

# IMPACTO SANITARIO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA ASOCIADA AL DESARROLLO DE EPIDEMIAS GRIPALES EN LA PENÍNSULA IBÉRICA DURANTE EL PERIODO 2000-09

Pablo FDEZ.-ARROYABE<sup>1</sup>, Domingo RASILLA ÁLVAREZ<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>*Depto. de Geografía. Grupo Geobiomet. Universidad de Cantabria*  
<sup>2</sup>*Depto. de Geografía. Universidad de Cantabria*  
**fernandhp@unican.es**

## RESUMEN

A lo largo de este texto se presenta una propuesta metodológica orientada hacia la creación de un sistema de alerta biometeorológico que incorpore componentes climáticas y meteorológicas en la gestión de las epidemias gripales por parte de los servicios de Salud Pública de las distintas administraciones. Para ello se plantea una aproximación meso-escalar al problema de las epidemias gripales mediante el desarrollo del Índice de Contraste Meteorológico (ICM). El ICM es un indicador del contraste meteorológico a escala sinóptica. Para ello, mediante el índice, se cuantifica la diversidad de tipos de circulación dada en un periodo temporal definido, el número de rupturas en la secuencia de tipos y la magnitud de las mismas. Este índice toma como input los catálogos de tipos de circulación resultantes de diferentes métodos de clasificación climáticas sinópticas. El ICM es puesto en relación con las principales epidemias gripales del periodo de estudio. La investigación pone de manifiesto la complejidad del tema tratado y muestra el interés del empleo de ICM como elemento informativo en la gestión de epidemias gripales en España y plantea su posible aplicación a otro tipo de enfermedades no infecciosas.

**Palabras clave:** Sistemas de alerta biometeorológicos, Índice de Contraste Meteorológico, clasificación sinóptica, periodo de retardo, tipo viral.

## ABSTRACT

The present research is focused on the development of a biometeorological health warning system that allow Spanish Health Public Services to incorporate new climatic and meteorological components to the management of the influenza epidemics in Spain in the future. In order to get this aim, the Meteorological Contrast Index (MCI) has been designed based on the daily study of a spatial synoptic classification scheme for the Iberian Peninsula. The MCI express the idea of meteorological contrast through there numeric parameters that attend to the diversity of the circulation types, the number of breaks ion the temporal sequence and their magnitude on a specific temporal period. MCI is then compared with the evolution of the epidemic periods in Spain in between 1999-2009. The study shows the complexity of studying this issue and show MCI as a preliminary tools that can be useful as an informative tool in the future in the management of flu epidemics.

**Key words:** Biometeorological Health Warning System, Meteorological Contrast Index MCI, synoptic classification, delay period, virus strain.

## 1. INTRODUCCIÓN

El acceso a la información climática resulta fundamental hoy en día no solo para poder anticipar situaciones de riesgo meteorológico o planificar las disponibilidades hídricas de un país o una región

sino también, cada vez más, para la prestación de servicios biometeorológicos que nos ayuden a entender como la atmósfera interviene en nuestro estado de salud físico y psicológico. Es aquí donde los sistemas de alerta biometeorológicos cobran especial relevancia tanto en la escala del cambio climático como en una escala más próxima en relación con la variabilidad meteorológica y el impacto sobre la salud humana de la misma.

Parece estar confirmada la relación entre el comportamiento de la atmósfera y sus elementos y ciertos grupos de enfermedades como las respiratorias (Alcoforado, 1992) o las alérgicas (Camacho, 2009) o los cánceres de piel (Young, 2009). Algunos autores han manifestado el vínculo existente entre la variación parcial del oxígeno disuelto en la atmósfera y el número de asistencias en las salas de emergencia de los hospitales en distintas zonas del planeta (Lecha y Méndez, 1981), (Lecha, 1999, 2007).

Otros investigadores aplican diariamente sistemas de alerta referidos a las olas de calor (Kalkstein, 2004) o elaboran índices complejos que puedan expresar cómo los meteoros influyen sobre nuestro sistema termo regulador (Jendritzky, 2005). Sin embargo, cuando la enfermedad estudiada es de carácter infeccioso, como la influenza, es necesario considerar en su estudio un conjunto de factores mucho más amplio que abarca desde aspectos microbiológicos, esenciales para entender los mecanismos de contagio, hasta complejos procesos de difusión espacial, pasando por el enfoque climático-ambiental del problema.

Algunos autores han demostrado vía experimentación que la probabilidad de transmisión del virus de la gripe depende la humedad relativa y la temperatura (Lowen et al. 2006). La aparición del virus en los distintos hemisferios responde también claramente una estacionalidad lo que indica que existe una dimensión climática que parece encontrarse relacionada con la aparición de los primeros casos (Fdez-Arroyabe, 2004), siendo éstos especialmente relevantes en el proceso epidémico. Ambos hechos nos inducen a suponer que los mecanismos ambientales que propician la transmisión del virus a escala microbiológica pueden estar presentes también de algún modo a una escala macro en la dinámica atmosférica.

Por ello, la hipótesis de trabajo sobre la que se asienta la presente investigación parte del supuesto de que la probabilidad de ser infectado por el virus de la gripe se encuentra relacionada con el contraste biometeorológico. El cambio meteorológico extremo genera estrés sobre cualquier organismo vivo lo que puede provocar un debilitamiento de su sistema inmune, haciéndolo más vulnerable durante el necesario proceso de aclimatación/adaptación, con lo que la probabilidad de infección se eleva en ese momento.

El objetivo principal de esta investigación es el estudio de la evolución de las epidemias gripales en el periodo 1999-2009 en la Península Ibérica y su potencial relación con la estacionalidad climática y el contraste meteorológico. Es justamente desde este último enfoque, climático-meteorológico, desde donde se afronta la investigación de la que deriva el presente trabajo.

## **2. FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA**

### **2.1. Fuentes de datos**

Los datos empleados para la investigación provienen de dos fuentes oficiales. Por un lado los datos gripales han sido registrados a través del Sistema de Vigilancia de Gripe en España (SVGE) y facilitados por el Centro Nacional de Epidemiología (CNE). El periodo de datos tratado comprende desde el año 2000 al 2009 siendo su periodo cronológico de registro el comprendido entre la semana 40 de un año y la semana 20 del año posterior. Los datos de gripe se encuentran en forma de Tasa Semanal, (casos de gripe/100.000 habitantes) correspondiéndose la tasa con la incidencia notificada de gripe. Las semanas sin información epidemiológica coinciden con aquellas temporadas en las que la CCAA no se había integrado en el SVGE. No se ha dispuesto de datos de Galicia y Murcia y tampoco de los datos de Ceuta y Melilla. Los archipiélagos españoles (Canarias y Baleares) han sido excluidos intencionadamente del estudio por la singularidad del clima de las islas que los componen.

En la Tabla 1 se presenta la disponibilidad de datos de gripe por CCAA y los tipos de virus circulantes dominante en cada periodo epidémico. Cada CCAA ha sido adscrita a una *zona climática* para el posterior análisis de los datos diferenciándose tres ámbitos climáticos: el *ámbito atlántico* en el que se incluyen las comunidades cantábricas; el *ámbito continental* formado por todas las comunidades interiores y el *ámbito mediterráneo* que agrupa a las comunidades costeras del Sur y Este peninsular.

CCAA	AÑOS EPIDEMIOLÓGICOS POR ZONA CLIMÁTICA Y CCAA								
	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09
<b>1</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>2</b>						X	X	X	X
<b>3</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>4</b>					X	X	X	X	X
<b>5</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>6</b>					X	X	X	X	X
<b>7</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>8</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>9</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>10</b>				X	X	X	X	X	X
<b>11</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>12</b>					X	X	X	X	X
<b>13</b>					X	X	X	X	X
<b>Tipo</b>	A	A	B	A	A	A y B	A	A y B	A y B

TABLA 1: Disponibilidad de datos Gripales y tipos de Virus

CCAA: 1. Andalucía 2. Cataluña 3. Valencia 4. Asturias 5. País Vasco 6. Cantabria 7. Castilla-León, 8. Castilla-La Mancha 9. Aragón 10. Extremadura 11. Madrid 12. Navarra 13. La Rioja

En segundo término la información climática necesaria para la estimación del Índice de Contraste Meteorológico (ICM) ha sido obtenida del National Center for Atmospheric Research (NCAR) de los EEUU a través de sus bases de datos de reanálisis con una frecuencia de cuatro datos diarios, cada 6 horas, en una malla con una resolución espacial de de 2,5 grados.

## 2.2. Metodología

En primer término, desde el punto de vista estadístico se han calculado los valores medios de la tasa de gripe para cada una de las zonas climática señaladas en el apartado previo. El acceso a la información microbiológica relevante para el desarrollo del trabajo - el análisis viral de los aislamientos, la caracterización microbiológica de los tipos de virus; la estimación del periodo medio de incubación de cada tipo circulante - ha sido proporcionada por el Centro Nacional de Epidemiología <http://vgripe.isciii.es/> del Instituto de Salud Carlos III.

El segundo lugar, se ha desarrollado un catálogo diario de tipos de circulación. El desarrollo de clasificaciones climáticas sinópticas basadas bien en métodos manuales o automáticos tiene una larga historia en el Oeste de Europa (Lamb,1972), (Jenkinson and Collison, 1977), (Donna et al., 2007) apoyándose los procedimientos de clasificación fundamentalmente en la definición de un catálogo de tipos de circulación a partir de la presión del aire en superficie (SLP). Para este trabajo se ha empleado la clasificación de Lamb adaptada especialmente a la Península Ibérica (Rasilla, 2000, 2003). A partir de este catálogo formado por 16 tipos advectivos, dos rotacionales y uno indefinido se ha desarrollado el cálculo del ICM.

Para ello se plantea el desarrollo de un modelo teórico (Fdez.-Arroyabe, 2011) que permite tomar como input cualquier catálogo de tipos de circulación. El modelo permite estimar la diversidad de tipos que tienen lugar en cada ciclo definido por el usuario. La diversidad es el primer parámetro de cálculo (P1) del ICM. El segundo parámetro del modelo (P2) contabiliza las rupturas dadas en esa misma secuencia y finalmente estimar el tercer parámetro o ICM correspondiente a la magnitud de las rupturas experimentadas durante el periodo analizado. Para poder aplicar el modelo de cálculo del ICM con múltiples catálogos y una gran variedad de supuestos se ha desarrollado un software específico que nos permite indicar hasta un máximo de 4 tipos diarios y definir diferentes retardos temporales para el cálculo del ICM.

En el caso concreto que nos ocupa se ha optado por trabajar con un solo tipo diario, el de las 12 horas y un periodo de cálculo de 7 días coincidente en esta ocasión con la semana epidemiológica que abarca de Domingo a Sábado.

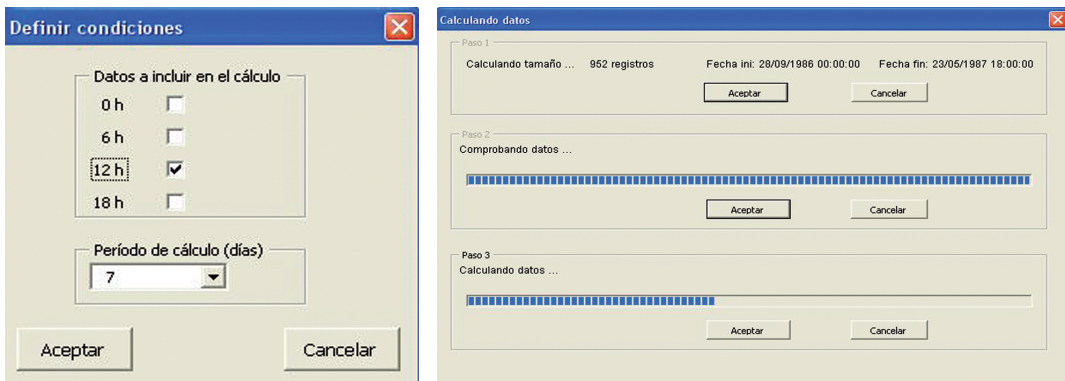


FIG. 1: Herramienta de cálculo del ICM.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Zonas climáticas y tasa de gripe

La Figura 2 constata la relevancia de las fases gripales de los años 2001-02 y 2004-05 por su incidencia poblacional muy elevada, estando en segundo lugar un grupo de años epidémicos formado por el 2003-04, 2006-07, 2007-08 y 2008-09 con una tasa de gripe inferior en el conjunto de España. Los años de menor impacto en el ámbito de la gripe fueron los periodos 2000-01, 2002-03 y 2005-06.

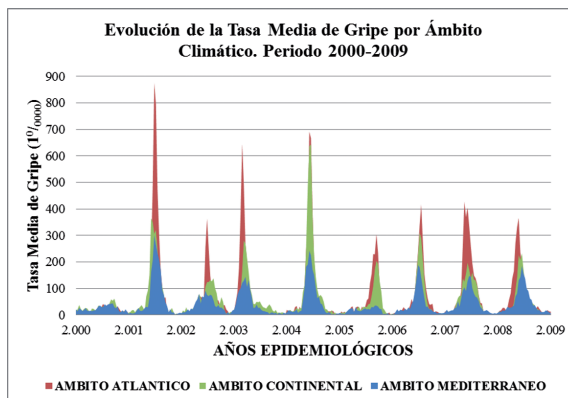
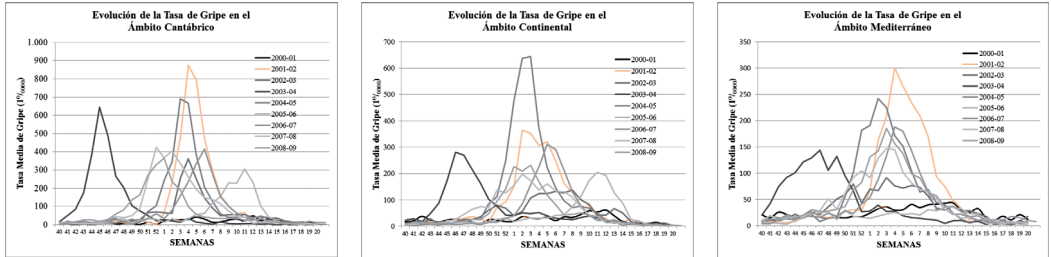


FIG. 2: Evolución interanual de la Tasa Media de Gripe ( $10^4/10000$ ), por ámbitos climáticos en la Península Ibérica.

Desde el primer momento queda de manifiesto la diferencia en la magnitud de la tasa media para cada una de las zonas climáticas de la Península Ibérica, siendo la zona del ámbito atlántico la más afectada, seguida por la zona continental y en menor medida el ámbito mediterráneo. Cuando la representación de los valores de tasa media se particulariza para cada zona climática y año epidémico se observa una gran variedad (1) en cuanto a los valores máximos (los ejes Y son diferentes escalas) y (2) en cuanto a la semanas en que tienen lugar la expansión inicial y el pico de la epidemia.



FIGS. 3, 4 Y 5: Detalle semanal de la Evolución de la Tasa Media de Gripe ( $1^{\circ}/0000$ ) por ámbito climático, en la Península Ibérica

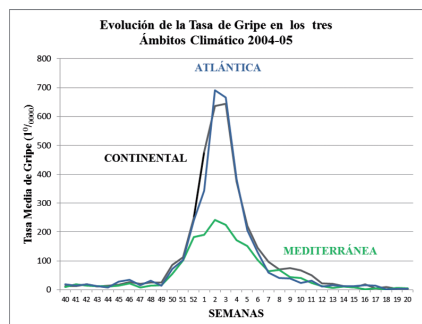
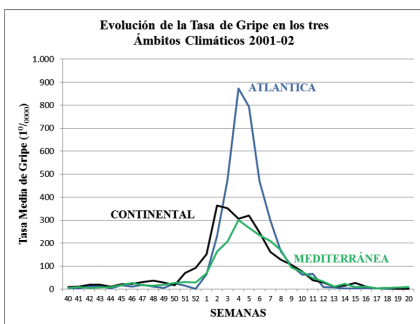
En la zona atlántica los valores de tasa ascienden hasta 872,8 en la semana 4 del año 2002 y a 690 en la segunda semana año 2005. El tercer año de mayor impacto en esta zona climática fue el 2003-04 donde la tasa se elevó hasta 645 siendo relevante el hecho de que este máximo se diera de forma temprana, en la semana 45 del año 2003.

En los periodos 2002-03, 2006-07, 2007-08 y 2008-09 la tasa máxima estuvo en torno a los 400 y en estos cuatro casos el pico máximo se registró entre la semana 52 y la 6 siendo la ventana temporal de ocurrencia bastante reducida. Por el contrario, la máxima incidencia de la gripe en el 2005-06 se retarda hasta la semana 11 siendo su valor ligeramente superior a 300.

El año 2004-05 fue también el más destacado en el ámbito continental en cuanto a tasa con valores de 643,9 en la tercera semana. Por el contrario, en el año 2001-02 la tasa máxima registrada en la segunda semana no pasó de 364. También se refleja en los gráficos previos el carácter prematuro de la temporada 2003-04 alcanzando su valor máximo en la semana 46. El pico de la temporada 2005-06 se caracteriza por ser claramente tardío.

En el ámbito mediterráneo las tasas medias registradas resultan claramente inferiores no superando sus valores máximos la tasa de 300 en casi ningún caso.

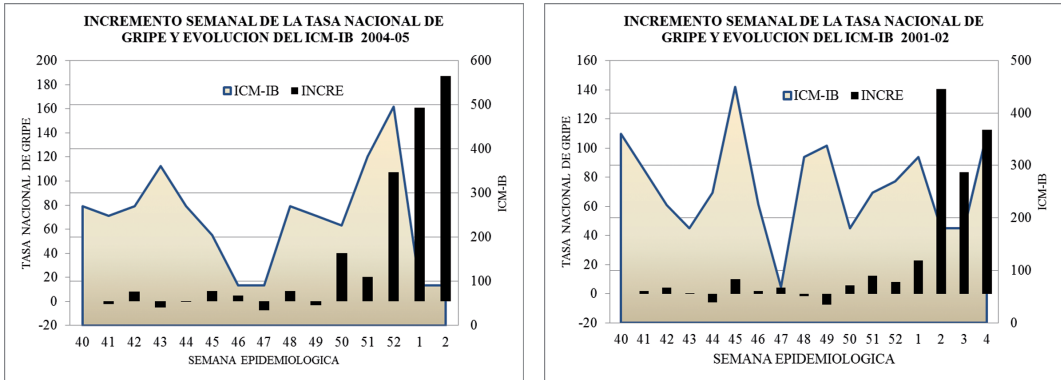
El análisis de los valores de la tasa por zona climática para los dos años epidemiológicos de mayor impacto sanitario, Figuras 6 y 7, se observa cómo la evolución de la tasa en la zona atlántica fue claramente superior a las otras dos regiones climáticas en el 2001-02 coincidiendo en esta ocasión la fase cronológica de expansión en los tres ámbitos climáticos.



FIGS. 6 Y 7: Detalle de la Evolución semanal de la Tasa Media de Gripe ( $1^{\circ}/0000$ ) en los años epidemiológicos 2001-02 (izda) y 2004-05 (dcha).

### 3.2. El ICM y la tasa de gripe

El cálculo del ICM se ha realizado a partir de los datos diarios de la clasificación de Lamb mejorada para la Península Ibérica (Rasilla et al. 2000). En las figuras siguientes se presenta la evolución del ICM en las dos épocas de mayor impacto epidémico (2004-05 y 2001-02) junto a la evolución del incremento semanal de la tasa nacional de gripe.



FIGS. 8 Y 9: ICM e incremento semanal de la Tasa de Gripe (1<sup>o</sup>/0000) en los años epidémicos 2004-05 (izda) y 2001-02 (dcha).

Si centramos nuestra atención el periodo 2004-05, el primer incremento llamativo de la tasa tiene lugar después de tres semanas con una diversidad de tipos muy reducida y pocas rupturas (semanas 45 a 47) situación con valores que se verán duplicados a partir de la semana 48. Es a partir de esta semana cuando hay un claro progresivo aumento de la diversidad semanal de tipos, del número de rupturas, especialmente en las dos últimas semanas del año 2004, y en el valor del ICM que alcanza sus niveles máximos para el periodo estudiado.

Semana	Tasa	P1	P2	ICM	Δ de Tasa	Tipos
47	22,08	2	1	90	-7,43	A;SSE;
48	30,91	4	3	270	8,83	U;SSE;C;E;
49	27,61	4	3	248	-3,29	E;NNE;A;SSE;
50	67,64	4	3	226	40,02	SSE;E;NNW;A;
51	87,88	4	4	382	20,24	NNW;NNE;E;A;NNW;
52	195,13	3	4	495	107,25	NNW;NNE;NNW;NNE;A;
1	355,72	2	1	90	160,58	NNE;A;
2	542,86	2	1	90	187,14	A;SW;

TABLA 2: ICM, Tasa de Gripe y tipos en 2004-05.

La tasa de gripe sigue aumentando en la semana dos de 2005 si bien el incremento de la misma, en términos relativos, es claramente inferior al registrado en la semana 50 o en la semana 1. Los tipos que acontecen durante los momentos más relevantes de expansión de la gripe se corresponden con la alternancia de NNW, NNE y E.

Cuando examinamos el periodo 2001-02, podemos ver cómo en esta ocasión la evolución del ICM ha tenido una configuración distinta siendo en la semana 45 del año 2001 cuando se observan valores de diversidad y ruptura muy elevados y el ICM más elevado del periodo de expansión de la



tasa. En esta ocasión el impacto meteoro-trópico viene provocado nuevamente por un cambio de los tipos sinópticos del SSE y E a NNW y a NNE respectivamente teniendo esta secuencia un claro impacto en la tasa de gripe de esa misma semana con un incremento relativo muy significativo.

Semana	Tasa	P1	P2	ICM	$\Delta$ de Tasa	Tipos
43	10	2	2	180	0,2	SW;A;SW;
44	5,1	3	3	248	-5,9	SSE;A;E;SSE;
45	14,9	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>450</b>	<b>9,9</b>	SSE;E;A;NNW;NNE;E;
46	16,8	3	3	226	1,9	NNE;E;NNE;C;
47	21	2	1	68	4,1	NNE;E;
...	...	...	...	...	...	...
51	29,7	4	3	248	12,4	SSE;E;A;U;
52	37,7	3	3	270	8,0	E;A;NNW;A;
1	60,3	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>316</b>	<b>22,6</b>	A;SSE;SW;W;SSE;
2	200,9	3	2	180	<b>140,6</b>	SSE;A;SW;

TABLA 3: ICM, tasa de gripe y tipos en 2001-02.

Tras la semana 45 se entra en un valle de tres semanas con una dominancia de los tipos del NNE y del E y un posterior repunte del ICM en donde se alternan incrementos y decrementos menores de la tasa de gripe. En la semana 51, 52 comienza un incremento progresivo de los parámetros del índice y especialmente en la primera semana del año 2002 cuando el ICM alcanza 316 puntos provocando un incremento de tasa de 140,6 unidades una semana después.

#### 4. DISCUSIÓN

Desde un enfoque meramente climático, queda demostrado que la magnitud de la tasa de gripe varía dependiendo del ámbito climático estudiado, especialmente entre la zona mediterránea y las otras dos. Las diferencias, también existentes, son menores entre la zona atlántica y la continental.

También se constata la existencia de una importante disparidad en cuanto a la ventana temporal en que ocurren los máximos de gripe de cada periodo si bien, esta disparidad se reduce cuando los valores de las tasas aumentan como sucede en las dos epidemias de mayor impacto de los años 2001-02 y 2004-05 en donde las ventanas de ocurrencia son muy parejas independientemente del ámbito climático que observemos.

Una tercera consideración atendiendo a la zonificación climática propuesta alude a dos factores muy relevantes como son la amplitud térmica propia de las zonas continentales y su distancia al mar. De acuerdo a las teorías tradicionales, la temperatura mínima registrada es un factor esencial a la hora de que tenga lugar la epidemia gripal dado que es el frío el que propicia el contagio al provocar una mayor concentración de individuos en lugares cerrados. Sin embargo el ámbito atlántico muestra en varios años una mayor tasa de gripe que la zona continental, en donde a priori, la temperatura mínima es inferior y por lo tanto debiera provocar tasas de gripe más elevadas que en la zona atlántica.

Esta consideración, introduce en juego la componente multifactorial del hecho estudiado en el que otras variables climáticas claramente relacionadas con la mayor o menor litoralidad parecen ser relevantes. De este modo variables como la humedad relativa, la nubosidad o la insolación estarían asociadas con la tasa de gripe al mismo nivel que la propia temperatura del aire.

Este tipo de consideraciones teóricas nos aleja del enfoque meso-escalar y sinóptico bajo el que se ha planteado este trabajo y nos lleva a pensar en otro tipo de enfoque a una menor escala espacial, en donde la diferenciación de factores pasa por el tratamiento de series empíricas meteorológicas en

lugares geográficos concretos como ya se ha realizados en otros estudios previos que confirman la relación de la tasa de gripe con la variación de la temperatura y de la humedad en ciudades como Vitoria o Santander.

Si centramos la discusión en la fiabilidad y validez del ICM para anticipar situaciones de riesgo de expansión de una epidemia gripal podemos decir que es un índice válido para los dos años epidémicos tratados en este artículo si bien, también se han observado otros dos tipos de situaciones en las que un ICM elevado no ha supuesto incrementos de la tasa gripal.

La primera de estas situaciones es cuando un ICM elevado no conlleva el desarrollo de la epidemia y es lo que se puede considerar un falso positivo en un sistema de alertas. La segunda casuística hace referencia a la existencia de valores elevados del ICM en semanas posteriores al pico máximo. Esta situación es aceptable bajo la idea de que la población que se ve afectada por un virus pasa a ser inmune después del proceso vírico lo que impide una nueva infección del mismo tipo después del pico máximo.

Estos hecho nos permiten señalar que el uso del ICM necesita un mayor testeo teniendo en cuenta que el contraste no es un parámetro que determine la existencia de una expansión viral pero que si puede contribuir a que esto suceda sobre todo en las situaciones de máximo riesgo sanitario.

## 5. CONCLUSIONES

En relación al ICM, queda de manifiesto que los valores del índice se han correspondido con la evolución de las tasas de gripe en los dos años más severos bajo la premisa inicial de que la brusquedad del cambio sinóptico, medida en términos relativos, puede actuar como un detonante de la tendencia expansiva de una epidemia gripal. También se han observado situaciones en las que a pesar de tener condiciones atmosféricas propicias para obtener valores de ICM elevados, éstos no han repercutido sobre la tasa de igual modo. Por ello la validación del ICM precisa de la definición de un nivel de probabilidad de ocurrencia de este hecho. De igual modo, al haber sido concebido este índice bajo un marco teórico más amplio que el relativo a la gripe, es recomendable estudiar el impacto que los valores de contraste elevados tienen sobre otros grupos de enfermedades no infecciosas.

### *Agradecimientos*

Nos gustaría expresar nuestro agradecimiento al Ministerio de Ciencia e Innovación quien a través del Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental no orientada CSO2010-16432 ha financiando la presente investigación y al Centro Nacional de Epidemiología CNE del Instituto de Salud Carlos III y al Sistema de Vigilancia de Gripe en España por la cesión desinteresada de la información relativa a las epidemias gripales sanitaria para el desarrollo del mismo.

## REFERENCIAS

- Alcoforado, M.J. (1992). L'influence du temps atmospherique sur lápparition de certains troubles respiratoires à Lisbonne. *Risques patologiques, rythmes et paroxysmes climatiques*. Ed. J.P. Besancenot. Jon Libbey Eurotext, Paris, 147-156.
- Donna Bower, Glenn R. McGregor, David M. Hannah and Scott C. Sheridan (2007). Development of a spatial synoptic classification scheme for Western Europe. *Int. J. Climatol.* 27: 2017–2040. DOI: 10.1002/joc.1501
- Camacho, J.L. et al. (2009). Predicción del inicio de la temporada de polinización del plátano de sombra en la Comunidad de Madrid y en la ciudad de Córdoba. Técnicas y resultados. Nota Técnica núm. 1 (AEMET). Red PALINOCAM. Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.
- Cazes, M.H. (1992). Gripes et variations climatiques. *Risques pathologiques, rythmes et paroxysmes climatiques*. Ed. J.P. Besancenot. Jon Libbey Eurotext, Paris, 192, p.185-194.
- Estrada, A. Moya, A. Lecha, L (2006). A new automated system for biometeorological forecasts in a regional scale (unpublished). Tech. Report, Institute of Meteorology, Havana, Cuba, 72 pp.



- Fdez.-Arroyabe, P. (2002). "The develop and application of *dibreakib* method in order to study the relationship between atmospheric dynamic and flu rate in the city of Vitoria in the expansion period of the virus". International Congress on Biometeorology October- November 2002. American Meteorological Society. p.31-33.
- Fdez.-Arroyabe, P. (2004): Climate weather and flu diagnoses incidence in the region of Santander during the 1999-200 epidemic diffusion period. *Aerobiologia* n° 20, 223-228 Kluwer Academic Publishers.
- Fee, E., Brown T.M., Lazarus J., Theerman P.: 2001, The influenza pandemic of 1918. *American Journal of Public Health*. Vol. 91, 12,1953-1964.
- Jendritzky G, de Dear R. (2005) Adaptation and the thermal environment. In: Ebi KL, Burton I, McGregor G, eds. *Biometeorology for adaptation to climate variability and change: research frontiers and perspectives*. Heidelberg, Germany: Springer; 2009, pp. 9–32.
- Lamb, H.H., 1972: British Isles Weather types and a register of daily sequence of circulation patterns, 1861-1971. *Geophysical Memoir 116*, HMSO, London, 85pp.
- Lowen, A. C., Mubareka, S., Tumpey, T.M., García Sastre, A., J., Palese, P. (2006): The guinea pig as a transmission model for human viruses. *Proceedings of the National Academy of Science – PNAS*, vol 103, n 26, USA.
- Jenkinson, A.F. and Collinson, P. (1977). An initial climatology of Gales over the North Sea. *Synoptic Climatology Branch*. Memorandum N° 62. Meteorological Office. London 18.
- Kalkstein, L., Sheridan S. (2004). A bioclimatological analysis of heat health: progress in heatmatch warning systems technology. *El clima entre el Mar y la montaña*. IV Congreso de la AEC(Conferencias invitadas). Publicaciones de la AEC. SerieB, n° 4.
- Rasilla, D. (2000). Synoptic scale circulation conditions over the Iberian peninsula during extreme NAO phases. International Geophysical Union. Chapman Conference on NAO, Orense (Spain).
- Schaffer, F.L., Soergel, M.E. and Straube, D.C. (1976) Survival of airborne influenza virus: effects of propagating host, relative humidity, and the composition of spray
- Young, C (2009). Solar ultraviolet radiation and skin cancer. *Occupational Medicine* N°59, p.82-88. Doi:10.1093/occmed/kqn170.

