

Relaciones entre circulación atmosférica, concentración de polen y enfermedades respiratorias en Galicia (NO España)

D. PORTO*, J.J. TABOADA¹, M.N. LORENZO, M. LÓPEZ²

**diego.portoc@gmail.com*

*EPhysLab (Environmental Physics Laboratory), Facultade de Ciencias,
Universidade de Vigo,
Campus As Lagoas s/n, Ourense, Spain*

¹*MeteoGalicia.*

*Consellería de Medioambiente, Territorio e Infraestructuras
Xunta de Galicia
Rua Roma, 6 – Santiago de Compostela – Spain.*

²*Facultad de Geografía*

Universidade de Santiago de Compostela

RESUMEN

La influencia de parámetros meteorológicos tales como la presión, la temperatura, la humedad o el viento en diferentes tipos de enfermedades ha sido objeto de estudio en las últimas décadas. En el presente trabajo se investiga concretamente sobre las relaciones entre el estado de la atmósfera, la concentración de polen y las enfermedades respiratorias en Galicia, región localizada al noroeste de la península Ibérica. Los principales resultados nos indican que en general las situaciones atmosféricas que dan lugar a mayores ingresos hospitalarios asociados a problemas respiratorios son aquellas asociadas a circulaciones de este, sureste o sur, con un segundo máximo asociado a situaciones de borrasca. Las primeras están también asociadas con elevadas concentraciones de polen, lo que puede contribuir a incrementar el número de ingresos. Las situaciones de borrasca, aunque no conlleven altas concentraciones de polen si son problemáticas al traer asociadas masas de aire muy húmedas. Como conclusión principal se puede decir que las masas de aire cálido y seco con altas concentraciones de polen son susceptibles de ocasionar problemas en el ámbito hospitalario de Galicia.

Palabras Clave: Tipos de tiempo, índice de ingresos, concentración de polen.

Introducción

En las últimas décadas la reconstrucción de análisis meteorológicos que tienen en cuenta y ponderan numerosas fuentes de datos nos aportan series temporales expresadas en mallas regulares. Este tipo de series se prestan por tanto a estudios de reconocimiento de patrones. Dentro de estos estudios se pueden encuadrar aquellos que clasifican de manera au-

tomática y objetiva los diferentes patrones de circulación (Huth *et al.*, 2008).

Por otro lado la relación de parámetros atmosféricos con diferentes sectores económicos o sociales está tomando también gran relevancia debido a esta disposición de datos. En el ámbito sanitario la investigación entre parámetros meteorológicos y diferentes patologías ha venido siendo estudiada desde hace décadas. Así por ejemplo, recientemente, se ha comprobado que los infartos

agudos de miocardio en Galicia tienen una relación estadísticamente significativa con parámetros como la humedad y la presión atmosférica (Fernández-García *et al.*, 2014). Este tipo de relaciones habían sido anteriormente descritas también en otras áreas (Keatinge *et al.* 1997; Danet *et al.* 1999). Una de las enfermedades más directamente relacionadas con variables atmosféricas son las de tipo respiratorio, puesto que es evidente que el aire y sus características estarán necesariamente relacionados con estas patologías. Existen también numerosos trabajos que se centran en esta relación y que encuentran relaciones entre el tiempo atmosférico y las enfermedades pulmonares, en particular entre la frecuencia de aparición de diferentes tipos de tiempo sinóptico y los ingresos por enfermedad respiratoria (De Pablo *et al.*, 2009).

Otro ámbito que se ha desarrollado en las últimas décadas y sobre el que existe mucha preocupación en la comunidad médica es el aumento en las enfermedades alérgicas, en particular aquellas asociadas a la presencia de diferentes tipos de polen (Rodríguez-Rajo *et al.* 2011). También la concentración de polen en muchas áreas estará relacionada con parámetros meteorológicos (Jato *et al.* 2000) y por tanto el estudio de su relación con los mismos será de gran interés como se ha visto en otras áreas de Europa (Laaidi, 2001; Makra *et al.*, 2006). En el presente trabajo nos proponemos estudiar la relación que existe entre los diferentes tipos de circulación atmosférica que tienen lugar en la Comunidad de Galicia, el número de ingresos registrados en los hospitales de esta Comunidad por enfermedades respiratorias y la concentración de ambas variables con la concentración de diferentes tipos de polen. El área de estudio es particularmente interesante debido a que es una zona en la que las características socioeconómicas, envejecimiento, dispersión de la población, hacen que el gasto sani-

tario sea superior al de la media del estado español. Por lo tanto cualquier estudio que permita mejorar la eficiencia de dicho sistema, conociendo las circunstancias que pueden aumentar el número de ingresos hospitalarios cobra gran relevancia. En concreto, el estudio se centrará en el período entre marzo y junio ya que es cuando la concentración de polen resulta más significativa, lo que puede llevar a un agravamiento de la salud de los pacientes con deficiencias respiratorias o problemas alérgicos en determinadas circunstancias meteorológicas. Para el análisis se hará uso de una clasificación de situaciones a nivel sinóptico que nos permita integrar las influencias de diferentes parámetros como la temperatura, la humedad o el viento, representativos de masas de aire de diferentes características.

El trabajo se desarrolla del siguiente modo, primeramente se presentarán las fuentes de datos y los métodos estadísticos aplicados en el trabajo. En la sección 3 se expondrán los resultados que se discutirán en la sección de discusión y por último en la sección 5 se presentarán las conclusiones.

2. Datos y procedimiento

2.1 Clasificación objetiva de tipos de tiempo atmosférico.

Para llevar a cabo la clasificación de los diferentes tipos de tiempo sinóptico para Galicia se usó el método M. N. Lorenzo *et al.*, 2007 que a su vez fue adaptado del procedimiento desarrollado por Jenkinson y Collison, 1977 y Jones *et al.*, 1993. En este método se calculan los flujos zonales y meridionales, así como la vorticidad a partir de la presión superficial de puntos geográficamente próximos al área de estudio, en este caso el noroeste de la península Ibérica. Las reglas objetivas permiten hasta 26 tipos de tiempo diferentes. En este trabajo hemos

decidido usar aquellos que superasen el 2% de ocurrencia durante el período de estudio (2001-2010). En la Tabla I se pueden ver esos tipos de tiempo junto con su porcentaje de aparición.

Tipo de tiempo	Porcentaje (%)
A	25.67
W	8.97
SW	7.55
C	7.49
NW	5.94
N	5.29
NE	5.05
AW	3.92
ANE	3.80
E	2.97
ASW	2.85
S	2.79
ANW	2.50
AN	2.44

TABLA I. Porcentaje de aparición de diferentes tipos de tiempo.

2.2 Datos de polen e ingresos hospitalarios

Los datos del polen se obtuvieron a través de la página web del Sistema de información ambiental de Galicia (SIAM) <http://siam.cmati.xunta.es>. Proceden de la red de aerobiología que estuvo activa entre los años 2001 y 2010. La cantidad de polen se mide en granos/m³ por día.

Los datos de ingresos hospitalarios se obtuvieron a partir de la base de datos del SERGAS. En esta base de datos Figuran el número de ingresos por enfermedades respiratorias en todo el sistema de salud de Galicia. Debido a que las concentraciones de polen son significativas solamente en el período primaveral y al principio del verano para este estudio nos restringimos al período que va de marzo a junio. Para caracterizar los ingresos hospitalarios usaremos un índice similar al usado por De Pablo *et al.* (2009). Este índice tiene en cuenta el número de ingresos de un determinado día, dividido entre el número medio de ingresos y multiplicado por 100. De esta forma un

índice de ingresos de 100 significaría que ese día han ingresado un número de pacientes igual a la media del período y cualquier índice superior (inferior) a ese significará un mayor (menor) número de ingresos.

2.3. Área de estudio

Nuestra área de estudio es la comunidad de Galicia, situada en el NW de España, y dentro de Galicia se focalizará el estudio en la ciudad de Ourense que es para la que disponemos un mayor número de datos de concentración de polen.

El clima de esta región está muy influido por el anticiclón de las Azores que en invierno se sitúa hacia el sur y abre el camino para la llegada de borrascas y frentes atlánticos lo que provoca un tiempo lluvioso con predominio de situaciones ciclónicas, de oeste y suroeste. A medida que va avanzando la primavera y aumenta la radiación solar en el hemisferio norte, el anticiclón va subiendo en latitud haciendo menos frecuente la llegada de borrascas y cambiando los vientos predominantes a componente norte. Las temperaturas son suaves durante todo el año en las zonas de costa, mientras que en el interior se caracteriza por ser un clima de tipo continental, con temperaturas frías en invierno y cálidas en verano.

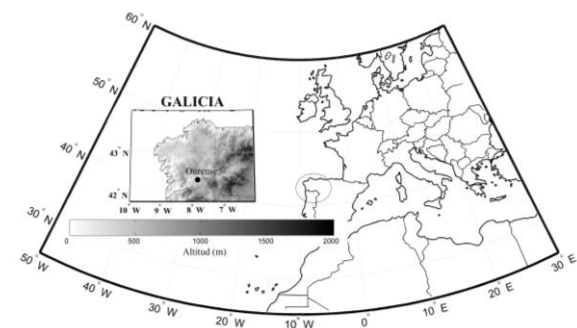


Fig. 1. Región de estudio

3. Resultados

3.1 Relación entre tipos de tiempo e ingresos hospitalarios

Primeramente se ha realizado una caracterización de la cantidad de ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias en función de cada uno de los tipos de tiempo presentes en la Tabla I. Para ello se divide el índice de ingresos en 4 intervalos diferentes. El primero de ellos tiene en cuenta todos los valores por debajo de 100, es decir, caracterizaría días en los que se producen menos ingresos de los normales. En el segundo intervalo tendríamos aquellos valores del índice que son superiores a 100, pero inferiores a 125. Serían por tanto aquellos días normales o con una afectación ligeramente superior a la media. A continuación veríamos los días con un índice entre 125 y 149, para caracterizar las jornadas en los que los ingresos son significativamente superiores a la media y por últimos los días en los que el índice alcanza valores superiores a 150 que caracterizaría las jornadas con un número muy elevado de ingresos.

ALL	0-99	100-124	124-149	>150
NE	55.29	25.88	16.47	2.35
E	34.00	34.00	28.00	4.00
SE	19.35	41.94	32.26	6.45
S	38.30	27.66	27.66	6.38
SW	50.39	27.56	17.32	4.72
W	50.99	28.48	16.56	3.97
NW	69.00	21.00	8.00	2.00
N	64.04	25.84	10.11	0.00
C	42.06	28.57	24.60	4.76
A	58.33	26.62	11.57	3.47
ANE	53.13	32.81	12.50	1.56
ASW	43.75	37.50	14.58	4.17
AW	57.58	30.30	12.12	0.00
ANW	73.81	14.29	11.90	0.00
AN	65.85	19.51	12.20	2.44

TABLA II. Tipos de tiempo con índice de ingresos en tanto por ciento.

En la Tabla II puede verse la distribución porcentual para cada uno de los tramos en función de los tipos de tiempo.

Si se focaliza el análisis en la columna correspondiente al índice de ingresos superior a 150 se puede ver que las situaciones de sureste y sur son las que potencialmente pueden producir más jornadas con ingresos excepcionalmente altos en comparación con el resto de tipos para el mismo intervalo de estudio. Además si se observa el índice inferior a 100, vemos que la situación de sureste es la que presenta un menor porcentaje para este intervalo de ingresos un 19.35%. Esto hace que en el 81% de los casos que tenemos SE y en el 62% de los casos en los que tenemos S tenemos ingresos por encima de la media; lo que confirma dichas situaciones como las más adversas para las patologías respiratorias, ya que en general van a producir agravamientos de estas enfermedades y por tanto un mayor número de ingresos hospitalarios. Una situación similar se produce con las situaciones de este, en el que en el 66% de los casos se supera el valor medio de ingresos. Existe un segundo grupo de tipos de tiempo potencialmente peligrosos en los que se obtienen valores relativamente elevados en el intervalo superior a 150. Este grupo está formado por las situaciones de suroeste (SW) y ciclónicas (C). Estos resultados corroboran otros obtenidos con anterioridad para el período invernal. Los tipos de tiempo asociados con E, SE e incluso S en esta época del año están asociados a baja humedad y situaciones de frío sobre todo en las primeras horas del día. Las situaciones del segundo grupo, SW y C, se caracterizan por una humedad superior a la media.

ALL	0-99	100-124	125-149	>150
NE	36.67	30.00	30.00	3.33
E	25.93	29.63	37.04	7.41
SE	17.65	52.94	29.41	0.00
S	26.67	13.33	40.00	20.00
SW	29.17	35.42	29.17	6.25
W	25.71	32.86	32.86	8.57
NW	35.29	41.18	17.65	5.88
N	7.14	64.29	28.57	0.00
C	14.55	34.55	41.82	9.09
A	29.63	36.30	25.93	8.15
CSW	13.33	46.67	20.00	20.00
ANE	31.82	40.91	22.73	4.55
AE	23.08	53.85	7.69	15.38
ASW	26.09	43.48	21.74	8.70
AW	31.58	31.58	36.84	0.00

Tabla III. Tipos de tiempo con su correspondiente índice de ingresos para los meses de Marzo y Abril.

A continuación se divide el estudio en dos períodos temporales diferentes con la idea de relacionar los resultados obtenidos con la concentración de diferentes tipos pólenes: El primer período tendrá en cuenta solamente los meses de marzo y abril, puesto que es en estos meses en los que se da la máxima concentración de polen de pinos y plátanos (Tabla III). El segundo período abarcará mayo, junio y julio (Tabla IV) en la que el polen de gramíneas alcanza las mayores concentraciones.

En la Tabla III puede verse como en este período de 2 meses las situaciones que producen mayor porcentaje de días con un índice de ingresos superior a 150 son las de sur, apareciendo también una situación híbrida entre C y SW con un 20% de casos en los que ese tipo de tiempo dio lugar a un índice de ingresos superior a 150. Si atendemos al porcentaje de días con un índice superior a 125 vemos como en esencia se mantienen los dos grupos comentados anteriormente como los que se encuentran ligados a un mayor número de ingresos. Uno de ellos asociado a situaciones secas y frías (SE,

E) y el otro asociado a situaciones más templadas y húmedas (SW, C y CSW).

ALL	0-99	100-124	125-149	>150
NE	61.90	28.57	9.52	0.00
E	55.56	33.33	11.11	0.00
SE	22.22	44.44	22.22	11.11
S	44.00	36.00	20.00	0.00
SW	62.12	31.82	6.06	0.00
W	69.62	25.32	3.80	1.27
NW	77.55	18.37	4.08	0.00
N	63.46	28.85	7.69	0.00
C	70.49	19.67	8.20	1.64
A	72.91	21.91	4.78	0.40
ANE	70.59	23.53	5.88	0.00
ASW	54.55	31.82	13.64	0.00
AW	73.81	19.05	4.76	2.38
ANW	87.50	4.17	8.33	0.00
AN	81.48	18.52	0.00	0.00

Tabla IV. Tipos de tiempo con su correspondiente índice de ingresos para los meses de Mayo, Junio y Julio.

El escenario cambia al estudiar el período correspondiente al polen de gramíneas (mayo, junio y julio). En este caso hay que destacar que se producen muy pocos casos en los que el índice de ingresos supere el 150, ya que es un período del año en el que no se dan condiciones de frío. De todas formas, el grupo de situaciones secas (E, SE y S) siguen siendo las situaciones con mayor probabilidad de ingresos superiores a la media por enfermedades respiratorias, pero en este caso ya no destacan las situaciones de humedad como los ciclones o las situaciones de suroeste.

3.2 Relación de tipos de tiempo y concentración de pólenes

En esta sección se ha focalizado el estudio sobre 3 tipos de polen diferente por su impacto en el área de estudio. Estos pólenes son los del pino y los plátanos, cuyo período de floración tiene lugar en los meses de marzo y abril y el de las gramíneas que se da principalmente en los meses de mayo, junio y julio.

A diferencia de lo que sucedía en el apartado anterior en el que tenemos los

ingresos hospitalarios para toda Galicia, en el caso de los pólenes los datos son diferentes en cada punto concreto, por lo que hemos decidido centrarnos en una zona del interior de Galicia, como es la de Ourense en donde la concentración de estas 3 especies es relativamente elevada.

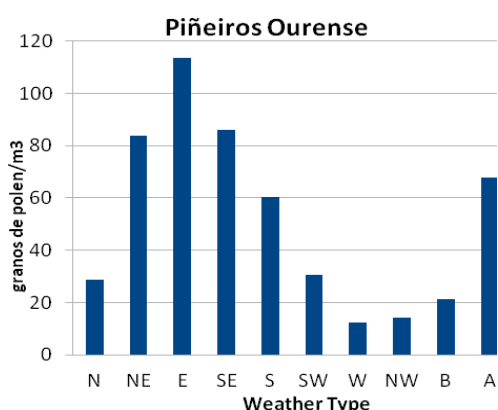


Fig. 2. media del número diario de granos de polen/m³ de pino con respecto a cada tipo de tiempo.

Si se calcula la concentración promedio para cada tipo de tiempo sinóptico puede verse (Figura 2) como los tipos de tiempo que en promedio vienen asociados con una mayor concentración de polen de pino son los de E, seguidos por los de SE y NE. Una representación tipo rosa de vientos (Figura 3) muestra como las situaciones con una componente este son las que tienen en promedio mayores concentraciones de polen de pinos en el área de Ourense.

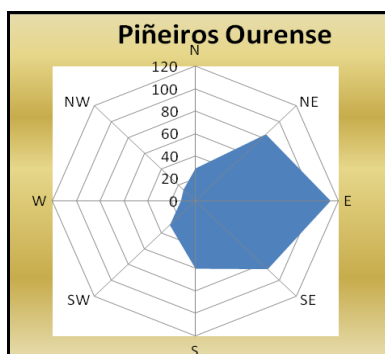


Fig. 3. Diagrama de la cantidad de polen de pino con cada tipo de tiempo.

La situación es similar en el caso de los plátanos, puesto que también las

situaciones de E son las que tienen mayores concentraciones de polen de plátanos (Figura 4) seguidas también por las de SE. En este caso, a diferencia de lo que sucedía con el polen de pino, las situaciones de oeste (W) dan cuenta también de una elevada concentración de polen.

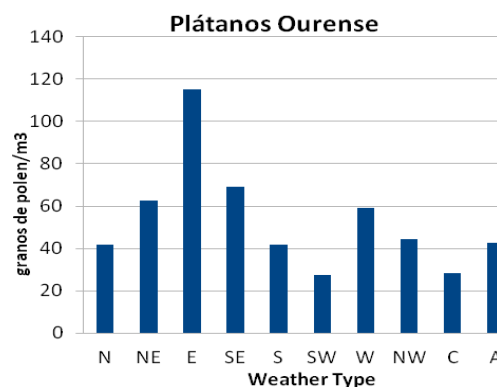


Fig. 4. media del número diario de granos de polen/m³ de plátanos con respecto a cada tipo de tiempo.

Esto llevado al diagrama de rosa de vientos (Figura 5) muestra un esquema un tanto diferente del que veíamos en la Figura 3 para el caso de los pinos.

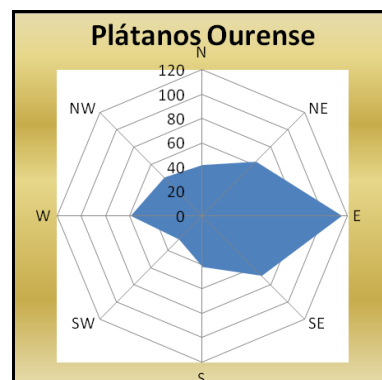


Fig. 5. Diagrama de la cantidad de polen de plátano con cada tipo de tiempo.

Para el polen de gramíneas, destaca el hecho de que la máxima concentración no se da con situaciones de SE como en el caso de los pinos o los plátanos, sino con situaciones anticiclónicas (Figura 6). Esto puede ser debido a que las situaciones de mayor concentración de estos pólenes tienen lugar en períodos próximos al verano o dentro del mismo en el que los anticiclones tienen mayor

probabilidad de aparecer y de ser persistentes. De todas formas se sigue observando un pico secundario en la concentración promedio asociado a las situaciones de SE y S.

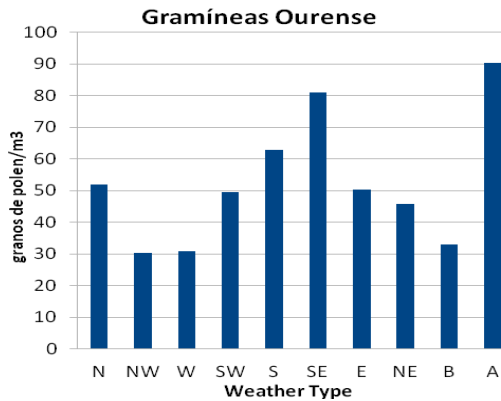


Fig. 6. media del número diario de granos de polen/m³ de gramíneas con respecto a cada tipo de tiempo.

Siguiendo el mismo esquema que con las especies anteriores, si llevamos esta información a un gráfico circular del tipo rosa de vientos vemos como de nuevo destacan las situaciones con una componente este (Figura 7).

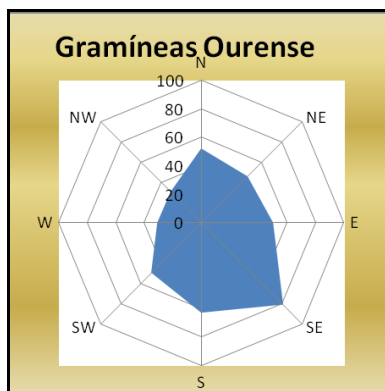


Figura 7: Diagrama de la cantidad de polen de Gramíneas con cada tipo de tiempo.

4 Discusión

La relación entre los tipos de tiempo y el número de ingresos por enfermedades respiratorias ha mostrado que existen dos grupos de situaciones sinópticas que pueden resultar preocupantes para los grupos de riesgo. Por un lado tenemos situaciones que dan lugar a tiempo seco,

tales como las de sureste o este y situaciones que dan lugar a tiempo húmedo, suroeste y ciclones. En medicina es conocido que además de la temperatura, la humedad es otro importante factor ambiental que tiene una estrecha relación con las enfermedades respiratorias (Shaman and Kohn, 2009). Podríamos decir por ello que este resultado era esperado, puesto que sobre todo al principio del período estudiado, marzo-julio, las primeras situaciones todavía pueden dejar bajas temperaturas, principalmente en las horas nocturnas y las primeras horas diurnas. Estas situaciones son las que producen los mayores riesgos de altos índices de ingresos hospitalarios por enfermedad respiratoria. En cuanto al segundo grupo de situaciones asociadas a niveles altos de humedad y episodios de lluvia, debemos decir que; así como la baja humedad favorece la aparición de enfermedades asociadas a virus, tales como la gripe, la alta humedad genera un ambiente propicio para la proliferación de hongos y bacterias, de forma que aumenta el riesgo de enfermedades tales como la neumonía.

De todas formas los argumentos anteriores, asociando baja humedad a la presencia de virus y alta humedad a la proliferación de hongos o bacterias son satisfactorios para el período invernal en el que estas situaciones están acompañadas de bajas temperaturas. Sin embargo en el período estudiado deben existir otros factores, más allá de la temperatura que explique esta distribución de ingresos. Un candidato obvio es la presencia de altas concentraciones de polen en la atmósfera. Al estudiar las relaciones entre las concentraciones de 3 diferentes clases de polen y las situaciones sinópticas que aparecen durante los meses de prevalencia del polen de esas especies, hemos obtenido que en general las concentraciones de polen

más elevadas están asociadas a situaciones del primer tipo, siendo las concentraciones promedio más altas en situaciones de sureste para 2 de las 3 especies de polen estudiadas, pino y plátano. En el caso de las gramíneas tendríamos que las mayores concentraciones se dan con situaciones anticiclónicas, siendo las segundas las situaciones de sureste. Esto nos lleva a pensar que en primavera, a diferencia del invierno muchas enfermedades respiratorias pueden verse agravadas por la presencia de elevadas concentraciones de polen en el aire que pueden producir reacciones autoinmunes. Es por ello que el elevado índice de ingresos asociados a situaciones de este o sureste puede deberse a una combinación de baja humedad que favorezca la transmisión de virus y a una alta concentración de granos de polen que afecte a las personas alérgicas.

5. Conclusiones

En el presente trabajo se ha estudiado la relación entre diferentes situaciones sinópticas y dos parámetros diferentes. Por un lado el índice de ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias y por otro lado la concentración de polen de 3 especies diferentes en el periodo primaveral de marzo a julio. Como conclusiones principales se obtiene:

- Las situaciones de mayor riesgo para pacientes con enfermedades respiratorias están asociadas a situaciones de tiempo seco, más concretamente a situaciones de sureste o este. Existe un segundo grupo de riesgo asociado a situaciones de mucha humedad, tales como los suroestes o las situaciones ciclónicas.
- Las mayores concentraciones de polen se obtienen en general con situaciones de sureste o este, siendo estas las que

tiene mayor concentración en promedio para el polen del pino o el plátano. En el caso de las gramíneas solamente se ve superado por las situaciones anticiclónicas.

Estos dos puntos nos llevan a pensar que durante la primavera y al principio del verano las situaciones de menor humedad que facilitan la presencia y proliferación de virus se ven agravadas para los pacientes con enfermedades respiratorias por la presencia de altas concentraciones de polen en el aire.

Existen otros factores que deberían ser estudiados en el futuro, tales como los índices de calidad del aire, que podrían ayudar a acotar todavía más las conclusiones de este trabajo y facilitar una mejor asignación de recursos, ya que no debemos olvidar que las situaciones sinópticas se pueden pronosticar con mucha fiabilidad con hasta 3 ó 4 días de antelación.

Referencias

- Danet S., Richard F., Montaye M., Beauchant S., Lemaire B., Graux C., (1999). Unhealthy effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of myocardial infarction and coronary deaths. A 10-year survey: the Lille-World Health Organization MONICA Project (Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease). *Circulation*;100: e1-e7.
- De Pablo F., Tomás C., Soriano L. R. and Diego L. (2009). Winter circulation weather types and hospital admissions for cardiovascular, respiratory and digestive diseases in Salamanca, Spain, *Int. J. Climatol.*,29: 1692-1703.
- Fernández-García, J. M., Dosil, O., Taboada J. J., Fernández, J. R. Sánchez-Santos L. (2014). Influence of the weather in the incidence of the acute myocardial infarction in Galicia

- (Spain). *Revista de Medicina Clínica*. Accepted for publication.
- Huth R., Beck C., Philipp A., Demuzere M., Ustrnul Z., Cahynová M., Kyselý J. and Tveito O. E: (2008). Classifications of Atmospheric Circulation Patterns: Recent Advances and Applications. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1147 105-152
- Keatinge W. R., Donaldson G. C., Bucher K., Cordioli E., Dardanoni L., Jendritzky G. (1997). Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. *Lancet*; 349:1341–1346.
- Jato M. V., Rodríguez F. J., Seijo M. C. (2000). Pinus pollen in the atmosphere of Vigo and its relationship to meteorological factors. *International Journal of Biometeorology*, 43, pp 147-153.
- Jenkinson A. F., Collison F. P. (1977). An initial climatology of gales over the North Sea. *Synoptic Climatology Branch Memorandum*, 62, Meteorological Office, London.
- Jones P. D., Hulme M., Briffa K. R. (1993). A comparison of Lamb circulation types with an objective classification scheme. *International journal of Climatology*, 13, 655-663.
- Laaidi K. (2001). Predicting days of high allergenic risk during *Betula* pollination using weather types. *International Journal of Biometeorology*, 45, pp 124-132
- Makra, L., Juhasz M., Mika J., Bartzokas A., Beczi R. and Sumeghy Z. (2006). An objective classification system of air mass types for Szeged, Hungary, with special attention to plant pollen levels. *International Journal of Biometeorology*, 50, pp 403-421.
- Rodríguez-Rajo F. J., Jato V., González-Parrado Z., Elvira-Rendueles B., Moreno-Grau S., Vega-Maray A., Fernández-González D., Asturias J.A., Suárez-Cervera M. (2011). The combination of airborne pollen and allergen quantification to reliably assess the real pollinosis risk in different bioclimatic areas. *Aerobiologia* 27(1):1-12.
- Shaman J, and Kohn M. (2009). Absolute humidity modulates influenza survival, transmission and seasonality. *PNAS*, vol.106, n° 9, 3243-3248