

LA GRIPE Y LOS PATRONES DE CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

Pablo FDEZ-ARROYABE¹, Dominic ROYE², Alberto MARTI-EZPELETA³ Ana SANTURTUN⁴

¹ *Departamento de Geografía Urbanismo y Ordenación del Territorio, Universidad de Cantabria, Avda. los Castros S/N, Santander, España,*

² *Departamento de Geografía, Universidad de Santiago de Compostela, ³ Departamento de Geografía, Universidad de Santiago de Compostela*

⁴ *Facultad de Medicina, Departamento de Fisiología y Farmacología. Universidad de Cantabria, Santander, España*

fernandhp@unican.es, dominic.rove@gmail.com, alberto.ezpeleta@gmail.com,
ana.santurtun@unican.es

RESUMEN

La gripe es una infección vírica en cuya transmisión los factores ambientales son determinantes. Este trabajo tiene como objetivo el estudio de la relación entre los patrones de circulación atmosférica en la Península Ibérica y las admisiones hospitalarias por gripe en la Comunidad Valenciana, a escala diaria, durante un período de 11 años. En este estudio se analiza la asociación entre las hospitalizaciones diarias por gripe en la Comunidad Valenciana y los tipos de circulación atmosférica registrados en la Península Ibérica durante el periodo 2003-13. Los ingresos hospitalarios siguieron una tendencia ascendente durante el período de estudio y un patrón estacional con máximos en invierno. Existen diferencias estadísticamente significativas en los ingresos según el tipo de circulación, encontrándose el mayor número de casos ante un patrón Suroeste (RR= 13,2, [2,07 - 4,70]). Estos resultados pueden suponer una base para desarrollar medidas de prevención entre la población.

Palabras clave: Tipos de tiempo, Riesgo relativo, Influenza, Virus, Valencia.

ABSTRACT

Environmental factors play a key role in the transmission of an infectious disease such as influenza. The aim of this work is to study the relationship between patterns of atmospheric circulation in the Iberian Peninsula and hospital admissions for influenza in the Autonomous Community of Valencia, on a daily scale, over a period of 11 years. The study analyses the statistical association between the daily flu hospital admission in the Spanish Autonomous Community of Valencia and atmospheric circulation types in the Iberian Peninsula for the period 2003-13. Hospital admissions followed an ascending trend during the study period with a seasonal pattern with maximum values on winter. There are significant differences in admission depending on the weather type being the highest risk linked to a SouthEast pattern (RR=13,2, [2,07-4,70]). These results can be useful to develop prevention policies among the population.

Key words: Weather Type, Relative Risk, Influenza, Valencia.

1. INTRODUCCIÓN

La gripe es una infección vírica de fácil transmisión que afecta principalmente a las vías respiratorias altas y a los bronquios. El entorno juega un papel esencial en la propagación del virus y son numerosos los determinantes sociales y ambientales que se han asociado con esta enfermedad. El desarrollo de epidemias gripales tiene un componente microbiológico (Yoo et al., 2017), otro epidemiológico (Ishmatov, 2016), (Hajat *et al.*, 2010), y otro ambiental (Willem et al., 2012). La dimensión ambiental se ha analizado atendiendo a la estacionalidad de la enfermedad (Tamerius *et al.*, 2011), asociada a los contextos meteorológicos (Ramos et al., 2015; Fdez-Arroyabe, 2004; Spellman, 2017) en los que se desarrollan las epidemias (Zhao et al., 2018; Willem *et al.*, 2012; Fdez-Arroyabe, 2012) así como a la ecología de los diferentes virus (Wahlgren, 2011; Lipsitch y Viboud, 2009) y al tipo de transmisión de los mismos que puede estar condicionado por múltiples variables atmosféricas como la temperatura, la humedad del aire (Lowen and Steel, 2014) y por factores socio-culturales como el agrupamiento de personas en espacios reducidos. Finalmente, es necesario considerar la susceptibilidad individual a la infección (Dowell, 2001; Wahlgren, 2011) resulta clave en el proceso de contagio. Todos estos aspectos deben integrarse para poder lograr una definición del riesgo epidémico existente.

Los estudios de la gripe en España son relativamente abundantes desde el enfoque de la salud pública; existe un Boletín Epidemiológico Semanal e informes periódicos de la Red Nacional de Vigilancia y Epidemiología coordinada por el Centro Nacional de Epidemiología (CNE) del Instituto de Salud Carlos III que recoge sistemáticamente los datos y posibilita su análisis. Desde hace algún tiempo se incluye también en los estudios un enfoque geográfico mediante la elaboración de mapas de distribución espacial de las tasas registradas por Comunidades Autónomas. Sin embargo, los trabajos de la gripe basados en índices biometeorológicos (Fdez-Arroyabe, 2004, 2015; Royé et al., 2016; Fdez-Arroyabe et al. 2021) son todavía relativamente escasos. El presente trabajo tiene como objetivo principal el estudio de la relación entre los patrones de circulación atmosférica en la península Ibérica y las admisiones hospitalarias por gripe en la Comunidad Autónoma de Valencia, a escala diaria, durante un período de 10 años.

2. MÉTODOS

2.1. Fuentes de datos

La información sanitaria empleada en el desarrollo de este trabajo ha sido facilitada por el Area de Información y Estadísticas Asistenciales del Instituto de Información Sanitaria del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Se ha recogido el Conjunto Mínimo de Base de Datos relativo a las admisiones hospitalarias (CMBD-H) con códigos CIE9 - 487 y CIE9 - 488 (Clasificación Internacional de Enfermedades [CIE-9]) para el periodo 2003-13.

Desde el punto de vista meteorológico, los datos empleados para la definición de los tipos de tiempo han sido los valores de presión en superficie del reanálisis NCEP/NCAR. También se han empleado los datos meteorológicos de AEMET correspondientes a las estaciones de la Comunidad Autónoma de Valencia.

2.2. Metodología

En primer lugar, se ha realizado la extracción de los casos asociados a los códigos gripe en la Comunidad Autónoma de Valencia mediante la aplicación ETL-OLAP, creada por el grupo Geobiomet (Villar *et al.*, 2018) a tal efecto (figura 1). Esta herramienta se ha empleado también para realizar un análisis descriptivo del comportamiento temporal de los ingresos.

The screenshot shows the GeoBioMet OLAP interface with the following details:

- Diagnósticos:** Search bar with '487*,488*', radio buttons for 'Agregados' (selected) and 'Desagregados'.
- Localización Paciente:** Search bar with '03,12,46', dropdown for 'Provincia', radio buttons for 'Agregados' (selected) and 'Desagregados'.
- CCAA Hospitales:** List of regions including Andalucía, Aragón, Asturias, Principado de Asturias, Balears, Illes Balears, Canarias, Cantabria, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Cataluña, **Comunidad Valenciana** (selected), Extremadura, Galicia, Madrid, Murcia, Navarra, País Vasco, Rioja, Valencia.
- Años de ingresos:** List of years from 2014 down to 2004.
- Variable:** Dropdown menu set to 'Ingresos totales', checkboxes for 'Por grupo de edad', 'Por sexo', 'Por tipo de ingreso', 'Por tipo de alta', 'Por severidad', 'Por riesgo de mortalidad'.
- Tipo de calendario:** Dropdown menu set to 'Calendario diario'.
- Consultar:** Button at the bottom right.

Fig. 1: Sistema ETL-OLAP de gestión de datos desarrollado por el grupo GeoBioMet de la Universidad de Cantabria.

En segundo término, a partir de los valores de presión en superficie del reanálisis NCEP/NCAR (Collins *et al.*, 1996), se ha realizado la clasificación sinóptica, tomando como referencia el reanálisis de Jenkinson y Collison (Spellman, 2017; Ramos, Barriopedro y Dutra, 2015). Para elaborar la clasificación sinóptica automática de Jenkinson y Collison fue preciso calcular la dirección y la vorticidad de los flujos geostroficados diarios para el periodo de estudio. Dicha clasificación ya ha sido empleada en un estudio anterior que analiza la relación entre los ingresos hospitalarios diarios en Galicia (Royé *et al.*, 2016) por causas respiratorias y las situaciones atmosféricas. La clasificación consiste en ocho direcciones cardinales (Norte N, Noreste NE, Este E, ..., Noroeste NO), la situación ciclónica C y la anticiclónica A, y como último tipo se incluye el indefinido U.

Se ha desarrollado un análisis de series temporales considerando la relevancia que el empleo de modelos aditivos generalizados (GAMs en inglés) tiene para cuantificar el riesgo relativo (RR) de la asociación entre variables dentro del mundo de la salud pública y la prevención, y también la existencia de grandes redes internacionales operando en este campo como el MCC Collaborative Research Network creado para buscar evidencias de relaciones entre aspectos ambientales y la salud. En este caso de estudio concreto, se indaga la presencia de evidencias entre los tipos de circulación atmosférica y los ingresos hospitalarios por gripe en la Comunidad Autónoma indicada. La asociación entre los tipos de circulación y los ingresos se analizó

mediante una regresión de cuasi-Poisson (Fdez-Arroyabe y Royé, 2017). Para el proceso de ajuste del GAM se calculan los retardos absolutos entre 1-7 días, con el objetivo de tener en cuenta posibles efectos retardados.

Además de los tipos de circulación, que son introducidos en el modelo como una factores, se controlaron la estacionalidad y la tendencia con la enumeración diaria de toda la serie temporal de forma cuadrada (Analitis *et al.*, 2008).

3. RESULTADOS

Las admisiones hospitalarias vinculadas a los códigos de gripe estudiados (487 y 488) han mantenido una tendencia ascendente durante el periodo de estudio. La epidemia de 2009-10 sobresale respecto al resto de periodos epidémicos estudiados, tal como se observa en la figura 2. La pandemia de gripe A (H1N1) del año 2009 se inició en Méjico siendo España el primer país europeo que informo de la existencia de casos de gripe A en Europa. El 30 de junio de 2009 fallecía la primera víctima por causa de la gripe, asociada con otras patologías previas, en España.

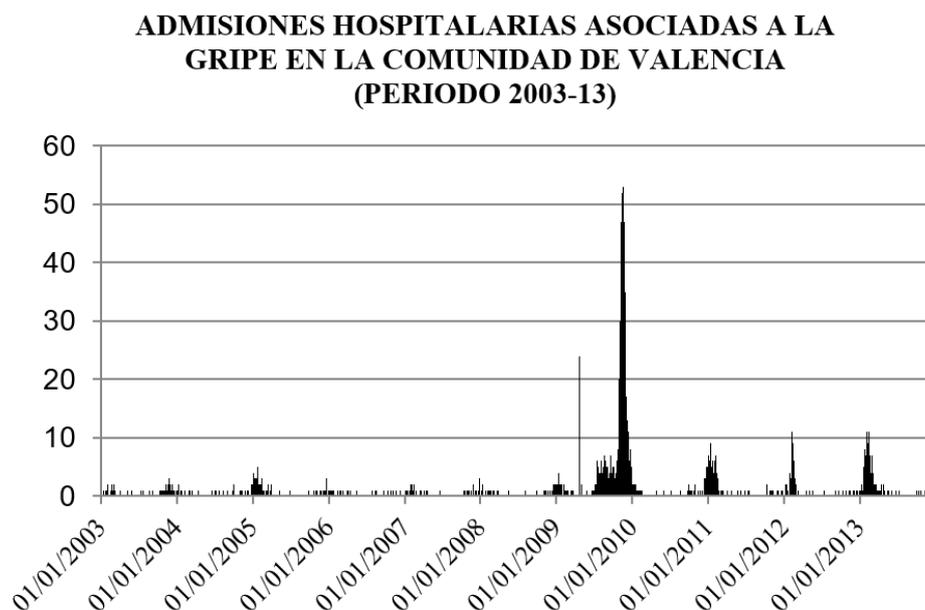


Fig. 2: Admisiones hospitalarias asociadas a códigos de gripe en la Comunidad Autónoma de Valencia para el periodo 2003-13.

Durante el periodo 2003-13, se registraron en la Comunidad Autónoma de Valencia un total de 2.747 ingresos vinculados, de forma directa o indirecta a la gripe, con máximos durante la época invernal como corresponde a las epidemias de gripe en latitudes templadas en donde el periodo de vigilancia se extiende de la semana epidemiológica 40 de un año a la semana 20 del año siguiente.

La figura 3 muestra la distribución temporal de los ingresos a lo largo del año para todo el periodo de estudio. El mes del año con mayor número de casos fue noviembre. Este tipo de distribución de casos será importante de cara a la interpretación de los

resultados estadísticos al existir largos periodos del año que prácticamente no se registran ingresos asociados a la gripe.

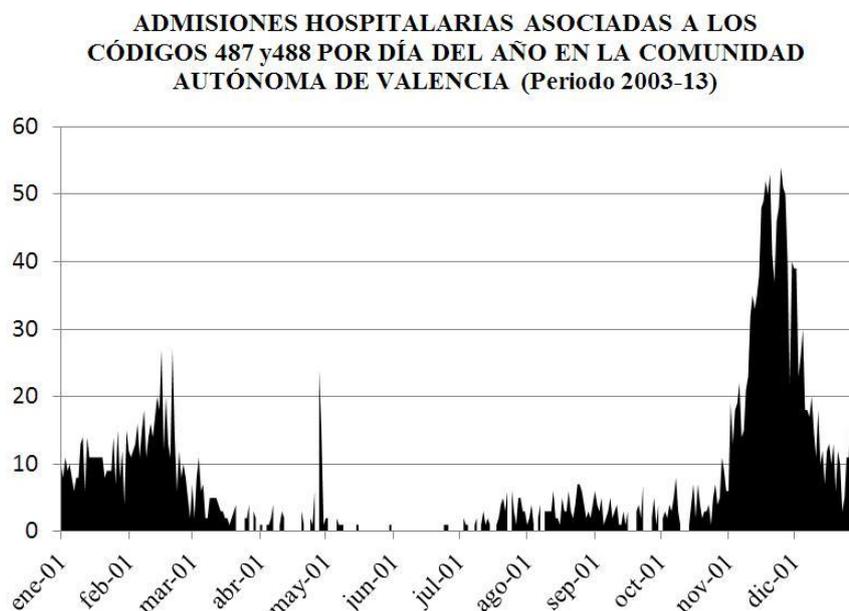


Fig. 3: Admisiones por día del año asociadas a la gripe en la Comunidad de Valencia para el periodo 2003-13.

El patrón de las admisiones por día de la semana es bastante regular de lunes a viernes con un descenso notable durante el fin de semana. La Tabla 1 muestra las admisiones asociadas a la gripe para cada mes y día de la semana, constatándose el patrón epidémico propio de la influenza, ya señalado previamente.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Enero	53	57	29	45	47	38	43
Febrero	74	65	54	64	56	36	44
Marzo	15	20	17	14	14	10	15
Abril	2	30	19	6	3	3	7
Mayo	4	2	5	2	2	1	2
Junio		1	2	3	3		1
Julio	8	12	10	11	6	6	9
Agosto	22	13	11	17	14	8	13
Septiembre	12	16	19	8	15	2	7
Octubre	15	14	17	20	22	15	15
Noviembre	169	130	155	157	159	135	119
Diciembre	54	84	80	61	64	66	49

Tabla 1: Admisiones hospitalarias por mes y día de la semana en la Comunidad Autónoma de Valencia. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del CMBD-H

Los resultados del modelo estadístico muestran diferencias en los riesgos relativos según el tipo de circulación atmosférica dominante. Los valores del RR para la Comunidad Valenciana se muestran en la Tabla 2. El aumento más grande del riesgo de ingreso hospitalario se produce con el patrón de circulación Suroeste. También aparecen efectos significativos y muy altos con otras situaciones como NE y W (ver Tabla 2).

La estructura de los efectos retardados se caracteriza por un patrón temporal irregular, si bien parece haber ciertas similitudes entre las situaciones del W (SW, W, NW), con las que el mayor incremento del riesgo de hospitalización se produce con un retardo de 0 días, y las situaciones del N (NE y N) con las que dicho aumento se produce especialmente con retardos de varios días, sobre todo con retardo de 7 días.

Esta combinación de situaciones y retardos pueden resultar complementarias si consideramos que el periodo que transcurre entre la infección y la asistencia hospitalaria fuera de una semana.

Tipo	RR	T máx C°	T mín C°	Humedad (%)	P mm	Horas sol
A	3,86 [2,64 – 11,20]	24	11,6	63	9	9
E	1,92 [1,17 – 3,10]	23	13	62	73	9
N	3,32 [1,97 – 5,60]	22,5	11,7	58	34	7,8
NE	6,28 [3,91 – 10,0]	20,2	11	60	48	8
NO	3,12 [2,07 – 4,70]	22	11,1	51	12	8
S	0,30 [0,16 – 0,90]	18	10	74	21	5
SO	13,2 [8,26 – 21,10]	21,4	10,8	72	14	7
O	4,06 [2,69 – 6,14]	21	11	66	9	6,7

Tabla 2: Valores significativos de riesgo relativo (RR) y principales variables meteorológicas. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del CMBD-H

Además, la Tabla 2 recoge los valores promedio de las principales variables meteorológicas para toda la zona de estudio según el tipo de circulación. Son destacables los valores de humedad elevados con situaciones de S y SO, registrándose los valores más bajos con tipos del NO, N y NE. Las temperaturas mínimas se encuentran asociadas a los tipos S, NE y O, mientras los promedios de las máximas se corresponden a las situaciones del S, O y NO. Las situaciones ciclónicas registran mayores volúmenes de precipitación siendo los tipos más secos los de O, A, NO, SO y S. Respecto a las horas de sol registradas, destacan las 9 horas de media de las situaciones del E y Anticiclónicas, siendo los tipos C, S y O las que menos horas computan.

Finalmente, un hecho destacable es que las situaciones del E, SE y S, que aportan a la Comunidad Valenciana masas de aire cálido y húmedo procedente del Mediterráneo, son las que tienen unos RR más bajos. Los aumentos del riesgo de hospitalizaciones por gripe con estos tipos no son significativos para ninguno de los niveles de retardo. Incluso, el tipo SE aparece como un tipo protector de forma puntual para el retardo de un día.

4. DISCUSIÓN

El empleo de las admisiones hospitalarias asociadas a diagnósticos de gripe es un tipo de dato que resulta representativo del conjunto de casos existentes, tal como se justifica en el estudio desarrollado por Royé y Fdez-Arroyabe (2017). Las hospitalizaciones representan en gran medida el impacto masivo de la gripe entre la población.

La presencia de resultados estadísticos significativos con muchos tipos de tiempo se puede entender por la evolución natural de los procesos epidémicos donde existe un factor expansivo “*per se*” que aumenta las admisiones independientemente del peso contributivo que cada tipo de circulación tenga. Por otro lado, la necesaria secuencialidad de los procesos de transmisión, infección, incubación, diagnóstico e ingreso hospitalario requieren una ventana temporal que varía entre los tres y los siete días aproximadamente dependiendo del tipo de virus circulante y de la vulnerabilidad del enfermo. Es necesario entender que cada proceso mencionado demanda unas condiciones ambientales específicas tanto para el huésped como para el virus.

Por ello, para interpretar los resultados encontrados, es necesario atender a los mecanismos de transmisión y de supervivencia del virus, tema sobre el que se han desarrollado numerosos estudios experimentales que destacan el papel de la humedad atmosférica (J. Shaman y Kohn, 2009; Gomez-Barroso et al., 2017; Lowen y Steel, 2014). Con este marco, los tipos S, SO y E serían los que peor propiciarían la transmisión de la enfermedad en la Comunidad Valenciana por tener cifras elevadas de humedad, siendo los tipos NO y N los que más favorece teóricamente la transmisión y el desarrollo epidémico. También resulta coherente con el planteamiento inicial, la existencia de un riesgo elevado asociado a los retardos de seis y siete días con estos dos tipos.

Sin embargo, los mayores riesgos de ingresos asociados a la gripe aparecen con el tipo SO, destacando también los riesgos asociados a los retardos de dos a siete días con este mismo tipo, estadísticamente significativos. No es así en el caso de los retardos de los tipos del S y E no significativos, salvo en el caso del retardo de un día con tipo SE que es el único tipo con efector protector.

Dada la complejidad de la gripe como causa de enfermedad, otro factor clave para poder comprender la relación con los tipos de circulación es la expansión de epidemias que tradicionalmente se ha atribuido a la acumulación de personas en lugares cerrados por causa del frío en invierno principalmente (Andrew Aligne, 2016), (Lowen y Steel, 2014) en la Península Ibérica (Fdez-Arroyabe, 2012). La lluvia, actúa como un agente de mayor relevancia para la concentración de la población, especialmente en el ámbito cantábrico y también en el mediterráneo, con lo que ésta sería otra variable a considerar. Esto sí concordaría con el riesgo relativo asociado al tipo NE, y a sus retardos de cuatro, cinco y siete días, al ser el segundo tipo más lluvioso en la Comunidad Valenciana después del E.

Por otro lado, las condiciones de sequedad en las vías respiratorias altas, parecen propiciar el contagio con el virus de la gripe (J. Shaman y Kohn, 2009), y están especialmente asociadas a los valores de humedad absoluta (Shaman, Goldstein, y Lipsitch, 2011) que modulan la eficiencia de la transmisión y de la supervivencia del virus (Shaman et al., 2010). Los valores más bajos de la humedad relativa en la Comunidad Valenciana se asocian a tipos N y NO, lo que permitiría inferir que un

bajo nivel de humedad relativa tiene un riesgo significativo importante en cuanto a las admisiones asociadas a códigos gripe, y esto también concordaría con los resultados encontrados.

El desarrollo de epidemias gripales está sujeto a una gran complejidad y debe ser estudiado atendiendo a la supervivencia del virus en determinados contextos ambientales, la transmisión del mismo en contextos diferentes, y el desarrollo de la infección en un tercer contexto ambiental, una vez que el virus se encuentra en las vías respiratorias del individuo. La dimensión espacial del problema no es menor y la movilidad de la población y aspectos socio-culturales juegan también un papel muy relevante en la explicación de la expansión de enfermedades infecciosas transmitidas por el aire.

5. CONCLUSIONES

Los modelos aditivos generalizados son una herramienta importante para valorar, en base al riesgo relativo, la relación entre los tipos de circulación atmosférica y las admisiones hospitalarias asociadas a enfermedades que son sensibles a factores climáticos como la gripe. En definitiva, los resultados obtenidos en este trabajo plantean la necesidad de integrar los resultados en un análisis de secuencia de procesos, y no básicamente de estados vinculados a los tipos de tiempo a los que se asocia el riesgo estadístico. Si bien, los valores obtenidos pueden ser de gran utilidad como información de apoyo en la toma de decisiones en el ámbito de la salud pública, en la gestión de recursos sanitarios, para su uso comparado con trabajos similares en el ámbito peninsular, o como una contribución más para la mejora de los modelos epidemiológicos clásicos.

AGRADECIMIENTOS

Es necesario agradecer la cesión de los datos sanitarios del CMBD-H al Instituto de Información Sanitaria del Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad español. Igualmente se extienden los agradecimientos a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) por facilitar el acceso a sus datos climáticos y meteorológicos.

Este trabajo se enmarca en el ámbito del proyecto del Plan Nacional de Investigación Ref. CSO2016-75154-R titulado “*Ciudades saludables, alertas biometeorológicas y las infecciones respiratorias agudas en España*” agradeciéndose el soporte económico proporcionado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del Gobierno de España para su desarrollo.

REFERENCIAS

- ANALITIS, A. *et al.* (2008). Effects of cold weather on mortality: Results from 15 European cities within the PHEWE project, *American Journal of Epidemiology*, 168 (12), 1397–1408. doi: 10.1093/aje/kwn266
- ANDREW ALIGNE, C. (2016). Overcrowding and mortality during the influenza pandemic of 1918: Evidence from US Army Camp A. A. Humphreys, Virginia,

- American Journal of Public Health*, 106(4), 642–644. doi: 10.2105/AJPH.2015.303018.
- FDEZ-ARRÓYABE, P. F. (2004). Climate, weather and flu diagnoses incidence in the region of Santander (Northern Spain) during the 1999-2000 epidemic diffusion period, *Aerobiologia*, 20, 223–228. doi: 10.1007/s10453-004-1186-z.
- COLLINS, W. *et al.* (1996). The NCEP NCAR 40-Year Reanalysis Project, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77(3), 437–472.
- DOWELL, S. F. (2001). Seasonal variation in host susceptibility and cycles of certain infectious diseases. *Emerging infectious diseases*, 7(3), 369–374. doi: 10.3201/eid0703.017301.
- FDEZ-ARROYABE, P. (2012): Influenza epidemics and Spanish climatic domains. *SciRes*, 4, 941–945. doi: 10.4236/health.2012.430144.
- FDEZ-ARROYABE, P., ROYE, D., MARTI-EZPELETA, A. (2016). Tipos de tiempo y admisiones hospitalarias asociadas a la gripe en galicia en el periodo 2003-2013, en Olcina Cantos, Jorge; Rico Amorós, Antonio M.; Moltó Mantero, Enrique (eds.). *Clima, sociedad, riesgos y ordenación del territorio*. Alicante: Instituto Interuniversitario de Geografía, Universidad de Alicante; Asociación Española de Climatología, 505-514 ISBN 978-84-16724-19-2
- GOMEZ-BARROSO, D. *ET AL.* (2017). Climatic factors and influenza transmission, Spain, 2010–2015, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(12). doi: 10.3390/ijerph14121469.
- HAJAT, S. *et al.* (2010). Heat-health warning systems: A comparison of the predictive capacity of different approaches to identifying dangerously hot days. *American Journal of Public Health*, 100(6), 1137–1144. doi: 10.2105/AJPH.2009.169748.
- ISHMATOV, A. A. N. (2016). Why respiratory viruses or bacteria have the highest probability to be deposited in the respiratory tract in flu seasons. 3, 1–21. doi: 10.7287/peerj.preprints.2237v2.
- LIPSITCH, M. AND VIBOUD, C. (2009). Influenza seasonality: Lifting the fog. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(10), 3645–3646. doi: 10.1073/pnas.0900933106.
- LOWEN, A. C. AND STEEL, J. (2014). Roles of Humidity and Temperature in Shaping Influenza Seasonality. *Journal of Virology*, 88(14), 7692–7695. doi: 10.1128/jvi.03544-13.
- RAMOS, A. M., BARRIOPEDRO, D. AND DUTRA, E. (2015). Circulation weather types as a tool in atmospheric, climate, and environmental research, *Frontiers in Environmental Science*. doi: 10.3389/fenvs.2015.00044.
- ROYÉ, D. *et al.* (2016). Winter circulation weather types and hospital admissions for respiratory diseases in Galicia, Spain. *International Journal of Biometeorology*, 60(4), 507–520. doi: 10.1007/s00484-015-1047-1.
- ROYÉ, D. AND FDEZ-ARROYABE. P. (2017) “Study of influenza related morbidity” en *The overarching issues of the european space grandes problemáticas do espaço europeu*, Helena Pina y Felisbela Martins (Eds.), 148-159, Universidade do Porto, ISBN 978-989-54030-6-6
- SHAMAN, J. *et al.* (2010). Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental United States. *PLoS Biology*, 8(2). doi:

10.1371/journal.pbio.1000316.

SHAMAN, J., GOLDSTEIN, E. AND LIPSITCH, M. (2011). Absolute humidity and pandemic versus epidemic influenza. *American Journal of Epidemiology*, 173(2), pp. 127–135. doi: 10.1093/aje/kwq347.

SHAMAN, J. AND KOHN, M. (2009). Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(9), 3243–3248. doi: 10.1073/pnas.0806852106.

SPELLMAN, G. (2017). An assessment of the Jenkinson and Collison synoptic classification to a continental mid-latitude location. *Theoretical and Applied Climatology*, 128(3–4), 731–744. doi: 10.1007/s00704-015-1711-8.

TAMERIUS, J. *et al.* (2011). Global influenza seasonality: Reconciling patterns across temperate and tropical regions. *Environmental Health Perspectives*, 119(4), 439–445. doi: 10.1289/ehp.1002383.

VILLAR, A. *et al.* (2018). Integrating and analyzing medical and environmental data using ETL and Business Intelligence tools. *International Journal of Biometeorology*. *International Journal of Biometeorology*, 62(6), 1085–1095. doi: 10.1007/s00484-018-1511-9.

WAHLGREN, J. (2011). Influenza A viruses: an ecology review. *Infection Ecology & Epidemiology*, 1(1), p. 6004. doi: 10.3402/iee.v1i0.6004.

WILLEM, L. *et al.* (2012). A Nice Day for an Infection? Weather Conditions and Social Contact Patterns Relevant to Influenza Transmission. *PLoS ONE*, 7(11). doi: 10.1371/journal.pone.0048695.

YOO, K. *et al.* (2017). Molecular approaches for the detection and monitoring of microbial communities in bioaerosols: A review. *Journal of Environmental Sciences (China)*. Elsevier B.V., 51, 234–247. doi: 10.1016/j.jes.2016.07.002.

ZHAO, N. *et al.* (2018). The effects of synoptic weather on influenza infection incidences: a retrospective study utilizing digital disease surveillance. *International Journal of Biometeorology*, 62(1), 69–84. doi: 10.1007/s00484-017-1306-4