tendencia de 2004 a 2013, solo Girona responde a la segunda hipótesis que es confirmada por el valor de correlación.

Por la bibliografía se sabe que la influencia de la lluvia y la tormenta es diferente a la hora de actuar sobre la polinización de las plantas y que las tormentas provocan rupturas osmóticas de los granos de polen que al descender junto a partículas submicrónicas formadas aumentan los niveles polínicos y de riesgo más alto que al inicio de la tormenta.

Esto puedo explicar Lo que ocurre en Lleida y Roquetas – Tortosa, que la tendencia a disminuir de la precipitación durante la época de la polinización no provoque un descenso de la concentración de polen, el valor de la correlación es negativo, pero no porque desciendan los niveles de polen a causa de la precipitación.

En cuanto a los estudios que explican la formación de una carga eléctrica negativa entre la base de la nube tormentosa y la superficie de la tierra se polariza aumentando la **concentración** de ozono en la atmósfera, y que los niveles de polen también lo hacen.

La tendencia creciente de los Índices Anuales de polinización de todas estaciones concuerda con esta descripción, pero se ha de considerar que otros factores ambientales intervienen, como la temperatura, humedad o la actividad eléctrica, como indican los antecedentes.

Los altos niveles polen y partículas ocurridos en Londres y Wagga – Wagga, detallados en el apartado de 1.3.1., respaldan el resultado positivo de correlación de Vielha, donde la concentración de polen de *Artemisia* era elevado antes y durante la precipitación en época de polinización.

6. CONCLUSIONES

En relación a la influencia de la precipitación sobre la polinización de *Artemisia*:

El comportamiento del proceso de polinización de *Artemisia* responde claramente a la primera hipótesis. Las precipitaciones previas favorecen el proceso de polinización.

Respecto a la respuesta de las concentraciones de polen durante la precipitación, es Girona la única estación que responde a la hipótesis que plantea que la precipitación influye en la disminución de su concentración.

La correlación de Vielha apoya el argumento de que la precipitación en forma de tormenta puede propiciar un nivel elevado de concentración de polen en el aire, ya que es el único dato positivo que indica que si aumenta la precipitación, aumenta la concentración de polen.

En las estaciones de Lleida y Roquetas – Tortosa, la correlación demuestra que no es especialmente la precipitación la que impulsa el aumento de la polinización de *Artemisia*, la soporta la evidencia de que influyen otros factores en el aumento de su concentración.

En relación a la influencia de esta relación (precipitación – polen) sobre la salud:

Los resultados de las tendencia positiva de la polinización de *Artemisia* en el tiempo y la correlación entre polinización y precipitación durante el mismo periodo, que indica que la concentración de polen aumenta mientras la precipitación disminuyen, confirman el aumento de polen de *Artemisia* en el aire antes y durante la precipitación. Así como los estudios que dicen que las partículas alergénicas aumentan de concentración gracias a una tormenta.

Desde el punto de vista ambiental, se debe considerar que son procesos complejos, porque están influidos por otros como la temperatura, la radiación, los cambios de humedad y vientos.

7. APORTACIONES

Este tipo de información que las redes de Aerobiología llevan aportando permanentemente, permiten conocer la conducta de un proceso tan dinámico y complejo.

En el presente, la precipitación como elemento de influencia directa sobre la polinización de una planta, en este caso *Artemisia*, con sus peculiaridades, deja ver desde un enfoque el cambio en el clima.

Su aportación de cara a la salud pública, va en el sentido de conocer con más exactitud el periodo, lugar y comportamiento del polen en aire, a través de las redes de información polínica.

8. BIBLIOGRAFIA

1. C. PEREIRA. Et al. 2006. *Iberian study of aeroallergens sensitization in allergic rhinitis*. European Annals of Allergy and Clinical Immunology - volume 38 - n° 6.
2. David NAVARRO. JORDINA BELMONTE, MIGUEL ANGEL. 2011. *Aerobiological distribution map of Artemisia pollen in Spain*. AEROBIOLOGICAL MONOGRAPHS Towards a comprehensive vision Volume University of Montreal. Pag. 39 a 54.
3. María Isabel Peña Arellano, David F. David García. *Aeroalérgenos y medidas de control ambiental*. Capítulo 6.
http://www3.faes.es/area_medica/imagenes/publicaciones/12-Guia_Rapida_Alergia_2011_548.pdf#page=58 (Consulta: 21.06.2015)
4. MENARINIVOL.III. Polinosis3_06. *Influencia de las tormentas en el polen*.

VOLUMEN 3. <http://menarini-ca.com/profesionales-de-la-salud/biblioteca/alergia/libro-polinosis-3-polen-y-alergia.html>

VOLUMEN 2. <http://menarini-ca.com/profesionales-de-la-salud/biblioteca/alergia/libro-polinosis-2-polen-y-alergia.html>

VOLUMEN 1. <http://menarini-ca.com/profesionales-de-la-salud/biblioteca/alergia/libro-polinosis-3-polen-y-alergia.html>

5. **GUIARTE, M.** 2002. *Polinosis Polen y Alergias. Compuestas / Asteráceas.* In Valero, AL. Y Cadahia, A. eds. Mra. Ed. S.L. y Laboratorios Menarini.

VOLUMEN 3. <http://menarini-ca.com/profesionales-de-la-salud/biblioteca/alergia/libro-polinosis-3-polen-y-alergia.html>

6. <<http://www.uco.es/rea/part-alergogenas/asteraceae.htm>>
7. <<http://www.madrid.org/Portalde Salud de la Comunidad de Madrid>>
8. A. NIETO GARCIA, et al. 2004. *Implicación de la reactividad cruzada entre alérgenos.* Num 3. Vol. 32. <AllergologiaetImmunopathologia.Implicaciónclínicadelareactividadcruzadaentrealérgenos> (Consulta: 20.05. 2015)
9. <<http://www.phadia.com/es/2/Quien-debe-someterse-a-un-test/Alergenos-habituales/Alergenos-del-polen/>> (Consulta: 20.05. 2015)
10. <<http://www.abc.es/salud/noticias/20140411/abci-alergia-melocoton-201404111257.html>> (Consulta: 09.03.2015)
11. <[mhttp://www.sinomarin.es/documents/1410466/1497307/calendario_posicionacion.pdf/c737b22c-e0e2-4fbc-be52-4e5fd6267fa9](http://www.sinomarin.es/documents/1410466/1497307/calendario_posicionacion.pdf/c737b22c-e0e2-4fbc-be52-4e5fd6267fa9)> (Consulta: 08.03.2015)
12. <https://ddd.uab.cat/pub/infanu/113387/eolpat_a2012.pdf>
13. **MENARINI VOLUMEN 1.**

VOLUMEN 1. <http://menarini-ca.com/profesionales-de-la-salud/biblioteca/alergia/polinosis-polen-y-alergia.html>

14. JUAN RAMÓN ACEBES GINOVÉS, et al. 2001. *Lista de especies silvestres de canarias (hongos plantas y animales terrestres. División PTERIDOPHYTA, SPERMATOPHYTA*. En: IZQUIERDO, I., J.L.MARTIN, N. ZURITA, ARECHAVALA. (eds). Consejeria de política Territorial y Medio Ambiente Gobierno de Canarias. p.: 103.
15. JOSEP VIGO Y BONADA. 2009. *L'AltaMuntanya Catalana. Flora y vegetació*. 2ª ed. Centre de excursionista de Catalunya. Centre de estudiscatalans. Barcelona. P.: 334,335, 479.
16. DAVID BRAMWELL. 1997. *Flora de las Islas Canarias. Guia de bolsillo*. Editorial Rueda. Madrid. P.: 156, 157.
17. LA SERNA, I., DOMINGUEZ SANTANA. MªD. 2003. *Pólenes y esporas aerovagantes en Canarias: incidencia en alergias*. Manual de identificación ilustrado para muestreo de aire. . 1ª edición. Universidad de Llaguna.
18. GALÁN SOLDEVILLA CARMEN, et al.. 2007. *MANUAL DE CALIDAD Y GESTION DE LA RED ESPAÑOLA DE AEROBIOLOGIA*. REA 1. SERVICIO DE PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. Argos impresores S.I.
19. <http://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/4082/40_revistaucionia04.pdf?sequence=1> (Consulta 13.06.2015)
20. VILA. P. 2003. *Resum de geografia de Catalunya*. Societat catalana de geografia. Institut d'estudis catalans. Pag. 32 de 390 pags.
21. <http://www.mssi.gob.es/ciudadanos/enfLesiones/enfNoTransmisible_s/alergias.htm> (Consulta: 21.06.2015)
22. <http://www.dicyt.com/noticias/la-cantidad-de-polen-varia-por-factores-como-la-temperatura-la-lluvia-o-el-viento> (Consulta. 26.07.2015)
23. Tesis doctoral.
<https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0CDQQFjAEahUKEwiN4tS0tsbHAhVDShQKHUw9CKs&url=http%3A%2F%2Fhera.uqr.es%2Ftesisuqr%2F16710903.pdf&ei=NYXdVc3zBMOUUcz6oNqK&usq=AFQjCNFHblyUH6lFeR8XNq2BJThibLfvQ>
24. <http://alcoy.san.gva.es/alercoy/alergeno.html>

25. <http://encuentralainspiracion.es/la-alergia-respiratoria/tipos-de-alergenos/alergia-al-polen/calendario-de-polinizacion/>

26. BELMONTE SOLER, J. (2009). *Informe Aerobiología de Barcelona*. Laboratorio de Análisis Palinológicos. Unidad de Botánica – Departamento de Biología Animal, de Biología Vegetal i de Ecología. Instituto de Ciencia i Tecnología Ambiental. Universidad Autónoma de Barcelona.

PROGRAMACIÓN

| PROGRAMACIÓN | JULIO | | AGOSTO | |
|---|-----------------|--------------|--------------|-----------------|
| | SEMANA 1 Y 2 | SEMANA 3 Y 4 | SEMANA 5 Y 6 | SEMANA 7 Y 8 |
| INDICE OBJETIVOS INTRODUCCIÓN | | | | |
| ANTECEDENTES MATERIALES Y MÉTODOS RESULTADOS DISCUSIÓN APORTACIONES BIBLIOGRAFIA | | | | |
| PROGRAMACION PRESUPUESTO PRESENTACIÓN | | | | |

PRESUPUESTO

| RECURSOS DE INVESTIGACIÓN | |
|---|----------------------------------|
| Datos meteorológicos | |
| Mediciones de precipitación cedidos por la UAB | Sin costo |
| Datos aerobiológicos | |
| Coste de obtención por año y por estación | (15000 euros) cedidos |
| RECURSOS MATERIALES | |
| Material de escritura, material de encuadrado, papel blanco y reciclado, CD's | 10 euros |
| Costo de impresión (4 copias) | 20 euros |
| GASTOS INDIRECTOS POR DESPLAZAMIENTO | |
| Entrega y presentación del proyecto | |
| Autobús: Madrid – Barcelona; Barcelona – Madrid | 120 euros |
| Transporte local desplazamiento (Barcelona) | 10 euros |
| TOTAL | |
| Con coste de datos aerobiológicos | 15160 euros |
| TOTAL + IVA (21%) | 15343.60 euros |
| Sin coste de datos aerobiológicos | 160 euros |
| TOTAL + IVA (21%) | 193.60 euros |