Nº 73, enero-junio de 2020, pp. 275-297.
ISSN: 0213-4691. eISSN: 1989-9890.
DOI: 10.14198/INGEO2020.OCBCMT

Investigaciones Geográficas
Instituto Interuniversitario de Geografía
Universidad de Alicante

Cita bibliográfica: Olcina Cantos, J., Biener Camacho, S. y Martí Talavera, J. (2020). Aspectos atmosféricos y climáticos en la expansión de la pandemia (COVID-19) en la provincia de Alicante. *Investigaciones Geográficas,* (73), 275-297. https://doi.org/10.14198/INGEO2020.OCBCMT

Aspectos atmosféricos y climáticos en la expansión de la pandemia (COVID-19) en la provincia de Alicante

Atmospheric and climatic aspects in the expansion of the pandemic (COVID-19) in the province of Alicante

Jorge Olcina Cantos[1]
Samuel Biener Camacho[2]
Javier Martí Talavera[3*]

Resumen

La pandemia de la COVID-19 se ha convertido en uno de los mayores desafíos recientes que se ha encontrado la ciencia. Multitud de estudios pretenden dar respuesta a la propagación de este coronavirus, hasta ahora desconocido, ante unas condiciones atmosféricas y climáticas determinadas. El estudio de parámetros como la temperatura, la humedad y la radiación en los meses de febrero y marzo de 2020, así como un análisis correlativo con otras variables de distinta temática, pretende ponderar el peso que pudieron haber tenido estas variables en la expansión de este patógeno en la provincia de Alicante. Los resultados obtenidos apuntan, de forma preliminar, como la única variable que guarda relación con la tasa de contagio y la tasa de defunción son las temperaturas máximas. Este hecho podría estar relacionado con el nicho climático del coronavirus, el cual podría ser determinante en su expansión a nivel mundial. La carencia de información sobre las anteriores tasas a nivel municipal, así como la inexistencia de datos de movilidad a tan baja escala, impide establecer unas conclusiones definitorias.

Palabras clave: geografía de la salud; SARS-CoV-2; COVID-19; contaminación; temperaturas.

Abstract

The COVID-19 pandemic has become one of the biggest recent challenges that science has encountered. A multitude of studies aim to respond to the spread of this coronavirus, hitherto unknown, under certain atmospheric and climatic conditions. The study of parameters such as temperature, humidity, and radiation in the months of February and March 2020, as well as a correlative analysis with various other variables, aims to weigh the weight that these variables could have in the expansion of this pathogen in the province of Alicante. The results indicate, in a preliminary manner, that the only variable that is related to the contagion and death rates are the maximum temperatures. This fact could be related to the climatic niche of the coronavirus and could be decisive in its expansion worldwide. The lack of information on the above rates at municipal level, as well as the absence of mobility data on such a small scale, prevents the drawing of definitive conclusions.

Keywords: health geography; SARS-CoV-2; COVID-19; pollution; temperatures.

1 Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Universidad de Alicante, España. jorge.olcina@ua.es
2 Instituto Interuniversitario de Geografía, Laboratorio de Climatología, Universidad de Alicante. España. samubc_alicante@hotmail.com
3 Instituto Interuniversitario de Geografía, Laboratorio de Climatología, Universidad de Alicante. España. jmt25@alu.ua.es. * Autor para correspondencia.

Recepción: 18/04/2020. **Aceptación:** 12/06/2020. **Publicación:** 23/06/2020.

Este trabajo se publica bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.

1. Introducción

Los estudios científicos realizados en los primeros meses de 2020 sobre la relación entre aspectos atmosféricos y climáticos y propagación y contagio del SARS-CoV-2 no resultan concluyentes y, en la mayoría de los casos, se trata de resultados preliminares. Por lo tanto, no se pueden extraer unas conclusiones determinantes sobre esta relación. La Tabla 1 resume las ideas aportadas por los trabajos consultados en la presente investigación, en relación con las condiciones atmosféricas que favorecerían o frenarían la expansión de los contagios de la COVID-19. En este sentido Gutiérrez-Hernández y García (2020) realizan una revisión bibliográfica de las contribuciones científicas que relacionan unas condiciones atmosféricas determinadas con la propagación de este patógeno. Wang *et al.* (2020b) han realizado un estudio donde analizan ambas variables tomando como referencia 429 ciudades, atribuyendo que una baja temperatura favorecería la transmisión del coronavirus. Bukhari y Jameel (2020) describen como desde el 22 de enero al 21 de marzo de 2020 la mayor parte de los casos se han desarrollado en regiones con una temperatura media de entre 4-17 °C y unos 3-9 g/m^3 de humedad absoluta. El aumento de esta última variable hasta valores por encima de este umbral podría favorecer a una ralentización de la propagación. Ficetola y Rubolini (2020), determinan que las mayores tasas de crecimiento de la pandemia en el hemisferio norte se produjeron con una temperatura de 5 ºC y una humedad específica de 4-6 g/m^3. Wang, Tang, Feng y Lv (2020a) han elaborado un modelo de predicción de transmisión de la epidemia a partir de la temperatura y humedad relativa, según el cual el aumento de 1 ºC o 1% de humedad, contribuyen a reducir el número de reproducción efectiva de los casos, un 0,023 y un 0,0078, respectivamente, en los estudios realizados en China. Sajadi *et al.* (2020) destacan que hasta principios de marzo las áreas del mundo con un mayor número de contagios tenían unos rasgos climáticos similares. Había casos en lugares tan distantes de China como Irán, Italia y España, pero, sin embargo, en áreas geográficamente más cercanas como el Sudeste Asiático y Rusia, apenas se informaba de la existencia de contagios. A partir de esta investigación, el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio crearía un visor donde se puede consultar la temperatura y la humedad especifica de los próximos meses a partir del promedio de las anteriores variables durante los últimos 20 años (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts [ECWMF], 2020b). Araújo y Naimi (2020) extraen unas conclusiones similares al dirimir que la propagación tiene una mayor agregación en el espacio climático que en el geográfico. Este estudio también determina el rango medio e intercuartiles de las condiciones atmosféricas asociadas con casos positivos, siendo las temperaturas 5,81 ºC (media) y -3,44 °C a 12,55 °C (95% rango) y para valores de radiación son 112,78 W/m² (media) y 61,07 W/m² y 170,96 W/m² (rango del 95%). Caspi *et al.* (2020), establecen que tanto la tasa de replicación como la tasa de propagación del coronavirus fue menor en los países de clima cálido, en comparación, con los de clima frío. Además, determinan que existe una correlación negativa moderada entre la temperatura y la temperatura del punto de rocío con las anteriores tasas. Sin embargo, Luo *et al.* (2020) afirman, tras estudiar la humedad absoluta en las distintas regiones de China durante más de dos semanas, que un aumento de la temperatura y humedad relativa en los meses de primavera y verano no conducirá necesariamente a una reducción de los casos de contagio.

Tabla 1. Condiciones de propagación o reducción de la pandemia de SARS-CoV-2 según las condiciones atmosféricas a partir de la bibliografía expuesta

Referencia Bibliográfica	Condiciones atmosféricas
Araújo & Naimi (2020)	Condiciones de propagación de 5,81 ºC (media) y -3,44 °C a 12,55 °C (95% rango) en el caso de las temperaturas y para valores de radiación son 112,78 W/m² (media) y 61,07 W/m² y 170,96 W/m² (rango del 95%)
Bukhari & Jameel (2020)	Reducción de los casos a partir de 17 ºC de media y 9 g/m^3 de humedad absoluta
Ficetola & Rubolini (2020)	Mayor propagación en áreas con una temperatura media de 5 ºC y una humedad específica de 4-6 g/m^3
Sajadi *et al.* (2020)	Propagación con temperaturas medias de entre 5-11 ºC, humedad especifica entre 3 y 6 g/kg y humedad absoluta bajo un rango de 4 y 7 g/m^3
Wang *et al.* (2020b)	Propagación hasta los 8,72 ºC, una vez alcanzado este umbral, disminuye el número de casos lentamente

Fuente: Araújo & Naimi (2020), Bukhari & Jameel (2020), Ficetola & Rubolini (2020), Sajadi *et al.* (2020) y Wang *et al.* (2020b). Elaboración propia

Por comparación con los estudios sobre la transmisión de este patógeno, es necesaria la consulta de investigaciones sobre otros coronavirus similares, como el SARS-CoV-1 y el MERS-CoV, e incluso sobre el virus *Influenza,* provocador de la gripe. En el caso del primero, Chan *et al.* (2011) afirma que el virus seco en superficies lisas retuvo su viabilidad durante más de 5 días a temperaturas de 22-25 °C y humedad relativa del 40-50%. Sin embargo, a mayor valor de estas variables su viabilidad se perdía rápidamente. En esta línea Lin, Fong, Zhu y Karlberg (2005) estiman que en días con una temperatura del aire más baja, durante la epidemia en Hong Kong, el riesgo de aumento de la incidencia diaria era 18,18 veces mayor que en días con una temperatura más alta. Van Doremalen, Bushmaker y Munster (2013) expusieron el virus MERS-CoV ante tres escenarios de temperatura y humedad relativa (20 °C-40%, 30 °C-30% y 30 °C-80%), permaneciendo con una mayor estabilidad cuanto más bajas eran estas variables. Lowen, Mubareka, Steel y Palese (2007) establecen que condiciones atmosféricas frías y secas favorecen la transmisión del virus *Influenza.*

En España los estudios elaborados en los últimos años que relacionan epidemias y condiciones atmosféricas o climáticas han estado ligados, casi exclusivamente, con la gripe. León-Gómez *et al.* (2015) detalla como el invierno 2011-2012, que fue uno de los más fríos de los últimos años, hubo una mayor incidencia de la gripe, con una tasa de defunción para personas con edades por encima de los 64 años de 169,31 por cada 100.000 habitantes. Fernández de Arróyabe (2004) concluye que la variabilidad espacial de la temperatura mínima y la humedad relativa se encuentra relacionada con la variabilidad espacial de la tasa de gripe en las diferentes regiones españolas en los años en los que la actividad gripal es elevada. No obstante, no hay que olvidar que la última pandemia asociada a una gripe (la conocida como gripe A o gripe porcina, que ocurrió entre 2009-2010) se inició precisamente en verano, sin embargo, no sería hasta la llegada del otoño cuando tendría una mayor influencia sobre la población. Castilla *et al.* (2011) recogen algunos estudios que apuntan a que el sol, el calor y la baja humedad ambiental durante el verano pueden ser obstáculos para la supervivencia de este virus en el medio y para su propagación. Además, a temperaturas ambientales superiores a 30 °C la transmisión del virus quedaría bloqueada para los aerosoles, limitando la transmisión únicamente al contacto.

Es necesario destacar el estudio realizado entre la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y el Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), que compara el número de contagios por cada 100.000 habitantes durante dos semanas y la temperatura media, estableciendo, al igual que en las anteriores investigaciones expuestas, una mayor incidencia en las CCAA con menor temperatura (AEMET, 2020b). No obstante, es necesario destacar que este estudio no analiza la transmisión del SARS-CoV-2 en los meses de febrero y marzo puesto que su período de estudio comienza a partir del confinamiento —mediados de marzo—, con la dificultad que ello supone a la hora de establecer conclusiones sobre aspectos atmosféricos en el inicio de esta crisis sanitaria.

Este trabajo tiene como propósito, conocer la influencia que ha podido tener la climatología, el tiempo atmosférico y la contaminación en la propagación de la COVID-19, tomando como referencia la provincia de Alicante. Para ello se ha tenido en cuenta la bibliografía comentada anteriormente, donde se apunta, de forma preliminar, a esa relación entre dichas variables con el patógeno en cuestión.

2. Metodología

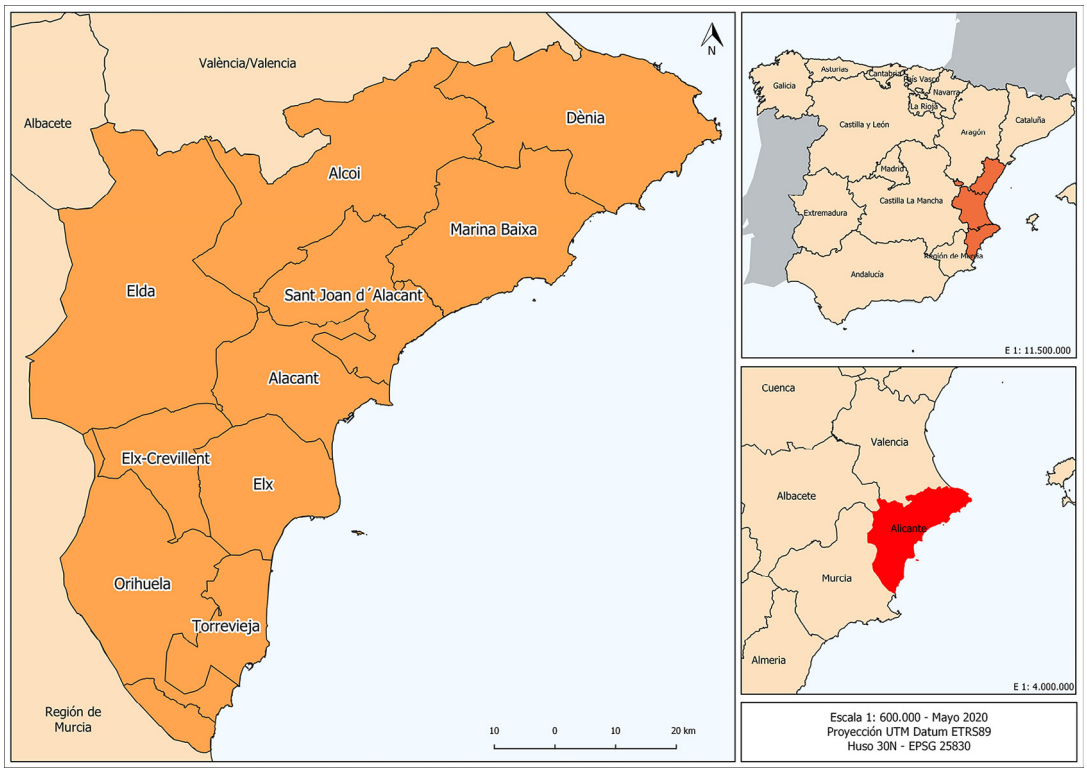
2.1. Área de estudio

El área de estudio del presente trabajo es la provincia de Alicante, en el sureste de la península Ibérica. A la hora de realizar el análisis de correlaciones y ante la falta de información a nivel municipal, se han utilizado las tasas de contagio y de defunción de los departamentos sanitarios. No obstante, es necesario aclarar que existen varias ciudades, como Alicante, Elche y Orihuela, que están divididas en dos departamentos distintos. Ante esta cuestión, y al no existir datos demográficos o de otra índole, a esta escala administrativa, que permitan realizar una correlación de forma correcta, se ha procedido a incluir toda la ciudad bajo un mismo departamento, tal y como muestra la Figura 1. Los departamentos sanitarios con su número de habitantes son:

- Torrevieja (186.025 habitantes)
- Orihuela (168.148 habitantes)
- Elx-Crevillent (156.506 habitantes)
- Elx (169.314 habitantes)
- Elda (189.600 habitantes)

- Alcoi (137.051 habitantes)
- Sant Joan d´Alacant (222.767 habitantes)
- Alacant Hospital General (278.095 habitantes)
- Marina Baixa (185.316 habitantes)
- Dènia (171.741 habitantes)

Figura 1. Localización del área de estudio. Departamentos sanitarios de la provincia de Alicante



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) e Instituto Cartográfico Valenciano (ICV). Elaboración propia

2.1. Método y fuentes de trabajo

La metodología de este trabajo incluye tres etapas. La primera supone la recopilación de información a partir de los estudios, investigaciones y noticias publicadas, en la cual se han encontrado varios inconvenientes. Por un lado, la afección de este nuevo virus a nivel planetario ha generado grandes volúmenes de información, tanto a nivel académico/científico y de administraciones públicas, como a nivel periodístico, en continua actualización, por lo que la validez de un estudio o una noticia puede que solo sea de unas horas. Además, no siempre las conclusiones desarrolladas pasan por tener una fuente y una metodología fiable, por lo que es necesario filtrar la información para evitar conclusiones erróneas. Es necesario indicar que gran parte de los artículos científicos analizados en este trabajo, son "*pre-prints*", es decir, estudios que han sido publicados de manera temporal, y en su mayoría no revisados por pares, que podrían ser modificados posteriormente. De ahí la necesidad de prudencia en la extracción de conclusiones tras su lectura.

En una segunda fase, se ha reunido la información de variables atmosféricas necesaria para el estudio. Esta información ha sido obtenida a través de varias fuentes, como la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), la Asociación Valenciana de Meteorología (AVAMET), la Asociación Meteorológica del Sureste (AMETSE), Weather Underground (Wunderground) y el propio Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante. En la Tabla 2 aparecen listados todos los observatorios meteorológicos cuyas series han sido utilizadas. Cabe destacar que la información de todas ellas es pública y puede ser consultada. Se ha optado por una muestra heterogénea en cuanto al ámbito geográfico para que se manifieste la variedad climática de la provincia de Alicante. Los datos demográficos han sido obtenidos del Instituto Nacional de Estadística, más concretamente del Cen-

so de Población y Viviendas del año 2011, de la Encuesta Nacional de Inmigrantes de 2019 y del Padrón de Población de 2019. Las tasas de contagio y de defunción han sido proporcionadas por la Conselleria de Sanitat Universal y Salut Pública, habiendo datos únicamente de este límite administrativo a fecha de envío de este trabajo, aunque posteriormente se han publicado los datos a escala municipal. Por último, los datos de residencias para personas de la tercera edad han sido obtenidos de Envejecimiento en red (2015).

Tabla 2. Observatorios meteorológicos analizados en el presente estudio

Estación	Organismo
Dénia-Joan Chabás	AVAMET
Benidorm-Centre	AVAMET
Mutxamel-Aeródromo	AVAMET
Alcoi-Pas del Benissaido	AVAMET
Sant Vicent del Raspeig-IIG UA	Laboratorio de Climatología
Crevillent-El Realengo	AVAMET
Elda-Centre	AVAMET
Elx-Sector V	AVAMET
Orihuela-Centro	AMETSE
Torrevieja-Centro	AVAMET
Bussot-Llano de los Pastores	Wunderground
Muró d´Alcoi-Avda. Ferrocarril	Wunderground
Alicante-ALICA3	Wunderground
La Algueña	Wunderground
Santa Pola-Don Pueblo II	Wunderground
Torrevieja-La Isla	Wunderground
Almoradí-Les Gomares	AMETSE
Alicante-Ciudad Jardín	AEMET

Fuente: AMETSE, AVAMET, IVIA, AEMET y Wunderground. Elaboración propia

Para el análisis climático de los meses de febrero y marzo se han utilizado los datos del Programa de la Observación de la Tierra Copernicus, impulsado por la Unión Europea. Concretamente, se han analizado las series y la cartografía del Copernicus Climate Change Service (C3S), que se basa en la investigación climática realizada dentro del Programa Mundial de Investigación del Clima (WCRP) y responde a los requisitos definidos por el Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC). C3S está desarrollado por el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF) en nombre de la Comisión Europea. ECMWF es una organización intergubernamental independiente que presta servicios a sus Estados miembros y cooperantes y a la sociedad en general, y cuenta un modelo meteorológico global del mundo de alta fiabilidad, el IFS-HRES, que es el utilizado por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) para el análisis de datos climáticos. Por otra parte, para el análisis de la situación de febrero y marzo a nivel estatal, regional y provincial se han usado los datos de los avances e informes de AEMET, en los que se tienen en cuenta los datos registrados por los observatorios oficiales, que son los que cuentan con una serie climática más larga, por lo que resulta más adecuado a la hora de valorar una situación tan excepcional en lo que respecta a la meteorología, como la que se produjo en el período analizado. Para el estudio de la calidad del aire en el mismo período se han tenido en cuenta los datos ofrecidos por las estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, adscrita a la Consellería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de la Generalitat Valenciana (Tabla 3). Se han utilizado los contaminantes que tienen una mayor incidencia en la salud de las personas y que podrían complicar los efectos de la neumonía provocada por la COVID-19, y en concreto son el dióxido de nitrógeno y las partículas PM 2,5. En lo que respecta a los umbrales, se han tenido en cuenta los establecidos por los organismos oficiales y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tabla 3. Estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica usadas para el análisis de la calidad del aire en los meses de febrero y marzo

Estación	Comarca
Alicante-Florida/Babel	l'Alacantí
Alicante-El Pla	l'Alacantí
Alicante-Rabasa	l'Alacantí
Alcoi-Verge dels Liris	l'Alcoià
Benidorm	Marina Baixa
Elche-Parque de Bomberos	Bajo Vinalopó
Elda-Lacy	Medio Vinalopó
Torrevieja	Vega Baja

Fuente: Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica. Elaboración propia

Por último, la tercera etapa del estudio ha consistido en establecer una correlación entre los aspectos demográficos y climáticos con las tasas de contagio y mortalidad de los distintos departamentos sanitarios de la provincia. Se ha optado por una correlación de Pearson, que mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente. Otras metodologías de naturaleza similar ya han sido utilizadas, por ejemplo por Ahmadi, Sharifi, Dorosti, Ghoushchi y Ghanbari (2020) para conocer el rol que habían tenido multitud de factores en la tasa de propagación del SARS-CoV-2 en las regiones de Irán. Concluyendo que la densidad de población y el movimiento intraprovincial estaban directamente relacionados con la transmisión, mientras que las áreas con bajos niveles de humedad, viento y radiación solar eran las que mayor tasa de contagio registraban. Bashir *et al*. (2020b), destacan, tras establecer los coeficientes de correlación de Kendall y Spearman con distintas variables atmosféricas registradas en la ciudad de Nueva York, que la temperatura media, la temperatura mínima y la calidad del aire están relacionadas con la pandemia. A partir de este mismo método de correlación Bashir *et al*. (2020a), establece la relación entre los casos de COVID-19 y numerosos contaminantes ambientales, detallando una significativa relación de esta enfermedad con concentraciones de PM 10, PM 2,5, SO_2, NO_2 y CO.

3. Resultados

3.1. Relación entre las altas temperaturas de febrero y primera quincena de marzo con la expansión del coronavirus COVID-19 en la provincia de Alicante

Durante el mes de febrero y en los primeros días de marzo se registraron temperaturas mucho más altas respecto a los valores promedio de esas fechas en el conjunto de Europa y también en España. La persistencia de los vientos cálidos del oeste o del sureste, asociados a masas de aire subtropical o tropical de procedencia atlántica fue determinante. Como señala el Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo (ECMWF), durante el mes de febrero de 2020 la temperatura estuvo 3,9 °C por encima del valor promedio del período 1981-2010 en el continente europeo, lo que le convierte en el segundo mes de febrero más cálido, por detrás del de 1990 (ECWMF, 2020a).

Para el mes de marzo se observa algo similar en el conjunto del continente, aunque como se verá más adelante, en España fue un mes muy extremo si se comparan las dos quincenas. Durante la primera siguió predominando la entrada de aire subtropical o tropical de procedencia atlántica, dejando temperaturas muy suaves en todo el continente, mientras que a partir del día 14 las altas presiones se fortalecieron en el entorno de Escandinavia e islas británicas, lo que favoreció la llegada de descuelgues y bajas al sur de Europa. No obstante, las temperaturas en Europa estuvieron hasta casi 0,9 °C por encima del promedio. Resulta muy reseñable y preocupante el predominio de las anomalías positivas de temperaturas de los últimos años en invierno en Europa, uno de los muchos reflejos del proceso actual de calentamiento global.

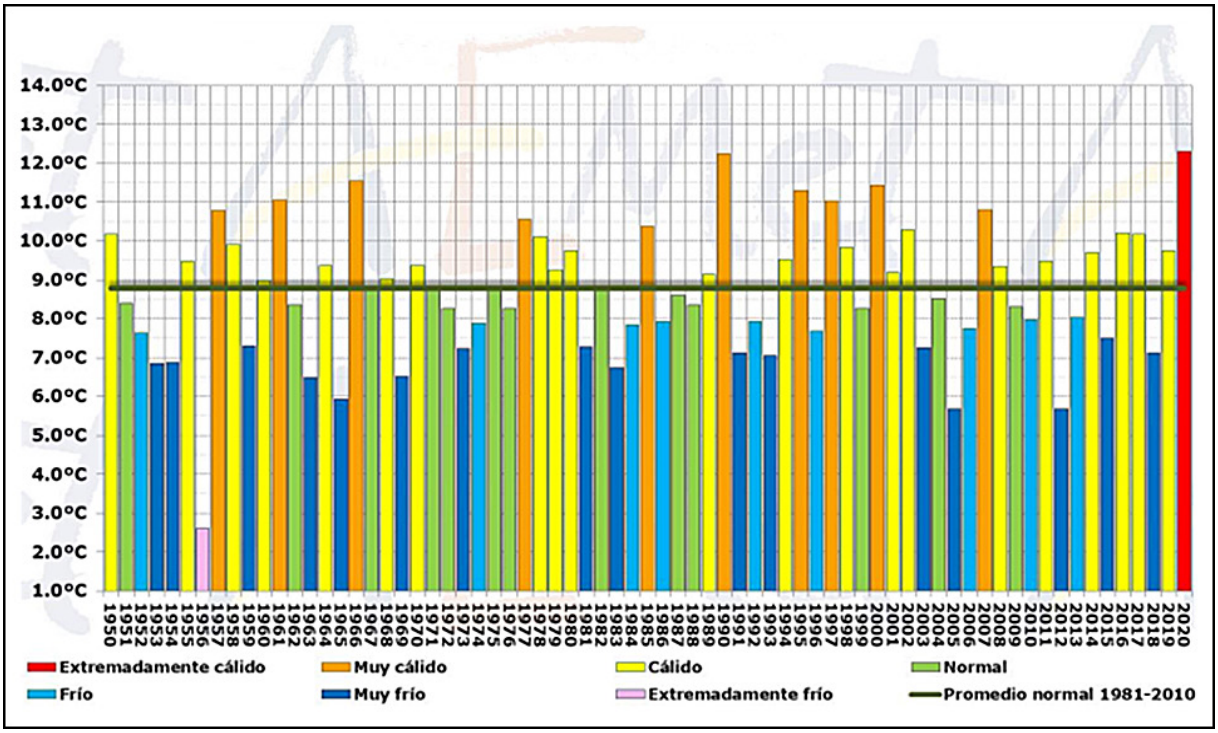
En lo que respecta a la situación en España, febrero fue extremadamente cálido, con una temperatura 3 °C más elevada respecto al promedio. En puntos del interior peninsular las anomalías positivas superaron los 5 °C, aunque a pesar de esto en muchos observatorios de la Meseta y del norte todavía quedarían dentro del rango en el que según los estudios la COVID se propagaría mejor. En el sur y en los archipiélagos, donde las temperaturas medias son ya de por sí suaves, también tuvieron anomalías significativas,

con valores más propios de abril o mayo, entrando en unos registros en los que el virus se haría propagado peor, según los estudios referenciados anteriormente.

En cambio, el mes de marzo tuvo un comportamiento muy peculiar, y el valor medio registrado en el conjunto del país enmascara esta realidad. Durante las dos primeras semanas la situación fue similar a la del mes anterior, con predominio del viento del suroeste asociado a masas de aire de carácter subtropical o tropical procedentes del Atlántico. Pero en la segunda quincena el viento de levante fue el predominante en el litoral mediterráneo, con abundante nubosidad y precipitaciones copiosas.

En el territorio valenciano en su conjunto y, asimismo, en la provincia de Alicante, el mes de febrero fue el más cálido en el conjunto de la región desde 1937 (Figura 2). La temperatura media de febrero de 2020 fue de 12,3 °C, 3,5 °C por encima de la media (1980-2010) de referencia (Figura 3). Se trata de un valor más propio de plena primavera. Si se compara con la media de marzo (11,2 °C) en la serie climática de la Comunidad Valenciana hay muy pocos meses de marzo con una temperatura media superior a la de febrero de 2020. La alta insolación y la persistencia de los vientos del oeste y del suroeste propiciaron esta anomalía positiva tan significativa de las temperaturas.

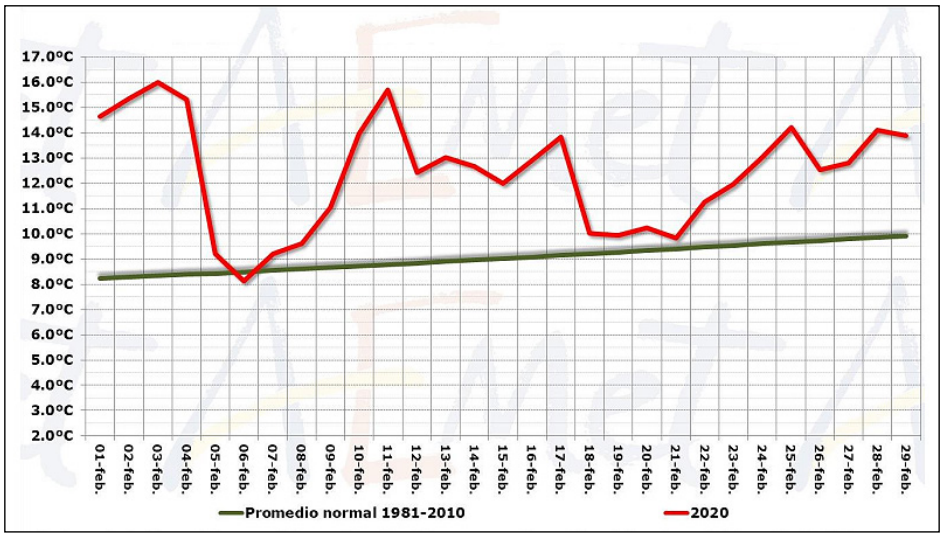
Figura 2. Temperatura media y carácter del mes de febrero (1950-2020) para el conjunto de la Comunidad Valenciana



Fuente: AEMET, 2020a

La temperatura media en febrero en la provincia de Alicante oscila entre 10 °C y 12,5 °C en el litoral (en el límite del rango en la que la propagación de la COVID-19 sería mayor), mientras que en el interior ronda los 5-10 °C, en el umbral donde teóricamente el virus se extiende más fácilmente. De ahí en insistir en las anomalías tan destacables del mes de febrero, que oscilaron entre 2,5 °C y 6 °C, según localidades, en el conjunto de la provincia de Alicante; y esto pudo haber influido en la desigual propagación del virus en este territorio. De hecho, la mayor tasa de contagiados por cada 100.000 habitantes se encuentra en el Medio/Alto Vinalopó y en l'Alcoià y el Comtat, donde por otro lado se concentra la población más envejecida del conjunto de la provincia, aspecto principal para entender la propagación. La tasa es elevada, asimismo, en la Marina Baixa, aunque la gran mayoría de los casos los aglutina Benidorm, y aquí la explicación podría estar en la alta movilidad en este municipio turístico, ya que en el resto de municipios la incidencia resultó muchísimo más baja. Por tanto, se puede señalar que las altas temperaturas del mes de febrero, especialmente en las áreas costeras y en la mitad sur de la provincia, pueden explicar que la expansión inicial del virus no fuera tan destacada en dichos territorios, respecto a los de interior con temperaturas menores.

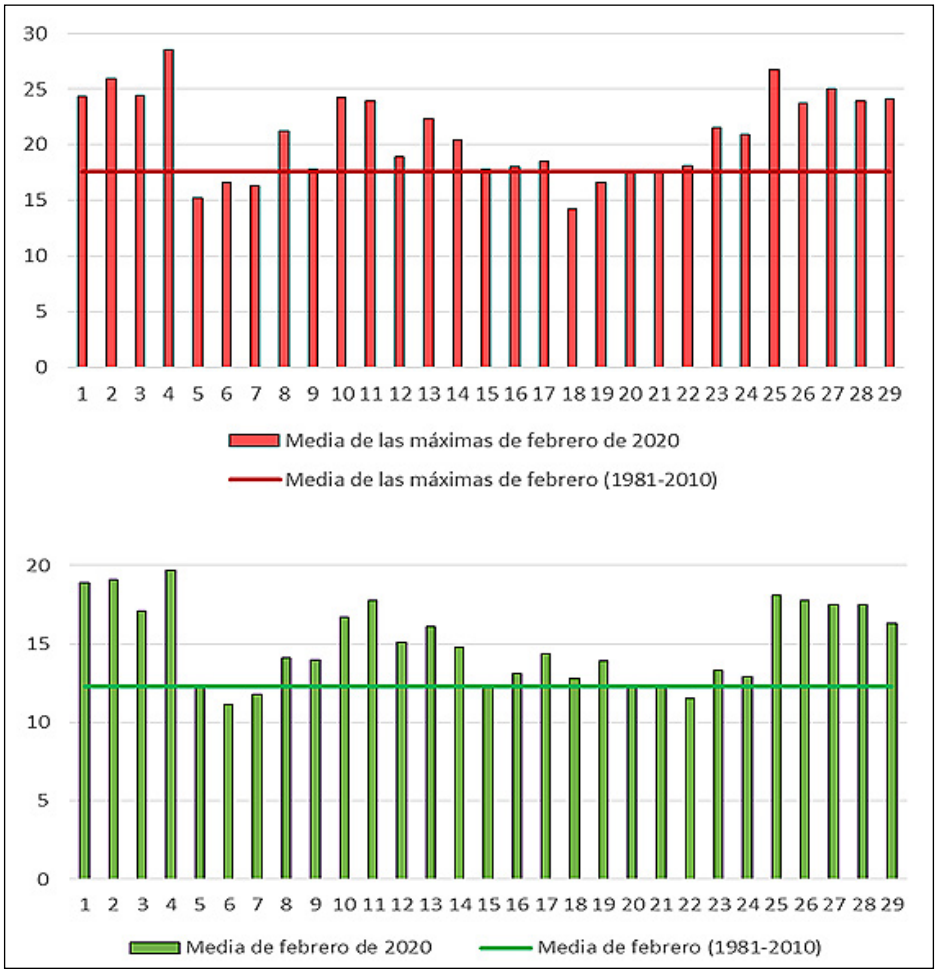
Figura 3. Temperatura media registrada en febrero de 2020 respecto al promedio del período de referencia (1981-2010) en la Comunidad Valenciana



Los datos están calculados con técnicas geoestadísticas y se refieren a la media de temperaturas mínimas y máximas diarias en el promedio de la superficie del territorio

Fuente: AEMET, 2020a

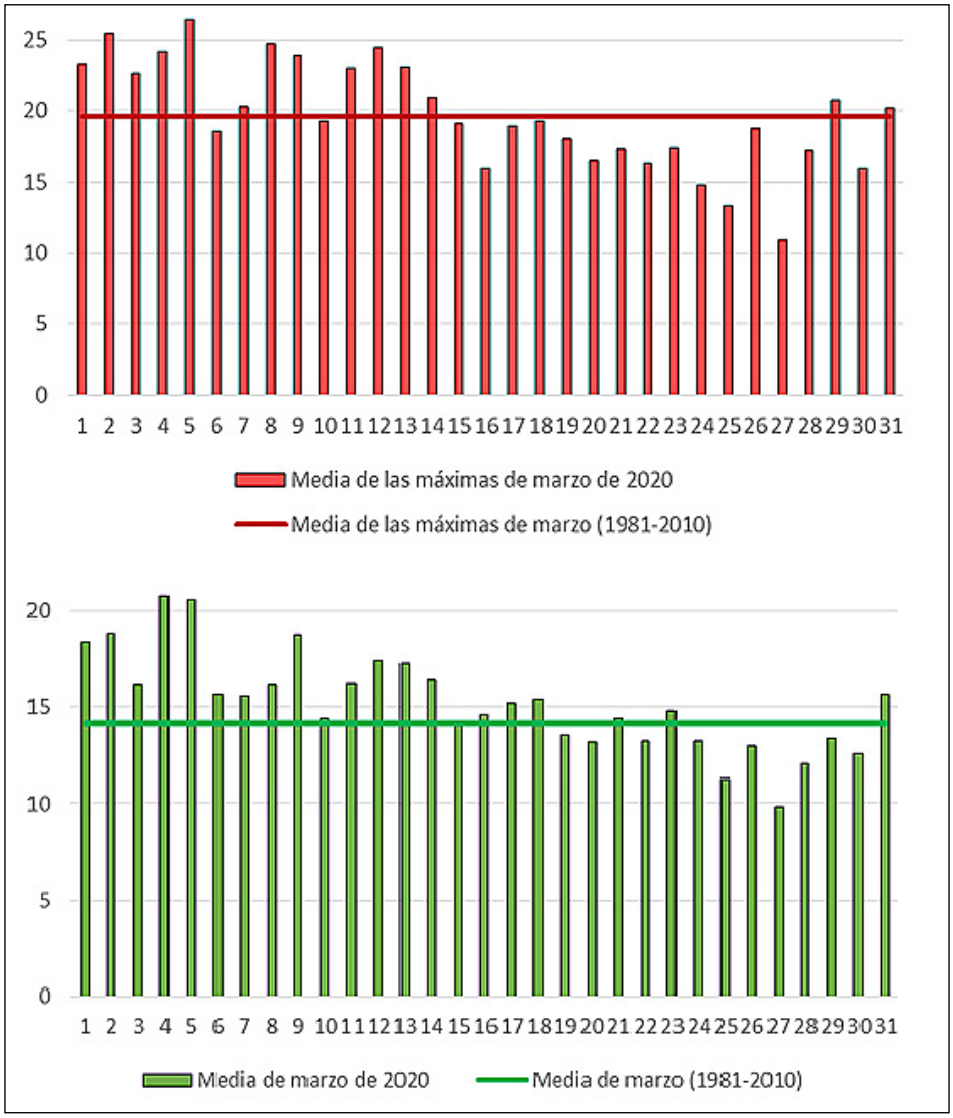
Figura 4. Evolución de las temperaturas máximas y medias en el mes de febrero de 2020 en Alicante-Ciudad Jardín



Fuente: AEMET Open Data. Elaboración propia

En el observatorio de Alicante-Ciudad Jardín, que cuenta con una serie de datos que se remonta hasta mediados del siglo XIX, se batió el récord de la temperatura media de las máximas en un mes de febrero, que fue de 20,8 °C, superando en 0,1 °C el anterior récord de febrero de 1990. Se trata de un valor muy elevado y más propio del mes de abril, aunque hay que tener en cuenta el menor número de horas de sol en febrero, lo que da una idea de la excepcionalidad y magnitud de la situación. Gracias al enfriamiento nocturno y a las pocas horas de luz de este mes, no fue el mes de febrero más cálido en relación a su temperatura media (Figura 4), pero fue uno de los más cálidos de la serie de datos, que abarca desde 1938 a la actualidad (AEMET, 2020a).

Figura 5. Evolución de las temperaturas máximas y medias en el mes de marzo de 2020 en Alicante-Ciudad Jardín



Fuente: AEMET Open Data. Elaboración propia

Por su parte, el mes de marzo de 2020 tuvo un comportamiento muy singular. En la Comunidad Valenciana y en la provincia de Alicante, la primera quincena siguió con una tendencia cálida muy similar a la del mes de febrero, con predominio del viento del suroeste y elevada insolación, tal y como se aprecia en la Figura 5. En el conjunto de la región, fue el segundo período quincenal de un mes de marzo más cálido en el período 1951-2020. En algunos observatorios de la mitad sur de la Comunidad Valenciana se superaron los 30 °C en los primeros días. Sin embargo, a partir del día 14, coincidiendo con el inicio de la declaración del "Estado de alarma", la situación sinóptica y el ambiente meteorológico cambiaron drásticamente. Con el refuerzo de las altas presiones en Escandinavia-Islas Británicas (bloqueo en capas

altas), el viento predominante fue el de levante, más fresco y provocando a su vez un aumento de la nubosidad. Además, la continua formación de pequeñas gotas frías o DANAs que transitaron por el entorno del Estrecho se tradujo en un importante descenso de las temperaturas en esa segunda quincena de marzo, con desarrollo, incluso, de nevadas en las principales cumbres de los relieves alicantinos. Por tanto, en la segunda quincena de marzo el tiempo atmosférico registrado fue más propio del centro del invierno que de finales de dicha estación y comienzos de la primavera; una temporada invernal 2019-2020, cuya única excepción por lo que respecta a tiempo típicamente invernal fue el temporal "Gloria", en el mes de enero. Este descenso acusado de las temperaturas en la segunda quincena de marzo originó que en el conjunto de la Comunidad Valenciana la media térmica fuera la cuarta más fría desde 1951 para dicho intervalo temporal. Es importante señalar que hasta antes del confinamiento las temperaturas fueron excepcionalmente elevadas para la época, lo que pudo haber influido en la menor expansión del virus en este territorio respecto a otras regiones con una menor población. Un dato relevante es que las temperaturas altas de febrero y de la primera quincena de marzo propiciaron la vida al aire libre con una actividad mayor de lo normal para la época del año. En ese período se vieron imágenes con playas repletas de gente tomando el sol o bañándose; de manera que, al no haber tanta afluencia de gente en espacios cerrados, pudo haber ayudado a que la COVID-19 no se hubiera extendido tan rápidamente en el conjunto de la provincia en relación con otras áreas del territorio peninsular. De hecho, Qian *et al.* (2020) señalan el ínfimo porcentaje de personas que se han contagiado en China al aire libre.

Respecto a los valores medios del mes de marzo, en el interior de la provincia oscilan entre los 7,5-12,5 °C, mientras que en el litoral estos valores suben hasta los 12,5-15 °C. No obstante, aunque desde el punto de vista térmico el conjunto de marzo fue "normal" en la provincia de Alicante, las anomalías de la primera quincena dejaron la temperatura media hasta 1 °C por encima del promedio en el litoral y prelitoral por la persistencia del viento de poniente, mientras que en el interior se registraron anomalías ligeramente negativas. Hay que insistir, no obstante, en el hecho de que, en la segunda quincena de marzo, cuando repuntó el frío, la población ya estaba confinada.

En definitiva, el mes de febrero y la primera quincena de marzo fueron excepcionalmente en casi todo el continente, incluyendo la provincia de Alicante, donde los registros fueron más propios del educador de la primavera que de invierno. A pesar de las anomalías tan significativas, sí que se aprecia cierta correlación entre la temperatura registrada en este período con las tasas de contagios por cada 100.000 habitantes, que ha sido en general mayor en el interior, donde la temperatura media se movió en el rango en el que algunos estudios señalan que la COVID-19 se propaga mejor. No obstante, el factor atmosférico debe complementarse con otros factores ambientales y sociales a la hora de explicar los efectos de la pandemia en la provincia.

3.2. Escasa contaminación atmosférica en la provincia de Alicante en los meses de febrero y marzo. Un dato a favor del posible menor efecto de la enfermedad

Algunos estudios realizados en Europa, China y USA señalan que se ha detectado una tasa de mortalidad mayor por la COVID-19 en aquellas regiones que presentan un mayor índice de contaminación del aire. Zhu, Xie, Huang y Cao (2020) observan asociaciones significativamente positivas de PM 2,5, PM 10, NO_2 y O_3 con casos confirmados por coronavirus. Wu, Nethery, Sabath, Braun y Dominici (2020) indican que un aumento de solo 1 µg/m^3 en PM 2,5 se asocia con un aumento del 8% en la tasa de mortalidad de COVID-19. Este hecho se ha observado también en Italia, donde la mayor parte de los fallecidos se han registrado en la Lombardía, la región industrial por excelencia. Conticini, Fedriani y Caro (2020), en este sentido concluye que los altos niveles de contaminación en el Norte de Italia deben considerarse como un factor a tener en cuenta en la alta letalidad del coronavirus en esta región. En Francia las tasas han sido mayores en Paris y en los departamentos de la mitad septentrional o cercanos a la frontera con Alemania. Ogen (2020) en un estudio realizado en estos países concluye quela exposición a largo plazo a NO_2 puede ser uno de los contribuyentes más importantes a la mortalidad causada por el virus COVID-19 en estas regiones. Portugal puede ser otro buen ejemplo de lo señalado, ya que a pesar de que el mayor número de infectados se han producido en la zona de Lisboa, el número de fallecimientos ha sido más elevado en la región norte, en los alrededores de Oporto, un área que se caracteriza por su mala calidad del aire. Por tanto, los primeros indicios apuntan a que en mayor o menor grado existe una relación entre zonas de climas más fríos (en estos tres países las zonas con mayor mortalidad están situadas en el norte), elevada contaminación y tasa de mortalidad de la COVID-19.

En España la situación es más compleja, ya que entran los siguientes factores en juego. Las mayores cifras de mortalidad se han registrado en las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona, cuyos problemas de contaminación atmosférica son bien conocidos desde hace años, principalmente en la capital española, y sobre todo durante situaciones de calmas de invierno, en las que el aire se estanca. En el conjunto del territorio español hay otros polos industriales y ciudades o áreas urbanas de un tamaño considerable, aunque los niveles de contaminación no suelen ser excesivamente altos más allá de unos días aislados, preferentemente en invierno, cuando las altas presiones se pueden prolongar durante varias semanas, favoreciendo el estancamiento del aire y que las partículas contaminantes se vayan acumulando en zonas propias como valles u hoyas.

La provincia de Alicante, a pesar de ser una de las pobladas del país y con una densidad de población muy por encima de la media española (más de 316 habitantes/km^2 frente a poco más de 90 habitantes/km^2), no se caracteriza por tener una elevada contaminación atmosférica. Además de su estructura económica, volcada en el sector servicios, resulta de vital importancia especialmente en la franja litoral, donde es poco habitual que el viento esté en calma durante varios días consecutivos. Por otra parte, cuando el aire se muestra menos movido suele ser en invierno y en los valles del interior, que es la zona menos habitada, sin olvidar el carácter policéntrico de la provincia con importantes núcleos urbanos en el interior, por lo que la dicotomía interior/litoral no es tan acusada como en otras provincias de la Comunidad Valenciana. Como se ha señalado, no es muy frecuente observar muchos días consecutivos sin viento. Cuando el viento del oeste ("ponientes") no sopla, funciona el sistema de brisas, con influencia mayor en el litoral. A lo largo del año, el poniente o las brisas son el ciclo de vientos principal en la provincia, aunque entre el final del otoño y principios de primavera el poniente o las calmas adquieren mayor protagonismo, mientras que en verano las brisas suelen ser dominantes. Con la presencia casi constante de viento, el ambiente se renueva dispersando los contaminantes o partículas. Para analizar la contaminación atmosférica existente en la provincia de Alicante, se ha realizado una recopilación de datos obtenidos de los meses de febrero y marzo de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica de la Generalitat Valenciana, que cuenta con varias estaciones de control repartidas por la provincia objeto de estudio.

El primer contaminante analizado ha sido el dióxido de nitrógeno (NO_2). Se trata de un gas de tonalidad rojiza, de fuerte olor, no inflamable, muy corrosivo y tóxico, que interviene en la formación de la lluvia ácida y de la niebla fotoquímica. Tiene importantes repercusiones en la salud humana, y sus fuentes de emisión suelen ser el tráfico rodado y la producción de energía. Para valorar su presencia en el aire, se han manejado los umbrales de calidad del aire establecidos por la Generalitat Valenciana, basados en la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006).

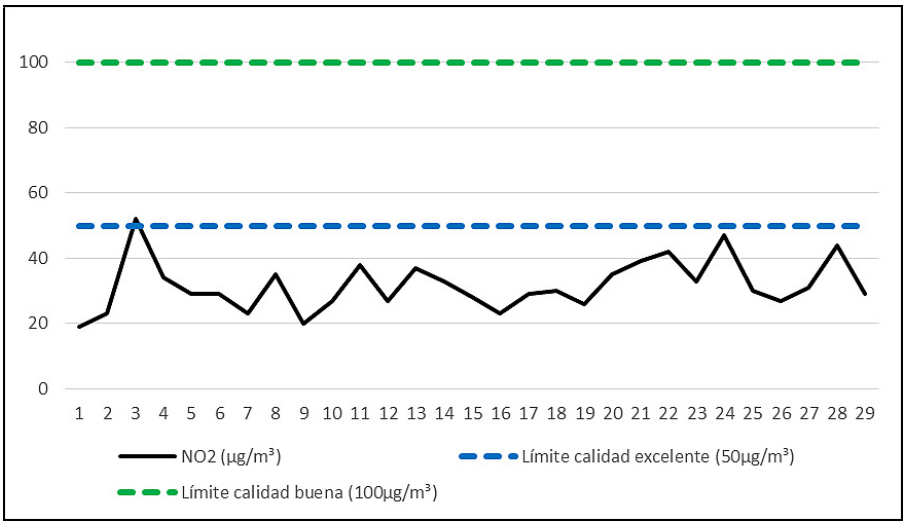
En las estaciones analizadas la calidad del aire fue excelente en lo que respecta a los niveles de NO_2 durante los meses de febrero y marzo. Sólo en la estación de El Pla (Figura 6), en la capital, se superó a principios de febrero el umbral de los 50µg/m^3, que marcan el límite de una excelente calidad del aire. También se observan algunos picos bastante pronunciados en el observatorio de Elda (Figura 7). No obstante, lo significativo es que, atendiendo a este contaminante, la calidad del aire fue excelente y el índice de contaminación muy bajo. Resulta destacable el pico que se observa en mayor o en menor grado en todos los observatorios durante el inicio del estado de alarma, que puede corresponderse con un aumento del tráfico por desplazamientos a otras residencias o para el abastecimiento. La persistencia del viento de poniente pudo ayudar en gran medida a que los índices de contaminación fueran muy bajos en los principales núcleos de población de Alicante, ya que durante todo el mes de febrero y en las dos primeras semanas de marzo la disposición de los centros de acción permitía que esta situación se mantuviera durante varias semanas.

Por otra parte, se ha estudiado, también, otro indicador para medir la calidad del aire, las partículas en suspensión de menos de 2,5 micras (PM 2,5). Aunque en la mayoría de las ciudades desarrolladas se sigue registrando principalmente el indicador PM 10, según la OMS, las PM 2,5 es un mejor indicador de la contaminación urbana debido a su origen claramente antropogénico, derivado, básicamente, de las emisiones de los vehículos de combustión. Por otro lado, tiene importantes efectos en la salud humana por su gran capacidad de penetración en las vías respiratorias. Las partículas de mayor tamaño pueden tener un importante componente de tipo natural, como puede suceder en intrusiones de polvo sahariano procedentes del norte de África, muy frecuentes en la provincia de Alicante.

Las partículas PM 2,5, por su tamaño, acaban fácilmente en el interior, penetrando en el aparato respiratorio y depositándose en los alvéolos pulmonares, e incluso pueden llegar al torrente sanguíneo. Además, estas partículas están formadas por metales pesados y compuestos orgánicos Todo ello hace que la evidencia científica esté revelando que estas partículas PM 2,5 tienen efectos más severos sobre la salud que las más grandes (PM 10). Por su menor peso y tamaño facilita su transporte por el viento a grandes distancias. Por este motivo, aquellas personas constantemente expuestas a estas partículas podrían desarrollar neumonías más graves en el caso de resultar infectadas por la COVID-19, por lo que la tasa de mortalidad podría ser mayor en aquellas regiones en las que la presencias de las PM 2,5 sea mayor.

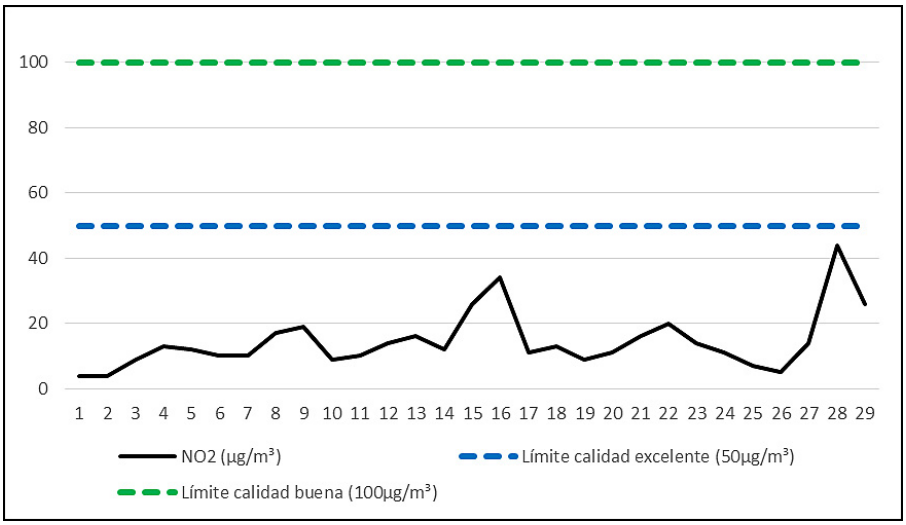
Según la Guía de protección para la salud de la OMS (2006), para valores medios anuales, 10 µg/m^3 sería el nivel más bajo a partir del cual se ha detectado asociación entre efectos cardiopulmonares y mortalidad por cáncer de pulmón debido a la exposición prolongada a PM 2,5. Para niveles de 35 µg/m^3 este riesgo aumenta un 15%; mientras que para niveles de 25 µg/m^3 la mortalidad prematura disminuye en un 6% (2-11%) con respecto al valor de 35 µg/m^3; y, del mismo modo, para valores de 15 µg/m^3 este riesgo disminuye en otro 6% (2-11%) respecto a los niveles de 25 µg/m^3. Para valores medios en 24 horas el valor guía de la OMS está situado en 25 µg/m^3.

Figura 6. Concentración media de NO_2 (µg/m³) en la estación de Alicante-El Pla. Febrero 2020



Fuente: Datos de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica. Elaboración propia

Figura 7. Concentración media de NO_2 (µg/m³) en la estación de Elda. Febrero 2020

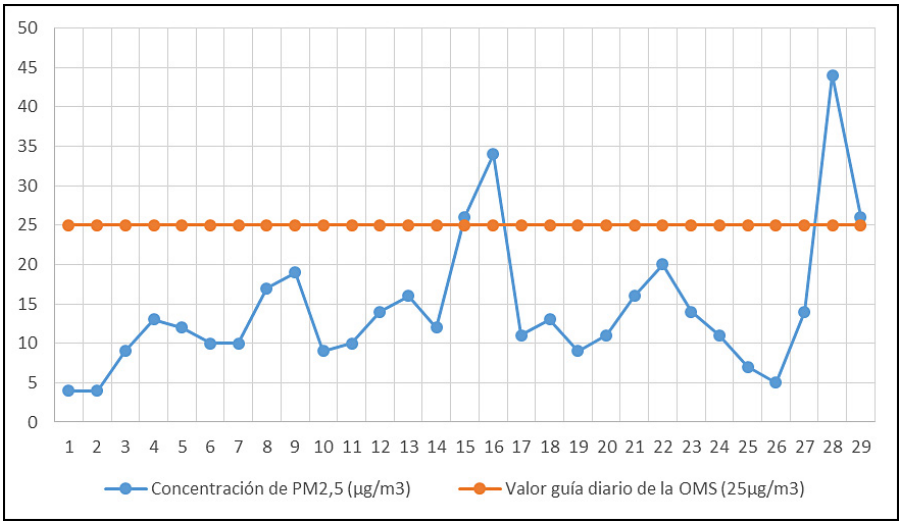


Fuente: Datos de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica. Elaboración propia

Muy pocas estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica ofrecen datos de las PM 2,5, a pesar de la importancia que tienen para la salud humana, máxime si se confirman las hipótesis que afirman que una mayor contaminación se traduce en una mayor mortalidad por la COVID-19. No debería de descuidarse este aspecto, ya que cuando esta crisis sanitaria se supere, la contaminación seguirá matando prematuramente a 10.000 personas cada año en España (Instituto de Salud Carlos III, 2019), por lo que es necesario reforzar las mediciones de las PM 2,5.

De las pocas mediciones diarias disponibles de las partículas PM 2,5 en la provincia de Alicante, Torrevieja presenta los mejores índices en el mes de febrero, sin superar las medias diarias los 25 µg/m³ que señala la OMS como muy perjudiciales. Sin embargo, en la estación de la Florida, en la capital, sí que se superó ese umbral, especialmente hacia finales de mes, aunque fueron días puntuales. No obstante, lo más llamativo en este sentido son los datos que registró Elda, con un par de picos muy significativos hacia el 15 y el 28 de febrero, con concentraciones de PM 2,5 similares o incluso superiores a las de la capital, a pesar de la importante diferencia de habitantes y de vehículos entre el área metropolitana de Alicante y la conurbanización de Elda-Petrer (Figura 8).

Figura 8. Concentración de partículas PM 2,5 (en µg/m³) en la estación de Elda en el mes de febrero



Fuente: Datos de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica. Elaboración propia

En el caso de marzo, las concentraciones de PM 2,5 fueron muy bajas en Torrevieja, donde se observa un pequeño pico entorno al inicio del Estado de alarma, coincidiendo con lo observado en el análisis de con los valores de NO_2 en dicho mes. En lo que respecta a la segunda quincena, las concentraciones de las partículas PM 2,5 incluso fueron ligeramente superiores respecto a los primeros días del mes. En la estación de Alicante-La Florida/Babel, se aprecia un pico muy pronunciado hacia el día 2 de marzo, cuando se rozaron los 50 µg/m³. Durante las dos primeras semanas no se superaron los 25 µg/m³, pero se aprecia un descenso significativo de las concentraciones a partir de la declaración del estado de alarma, muy probablemente debido a la disminución del tráfico. En Elda se aprecia de nuevo una tendencia bastante curiosa, ya que, aunque en marzo no se superaron los 25 µg/m³, se observa que los valores aumentaron durante el confinamiento.

Aunque se han analizado EMAs (Estaciones Meteorológicas Automáticas) próximas a las estaciones de calidad del aire, no se ha observado una relación muy clara entre la fuerza del viento y la concentración de contaminantes, muy probablemente porque en muy pocos casos los anemómetros cumplen los requisitos de instalación recomendados por la Organización Meteorológica Mundial. La persistencia de los ponientes en febrero y en los primeros días de marzo pudieron tener una importancia vital en mantener una muy buena calidad del aire en los observatorios analizados. Resultan llamativas en relación a su población las concentraciones registradas en Elda, que se encuentra en el fondo del valle del Vinalopó, por lo que allí el aire tiene una mayor capacidad de estancarse. En cuanto al ascenso observado de las partículas PM 2,5 en esta localidad y en Torrevieja, es posible que el origen de las emisiones fueran en su mayoría los hogares, coincidiendo además con el cambio de tiempo que se analizó en el anterior apartado.

3.3. Análisis correlativo entre factores climáticos y factores demográficos

Por encima de los aspectos atmosféricos y climáticos que pueden favorecer la supervivencia del coronavirus en el ambiente, es necesaria la presencia del vector biológico principal que transporte y transmita este patógeno, el ser humano. En la expansión del SARS-CoV-2, tanto en España, como en la provincia de Alicante, se pueden distinguir dos fases: la primera, que incluiría el período de la importación del coronavirus, esto es, la localización de las primeras afecciones de personas infectadas tenía relación con focos de contagio locales que ya habían aparecido, por ejemplo, en el Norte de Italia e Irán. Precisamente, los primeros casos confirmados de contagio en Alicante tuvieron su origen en el país europeo. En esta fase, la transmisión del virus y la tasa de contagio es baja, ya que se trata de casos puntuales que se localizan en distintas localizaciones y que puede ser, relativamente, más fácil de controlar. Sin embargo, el principal problema de este coronavirus es el hecho de que no todas las personas contagiadas generan síntomas, pero sí pueden transmitirlo. A pesar de que no hay estudios globales donde se demuestre la proporción de personas asintomáticas contagiadas por coronavirus, puesto que para ello habría que testar a toda la población, a nivel local se han realizado pruebas que han determinado que más de un tercio de las personas infectadas son asintomáticas (Lavezzo *et al.,* 2020; Gudbjartsson *et al.,* 2020). La segunda fase comprendería la aparición de un foco local de gran intensidad. A pesar de que en un primer momento se localizaron numerosos focos de contagio local, como pudo ser Haro (La Rioja) o Igualada (Barcelona), el principal núcleo de infección se localizaría en Madrid, debido, precisamente, a su densidad de población y a unas altas tasas de movilidad, que contribuirían a su rápida expansión.

Estas dos fases configuran un ciclo que puede repetirse con distintos protagonistas. En este caso la capital de España es el foco irradiador del coronavirus, tanto por personas contagiadas que viajan a otros puntos del país, como por personas que transitan hacia Madrid y vuelven a sus lugares de residencia (Mazzoli, Mateo, Hernando, Meloni y Ramasco, 2020). El Estudio Piloto de Movilidad Interprovincial, realizado por el Observatorio del Transporte y la Logística en España en 2018 (Ministerio de Fomento, Movilidad y Agenda Urbana, 2018), refleja como el número de viajeros, para una semana del mes de octubre, que viaja desde Madrid hacia otras provincias, al comienzo del fin de semana (viernes), es de 390.000 personas. De ese número a la provincia de Alicante llegan más de 9.500 personas, lo que supone cerca de 45.000 viajeros por semana. Precisamente, las provincias con un mayor tráfico de viajeros con Madrid son las que tienen unas mayores tasas de defunción y contagio, por ejemplo, Segovia. Esta nueva importación, con más intensidad que la anterior, debido a ese mayor flujo de viajeros con el foco principal, generaría núcleos de contagios locales, sobre todo, en hospitales y residencias de ancianos.

En este estudio, al tratarse de un análisis muy local, no se dispone de información de movilidad o procedencia de turistas, que serían muy útiles para obtener resultados más concluyentes. No obstante, se debe hacer referencia a datos provinciales que ayudan a una mejor interpretación del análisis realizado. La delimitación administrativa utilizada serán los departamentos sanitarios, ya que no existen —o no se ofrecen de forma sistemática— datos sobre tasa de contagio y tasa de defunciones a nivel municipal.

La tasa de contagio (número de contagios por cada 100.000 habitantes) y de defunción (número de fallecidos por cada 100.000 habitantes) obtenidas a fecha de 10 de mayo (Tabla 4), revela que las mayores tasas de contagio se han producido en la Marina Baixa, Alcoi y Elda. A priori, se podría establecer una hipótesis, apuntando al turismo como causa que explique esa tasa en el primer caso, y la climatología en el segundo. En el caso de la tasa de defunción, la relación se debe achacar a los fallecimientos producidos en las residencias de mayores. Tan solo en uno de estos centros, en la ciudad de Alcoi han fallecido más de 70 residentes, debido a esta enfermedad que tiene una alta tasa de defunción en personas de más de 65 años.

Para el análisis de la variable poblacional en este estudio se han tenido en cuenta 3 datos básicos: la densidad de población, el porcentaje de población extranjera de cada departamento y el porcentaje de población mayor de 65 años de cada una de estas áreas (Tabla 5). Como es de esperar, las mayores densidades se dan en las dos principales ciudades de la provincia, mientras que la más baja se produce en Alcoi, que abarca áreas muy poco pobladas del interior. La población extranjera se concentra sobre todo en los departamentos litorales, principalmente en Torrevieja y Dènia. Estas mismas áreas sanitarias son también protagonistas en la proporción de población mayor de 65 años, indicando, que el mayor porcentaje se da en esta última, mientras que el más bajo se encuentra en Orihuela. Con todos estos datos se pueden trazar varias hipótesis, como que a pesar de su baja densidad Alcoi es el departamento más afectado, lo que apunta a un foco muy localizado, aspecto que ya se señalaba anteriormente. Por otro lado, se reflejan dos perfiles de turistas extranjeros distintos, los jóvenes y de mediana edad se localizan en el

sur de la provincia, mientras que los jubilados prefieren la Marina Alta, de ahí ese porcentaje tan alto de población de la tercera edad. Sin embargo, no se aprecia una especial afectación del coronavirus en este departamento sanitario.

Tabla 4. Tasa de defunción y tasa de contagio por cada 100.000 habitantes de cada departamento sanitario

	Tasa de defunción	Tasa de contagio
Marina Baixa	57,2	382,6
Alcoi	82,5	359,7
Elda	28	321,2
Sant Joan d´Alacant	16,2	294,9
Alacant	20,5	292,3
Torrevieja	26,9	233,3
Elx	6,5	251
Dènia	11,1	129,8
Elx-Crevillent	5,1	131
Orihuela	10,7	108,8

Fuente: Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública. Elaboración propia

Tabla 5. Variables demográficas utilizadas para el análisis multivariable

	Densidad	%Población Extranjera	%Población +65 Años (2011)
Marina Baixa	339,45	29,96	14,6
Alcoi	86,39	8,00	26,1
Elda	181,27	8,32	11
Sant Joan d´Alacant	468,58	33,10	13,1
Alacant	819,45	11,80	16,1
Torrevieja	562,26	49,61	8
Elx	632,19	16,81	13
Dènia	224,14	38,22	62,3
Elx-Crevillent	177,51	26,92	15,5
Orihuela	535,64	24,60	13

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Elaboración propia

En el apartado climático se han manejado cuatro variables, en las cuales se han calculado los valores medios de los meses de febrero y de marzo: temperatura media, temperatura máxima, humedad relativa y radiación solar (Tabla 6). Las temperaturas siguen los criterios habituales, los valores más altos se localizan en el sur y en la costa, mientras que las temperaturas más bajas se registran en el interior. Se distingue también, como ya se ha comentado con anterioridad, esa anomalía positiva con respecto a la media que hubo principalmente en el mes de febrero. Los valores de humedad se mueven todos en el rango de un 65-70%, a excepción de Alcoi, debido a una mayor continentalidad. Por último, estaría la radiación, que no sigue un patrón específico, debido, posiblemente, a la dificultad para la medición de esta variable.

A parte de las variables demográficas y climáticas, se ha optado también por la introducción de dos factores más que pueden ayudar a una mejor correlación de los resultados. A falta de la existencia de datos de movilidad que permitieran conocer el flujo de viajeros en los días anteriores al confinamiento, se ha seleccionado la utilización de porcentaje de segundas residencias, aunque solo se tienen datos de los municipios de más de 2.000 habitantes. Esta variable resulta importante, ya que según los datos del informe CaixaBank sobre el Sector Inmobiliario en el primer semestre de 2020 (CaixaBank Research, 2020), la provincia de Alicante agrupa al 8,9% de segundas residencias de todo el país. Gran parte de esas viviendas son habitadas de forma temporal por madrileños, ya que, según dicho informe, el 22% de

estas residencias tienen como propietarios a habitantes de esta comunidad. Este hecho podría explicar porque hay una mayor tasa de contagio en las zonas litorales, que es donde se concentran la mayoría de estos domicilios, como se aprecia en la Tabla 7. También se ha considerado la introducción del número de plazas de residencias para la tercera edad, porque, como ya se ha comentado, son proclives a generar focos de contagio y de mortandad locales. Los datos han sido obtenidos a partir de la base de datos de Envejecimiento en red, actualizada a septiembre de 2015 (Envejecimiento en red, 2015). Reflejan como el departamento sanitario que más plazas oferta es Alicante, mientras que Elx-Crevillent es el que menos, puesto que solo agrupa 4 municipios.

Tabla 6. Variables climáticas utilizadas para el análisis multivariable

	Temperatura Media (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad Relativa (%)	Radiación (W/m²)
Marina Baixa	15,6	19,1	70,0	680,2
Alcoi	12,2	17,7	54,2	509,0
Elda	13,0	18,6	66,6	780,1
Sant Joan d´Alacant	14,5	18,5	68,2	572,9
Alacant	15,0	19,8	67,3	656,8
Torrevieja	16,1	19,6	71,2	720,6
Elx	15,6	20,8	66,5	723,3
Denia	15,8	19,6	67,9	660,1
Elx-Crevillent	14,6	21,2	70,7	567,0
Orihuela	15,2	21,5	67,3	659,9

Fuente: AMETSE, AVAMET y Wunderground. Elaboración propia

Tabla 7. Porcentaje de segundas residencias y plazas en residencias de la tercera edad utilizadas en el análisis multivariable

	% 2º Residencias	Plazas Residencias 3º Edad
Marina Baixa	28,36	973
Alcoi	16,73	826
Elda	18,86	729
Sant Joan d´Alacant	23,18	973
Alacant	21,06	1663
Torrevieja	37,70	681
Elx	38,56	759
Denia	31,71	670
Elx-Crevillent	19,60	88
Orihuela	11,91	533

Fuente: INE y Centro Superior de Investigaciones Científicas. Elaboración propia

Con estos datos, climáticos y socio-económicos, se ha podido establecer una relación a partir del coeficiente de correlación de Pearson (Tabla 8). Los datos obtenidos se situarán siempre entre 1 y -1, cuanto más cerca sea a valor de estos, mayor relación implica. La relación puede ser directa si dos variables tienen una correlación positiva, o inversa, cuando una variable es positiva y la otra negativa. En la tabla se han señalado en verde, para una mejor interpretación, las relaciones que han tenido un valor de probabilidad por debajo de 0,05, es decir, aquellas correlaciones que son estadísticamente significativas. Se aprecia una relación directa entre ambas tasas, como era de esperar, pero también una relación inversa con la media de las temperaturas máximas, es decir, a mayor temperatura, menor tasa de contagio y de mortandad y, al contrario, menor temperatura implicaría unas mayores tasas. Lo que corroboraría una de las hipótesis vertidas anteriormente, acerca de que la temperatura influiría en la transmisión. La temperatura media

también guarda una relación directa con la humedad relativa, y a su vez, con la población extranjera. El mayor coeficiente resulta de la relación entre las residencias para la tercerda edad y la población total de cada departamento sanitatio. Por tanto, y a partir de los resultados obtenidos, se puede afirmar que la temperatura tiene una relación con la propagación de la COVID-19.

Tabla 8. Resultados obtenidos a partir de la correlación de Pearson (en verde las relaciones con un p-valor por debajo de 0,05)

	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*J*	*K*	*L*
A	**1**											
B	0,7350335	**1**										
C	-0,544765	-0,429991	**1**									
D	-0,727231	-0,775743	0,5761608	**1**								
E	-0,673988	-0,381322	0,7613519	0,5206949	**1**							
F	-0,185915	0,0426674	0,6400107	0,0406322	0,3715749	**1**						
G	-0,417265	-0,053155	0,5787455	0,3800438	0,3652783	0,281591	**1**					
H	-0,325055	0,0105726	0,3958204	0,1848143	0,4856994	0,4306074	0,3283373	**1**				
I	-0,292074	-0,393392	0,7168583	0,1868786	0,6291123	0,5259496	0,1021618	0,0770842	**1**			
J	-0,014882	-0,322466	0,0867315	-0,114164	-0,185461	0,1291334	-0,373569	-0,195526	0,168685	**1**		
K	0,2465865	0,5823093	0,0157455	-0,40993	-0,150893	0,045567	0,5728169	0,098048	-0,286166	-0,061539	**1**	
L	-0,252402	0,2314826	0,229281	-0,084317	0,3410631	0,0072477	0,6951276	0,2069812	-0,05134	-0,208082	0,800672	**1**

Tasa de defunción por cada 100.000 habitantes, (B) Tasa de contagio por casa 100.000 habitantes, (C) Temperatura media de febrero y marzo, (D) Temperatura máxima de febrero y marzo, (E) Humedad Relativa, (F) Porcentaje de segundas residencias, (G) Densidad de Población, (H) Radiación Solar, (I) Población extranjera, (J) Porcentaje de población mayor de 65 años, (K) Plazas de residencias y (L) Población de cara área sanitaria.

Elaboración propia

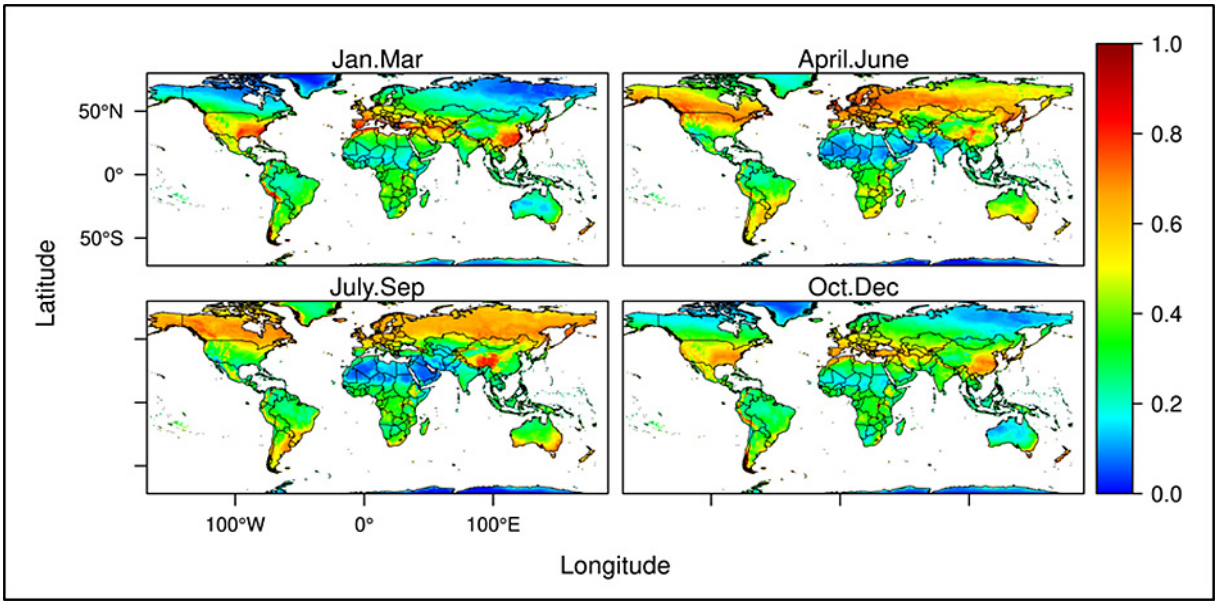
4. Discusión

Como se ha señalado, no existe aún una evidencia científica clara que relacione la transmisión del coronavirus a unas condiciones meteorológicas o unos aspectos climáticos específicos. Se cree que puede tener un comportamiento similar a otros virus de la misma naturaleza y que ante unas condiciones de alta temperatura y humedad, principalmente, podría disminuir su actividad y, por tanto, su capacidad de contagio. A ello, también contribuiría un sistema inmune más debilitado en los meses invernales, en comparación con la época estival (Foxman *et al.,* 2015).

El inicio de la pandemia tendría su origen en la provincia china de Hubei, más concretamente en su capital Wuhan, cuyo clima, según la clasificación climática de Köppen, es Subtropical húmedo o sin estación seca, de verano cálido (Cfa). El verano es la estación más lluviosa, mientras que el invierno es la más seca, con una temperatura media de 5 °C. A priori, podrían ser unas condiciones óptimas para la actividad vírica. No obstante, es necesario añadir que también en esta área geográfica hubo una ligera anomalía positiva en las temperaturas en los meses de diciembre (2019) y enero (2020). Una idea asumida por la investigación científica de esta pandemia es que el virus se originó e inició su propagación bajo unos patrones climáticos favorables en el foco inicial y en las primeras regiones afectadas. Este aspecto es importante, ya que explicaría por qué áreas más cercanas se han visto menos perjudicadas, en cuanto a contagios, que áreas tan distantes como Irán o Italia. Si la explicación a este hecho se reduce exclusivamente a criterios de movilidad global, el virus se podría haber transmitido e iniciado su propagación en cualquier parte del mundo, sobre todo en aquellas áreas donde hay un mayor tráfico de viajeros con China como, el Sudeste Asiático (el primer caso de COVID-19 fuera de China se localizó en Tailandia y la primera muerte se produjo en Filipinas, países donde la afectación del virus está siendo muy baja). La similitud climática entre Wuhan y Teherán, Madrid o Milán es notable por lo que respecta a las temperaturas de invierno, con registros de temperatura media de las mínimas muy cercanas a 0 °C (en el caso de Teherán la media es incluso negativa), mientras que la media de las máximas no sobrepasa los 10 °C. En las observaciones pluviométricas hay, sin embargo, mayor diferencia en los registros medios invernales; Milán es la ciudad que tiene una media más alta, con bastante diferencia con respecto al resto, siendo el invierno su estación más seca (al igual que Wuhan, como ya se había comentado anteriormente). En la capital iraní, al contrario, la época invernal es la más lluviosa, pero, aun así, sus registros son los más bajos de todos los ejemplos expuestos. Uno de los primeros países en sufrir los efectos del coronavirus, Corea del Sur, con mayor cercanía con el principal foco emisor, registra temperaturas y precipitaciones aún más bajas que en los anteriores casos, si bien la extensión de los contagios ha sido muy baja debido a una gestión más eficaz de la crisis sanitaria.

A pesar de que a 1 de marzo ya había casos confirmados de fallecidos y de contagio por coronavirus en Europa Occidental, Escandinavia, Rusia, Norte de África, América del Norte, Sudeste Asiático, Australia y Brasil, la velocidad de transmisión no fue la misma en todas estas áreas en las semanas posteriores de marzo y abril. Hubo áreas muy localizadas donde la influencia fue mayor, dando lugar al desarrollo de focos locales, mientras que en otras se trataban de casos importados que no tuvieron relevancia. Sin embargo, desde finales de abril y primeros días de mayo este escenario cambió completamente con un importante repunte de contagiados en áreas como Reino Unido, Rusia y Brasil. En este sentido, Araújo y Naimi (2020) señalan como precisamente estas zonas serían las más perjudicadas en los meses primaverales debido a una mayor idoneidad climática para la transmisión del virus (Figura 9).

Figura 9. Modelo de expansión del SARS-CoV-2 según la idoneidad climática calculada a partir de la temperatura media y la evapotranspiración real



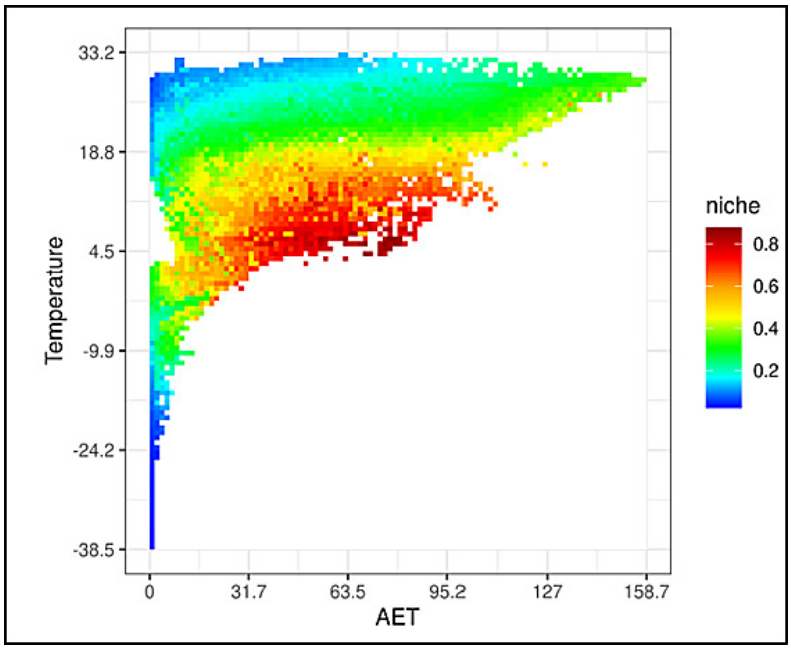
Fuente:Araújo y Naimi (2020)

A nivel local, en países como Francia, Italia y Portugal, también se aprecian estos comportamientos, con mayor incidencia en áreas septentrionales que en zonas meridionales. Probablemente, el mejor ejemplo sea Italia, donde la influencia del SARS-CoV-2 ha sido muy reducida en el sur, con condiciones climáticas más cálidas. Obviamente, no solo se debe argumentar la componente climática como única y principal causa de este hecho, ya que, también hay que tener en cuenta otros factores tan importantes como la movilidad, el tráfico de viajeros y la generación de focos locales. En la España peninsular, las provincias menos afectadas se localizan por lo general en el sur, con alguna excepción, siendo Almería la provincia con un menor número de casos.

Aunque no existe un consenso científico y los resultados son muy preliminares, parece que la actividad y presencia del virus disminuye a mayor temperatura media y humedad relativa. No obstante, según el "nicho climático" definido por Araújo y Naimi (2020) a partir de las temperaturas medias y de la evapotranspiración real, el coronavirus tiene una mayor resistencia en condiciones ambientales de calor, que en un contexto de temperaturas más bajas (Figura 10). La incertidumbre es menor en el caso de la radiación solar, ya que la presencia de la radiación ultravioleta puede ayudar a limitar la transmisión del coronavirus. Bäcker (2020) destaca la poca radiación que hubo en Wuhan en el mes de enero, y sugiere zonas con unos valores elevados de esta variable para conseguir evadir la transmisión. La radiación ultravioleta que llega al planeta lo hace en forma de rayos UV-A, UV-B y UV-C. Esta última, es la que se utiliza para la desinfección y esterilización de material quirúrgico, aunque se emite mediante lámparas, ya que esta radiación es absorbida por la capa de ozono estratosférica y no llega a la superficie terrestre. Los rayos UV-B también pueden dañar a los virus, pero son menos eficaces. Además, la cantidad de radiación que finalmente llega a la superficie es muy escasa. Por último, están los rayos UV-A que, aunque no sirven para dañar la estructura genética de los virus, sí que contribuye a que el organismo genere Vitamina D, la cual

tiene un papel muy relevante en el fortalecimiento del sistema inmune. El "Informe sobre transmisión del SARS-CoV-2 en playas y piscinas" (Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), 2020) resalta el importante papel que pueden tener la combinación de la temperatura de la arena, la radiación UV-B y la sal del agua del mar para desactivar el coronavirus.

Figura 10. Nicho climático del SARS-CoV-2



Fuente: Araújo y Naimi, 2020

En el caso de la provincia de Alicante, el pasado mes de febrero fue uno de los más cálidos desde que existen registros, con valores más propios de primavera. En proporción a la población, las tasas de contagio y de mortalidad han sido más elevadas en las comarcas del interior de la provincia, cuyas temperaturas entraron dentro del rango en el que el virus parece propagarse mejor (Sajadi *et al.,* 2020).

5. Conclusiones

Sigue siendo alta la incertidumbre sobre la relación entre tiempo, clima y la expansión territorial de la COVID-19. No obstante, si se tiene en cuenta lo que sucede con otros virus de afección anual (gripe), cabe esperar una menor expansión con temperaturas muy elevadas; una alta humedad en el aire también parece reducir su propagación. En los últimos meses se ha observado que en España la mayor propagación del nuevo coronavirus se ha producido en aquellas regiones cuyas temperaturas medias son más bajas en los meses de febrero y marzo, que vienen a ser principalmente zonas del interior y del norte del país, mientras que, en el sur, litoral norte y en los archipiélagos la incidencia ha sido menor. Parece probable que en mayor o menor grado las temperaturas excepcionalmente altas del período estudiado tuvieron cierta repercusión en la desigual expansión del virus. No obstante, estas temperaturas tan anómalas provocaron que la población hiciera más vida al aire libre de lo habitual para esas fechas. Este menor número de personas en espacios cerrados, donde el virus se trasmite con mayor facilidad, pudo haber influido en su evolución de los contagios en los territorios del sureste y sur peninsular, así como en ambos archipiélagos. Si bien, en ámbitos locales singulares por su actividad económica y componente demográfico, como Benidorm, tuvo más peso la movilidad y los casos importados en el resultado final de afectados. Es cierto que la movilidad por sí misma no puede explicar la menor incidencia del virus en la provincia de Alicante en relación a su elevada población y sus estrechas conexiones con Madrid y Barcelona, principales focos de la COVID-19 en España. De manera que los aspectos atmosféricos y climáticos parecen haber tenido una influencia destacada, junto a los aspectos demográficos y la movilidad en la explicación de la expansión de la pandemia en esta parte del territorio peninsular (Tabla 9). Así ha quedado de manifiesto en el informe realizado por AEMET y el Instituto de Salud Carlos III (AEMET, 2020b).

Tabla 9. Síntesis de relaciones entre aspectos atmosféricos y climáticos y contención de la afección por la COVID-19 en la provincia de Alicante

FASE	FACTOR ATMOSFÉRICO	EFECTO PARA LA CONTENCIÓN DE LA ENFERMEDAD
PREVIA (invierno)	Temperaturas anormalmente altas de febrero y primeros días de marzo	POSITIVO. Favorece la vida al aire libre frente a los actos en lugares cerrados que tienen una mayor probabilidad de contagios
	Alta frecuencia en el soplo de vientos de poniente	POSITIVO. Movimiento del aire y limpieza atmosférica
	Bajos niveles de contaminación atmosférica	POSITIVO. Trasparencia atmosférica y calidad del aire restan efectividad a los efectos del virus
	Temperaturas más frescas en las tierras del interior	NEGATIVO. Favorece la expansión del virus
CONFINAMIENTO (primavera)	Tiempos atmosféricos lluviosos y frescos	POSITIVO. Ambiente propicio para la estancia en los domicilios
DESCONFINAMIENTO (verano)	Temperatura media por encima de 25 ºC (julio y agosto)	POSITIVO. Menor actividad vírica
	Soplo frecuente del sistema de brisas	POSITIVO. Movimiento del aire y limpieza atmosférica
	Frecuencia mayor de noches tropicales (>20 ºC)	POSITIVO. Menor actividad vírica
	Valores mayores de radiación ultravioleta (B y C)	POSITIVO. Menor actividad vírica

Elaboración propia

Un aspecto fundamental en esta crisis sanitaria han sido los niveles de contaminación registrados; se ha detectado que en las regiones con peor calidad del aire la mortalidad de la COVID-19 es mayor, algo que ya apuntan diversos estudios realizados principalmente en Europa y en USA. La provincia de Alicante no se caracteriza por tener unos altos niveles de contaminación gracias a que el viento suele soplar a lo largo del año, dispersando las partículas contaminantes, especialmente en aquellas zonas más expuestas al sistema de brisas. Según los datos obtenidos de mediciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, gracias a la persistencia del viento de poniente durante el mes de febrero y primeros días de marzo, en todos los observatorios analizados la calidad del aire fue excelente, incluso en la capital. Sin embargo, en las estaciones del interior de Alicante sí que se han observado valores similares o superiores a los del litoral, a pesar de su menor población. A partir del inicio del estado de alarma, en algunos observatorios los contaminantes cayeron a mínimos históricos. Si en un futuro se confirma esta relación entre contaminación y mortalidad de la COVID-19, es posible que los escasos niveles de contaminación del aire de la provincia condicionaran la evolución del virus y sus menores complicaciones a priori. No obstante, debe enfatizarse que el cumplimiento de las medidas personales higiénico-sanitarias y del mantenimiento de las distancias de seguridad resultan esenciales, por encima de los factores ambientales, en el control de los contagios en la vuelta a la normalidad de la vida socio-económica, especialmente en áreas urbanas y turísticas. De manera que la confianza ciega en unos valores térmicos, de humedad, de viento o de radiación solar propicios para la menor expansión de los contagios en la fase de desconfinamiento (verano) puede resultar contraproducente si no se mantiene la responsabilidad social en el cumplimiento de las medidas profilácticas, mientras no exista un remedio definitivo para erradicar la enfermedad.

El análisis correlativo entre factores climáticos y demográficos para la provincia de Alicante ha confirmado la hipótesis inicial de la influencia de las temperaturas máximas sobre el coronavirus. No obstante, es necesario destacar que, debido a la escala utilizada, a partir de departamentos sanitarios, no se ha podido obtener información sobre movilidad, aunque si se ha comprobado la estrecha relación que tiene la provincia con otros lugares que han generado focos locales muy importantes. La necesidad de disponer de datos con las tasas de contagio y de defunción por municipio habrían ayudado a obtener unos resultados más concluyentes. En este sentido, se espera seguir trabajando sobre esta línea de investigación en futuros estudios, conforme se vaya avanzando en el conocimiento de este patógeno, y se puedan detallar territorialmente más los resultados.

Agradecimientos

Este trabajo está dedicado a todos los profesionales sanitarios de la provincia de Alicante por su abnegada, constante e impagable labor durante la situación de pandemia vivida. E igualmente a los trabajadores de los servicios públicos esenciales que mantuvieron su necesaria labor en todo este período. Y a todos los profesionales de los diferentes sectores económicos que han permitido mantener el pulso vital de la sociedad alicantina en un momento, sin duda, histórico.

Referencias

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). (2020a). *Avance Climatológico de Febrero de 2020 en la Comunidad Valenciana*. Recuperado de http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes_climat/ccaa/comunitat-valenciana/avance_climat_val_feb_2020.pdf

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). (2020b). *Primeros indicios de correlación entre variables meteorológicas y propagación de la enfermedad COVID-19 y del virus SARS-CoV-2 en España* [Comunicado de prensa]. Recuperado de http://www.aemet.es/es/noticias/2020/04/Covid_variablesmeteorologicas_abril2020

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). (s.d.). *AEMET OpenData*. Recuperado de https://opendata.aemet.es/

Araújo, M. B., & Naimi, B. (2020). Spread of SARS-CoV-2 Coronavirus likely to be constrained by climate. *MedRxiv*. https://doi.org/10.1101/2020.03.12.20034728

Asociación Meteorológica del Sureste (AMETSE). (s.d.). *RedMeteoSE*. Recuperado de http://redmeteo.ametse.es/

Asociación Valenciana de Metorología (AVAMET). (s.d.). *MeteoXarxa*. Recuperado de https://www.avamet.org/mx-meteoxarxa.php

Ahmadi, M., Sharifi, A., Dorosti, S., Ghoushchi, S. J., & Ghanbari, N. (2020). Investigation of effective climatology parameters on COVID-19 outbreak in Iran. *Science of The Total Environment*, *729*, 138705. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138705

Bäcker, A. (2020). Follow the Sun: Slower COVID-19 Morbidity and Mortality Growth at Higher Irradiances. *SSRN*. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3567587

Bashir, M. F., Ma, B. J., Bilal, Komal, B., Bashir, M. A., Farooq, T. H., ..., & Bashir, M. (2020a). Correlation between environmental pollution indicators and COVID-19 pandemic: A brief study in Californian context. *Environmental research*, *187*, 109652, in press. https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109652

Bashir, M. F., Ma, B., Bilal, Komal, B., Bashir, M. A., Tan, D., & Bashir, M. (2020b). Correlation between climate indicators and COVID-19 pandemic in New York, USA. *The Science of the total environment*, *728*, 138835, in press. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138835

Bukhari, Q., & Jameel, Y. (2020).Will Coronavirus Pandemic Diminish by Summer?. *SSRN*. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3556998

Caspi, G., Shalit, U., Kristensen, S.L., Aronson, D., Caspi, L., Rossenberg, O., ..., & Caspi, O. (2020). Cliamte effect on COVID-19 spread rate: an online surveillance tool. *MedRxiv*. https://doi.org/10.1101/2020.03.26.20044727

Castilla, J., Guevara, M., García Cenoz, M., Reina, G., Martínez Artola, V., Zamora, ..., & Salcedo, E. (2011). Diferencias entre las ondas gripales de verano y de otoño durante la pandemia de gripe (H1N1) 2009 en Navarra. *Revista Española de Salud Pública, 85*, 47-56. Recuperado de https://www.scielosp.org/article/resp/2011.v85n1/47-56/

CaixaBank Research (2020). *Las segundas residencias en España: ¿mar o montaña? Informe sectorial inmobiliario. Primer semestre 2020*. Recuperado de https://www.caixabankresearch.com/sites/default/files/documents/informesectorial-inmobiliario-1s2020-esp.pdf

Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). (2020). *Informe sobre la transmisión del SARS-CoV-2 en playas y piscinas*. Recuperado de https://www.csic.es/sites/default/files/informe_playasypiscinas_csic.pdf

Chan, K., Peiris, J., Lam, S., Poon, L., Yuen, K., & Seto, W. (2011). The effects of temperature and relative humidity on the viability of the SARS coronavirus. *Advances in virology*, *11*(1), 734690. https://doi.org/10.1155/2011/734690

Conticini, E., Frediani, B., & Caro, D. (2020). Can atmospheric pollution be considered a co-factor in extremely high level of SARS-CoV-2 lethality in Northern Italy?. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*, *261*, 114465. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114465

Envejecimiento en red. (2015). *Residencias en Alicante/Alacant. Datos actualizados en septiembre de 2015*. Recuperado de http://envejecimiento.csic.es/documentos/recursos/residencias/alicante.xlsx

European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECWMF). (2020a). Surface air temperature for February 2020. Recuperado de https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-february-2020

European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECWMF). (2020b). *Climate Data Store - Monthly climate explorer for COVID-19*. Recuperado de https://cds.climate.copernicus.eu/apps/c3s/app-c3s-monthly-climate-covid-19-explorer

Fernández de Arróyabe Hernáez, P. (2004). La variación temporal y espacial de la tasa de gripe en España y su relación con diferentes parámetros atmosféricos durante el período 1997-2002. En J.C. García Codron, C. Diego Liaño, P. Fernández de Arróyabe Hernáez, C. Garmendia Pedraja y D. Rasilla Álvarez (Eds.), *El clima entre el mar y la montaña* (pp. 629-639). Santander: Asociación Española de Climatología. Recuperado de http://hdl.handle.net/20.500.11765/9069

Ficetola, G.F., & Rubolini, D. (2020). Climate affects global patterns of COVID-19 early outbreak dynamics. *MedRxiv*. https://doi.org/10.1101/2020.03.23.20040501

Foxman, E. F., Storer, J. A., Fitzgerald, M. E., Wasik, B. R., Hou, L., Zhao, H., ..., & Iwasaki, A. (2015). Temperature-dependent innate defense against the common cold virus limits viral replication at warm temperature in mouse airway cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 112*(3), 827-832. https://doi.org/10.1073/pnas.1411030112

Gudbjartsson, D. F., Helgason, A., Jonsson, H., Magnusson, O. T., Melsted, P., Norddahl, G. L., …, & Stefansson, K. (2020). Spread of SARS-CoV-2 in the Icelandic Population. *New England Journal of Medicine*, 1-14. https://doi.org/10.1056/NEJMoa2006100

Gutiérrez-Hernández, O., & García, L.V. (2020). ¿Influyen tiempo y clima en la distribución del nuevo coronavirus (SARS CoV-2)? Una revisión desde una perspectiva biogeográfica. *Investigaciones Geográficas*, in press. https://doi.org/10.14198/INGEO2020.GHVG

Instituto de Salud Carlos III. (2019). *La contaminación del aire, protagonista del Día Mundial del Medio Ambiente: muertes prematuras evitables* [Comunicado de prensa]. Recuperado de https://repisalud.isciii.es/bitstream/20.500.12105/7937/1/2019_06_04_LaContaminaci%c3%b3nDelAire.pdf

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). (s.d.). *RiegosIVIA*. Recuperado de http://riegos.ivia.es/datos-meteorologicos

Lavezzo, E., Franchin, E., Ciavarella, C., Cuomo-Dannenburg, G., Barzon, L., Sciero, M., …, & Alessandra, R. (2020). Suppressión of COVID-19 outbreack in the municipality of Vo, Italy. *MedRxiv*. https://doi.org/10.1101/2020.04.17.20053157

León-Gómez, I., Delgado-Sanz, C., Jiménez-Jorge, S., Flores, V., Simón, F., Gómez-Barroso, D., …, & de Mateo Ontañón, S. (2015). Exceso de mortalidad relacionado con la gripe en España en el invierno de 2012. *Gaceta Sanitaria, 29*(4), 258-265. https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2015.01.011

Lin, K., Fong, D. Y. T., Zhu, B., & Karlberg, J. (2005). Environmental factors on the SARS epidemic: air temperature, passage of time and multiplicative effect of hospital infection. *Epidemiology & Infection, 134*(2), 223-230. https://doi.org/10.1017/S0950268805005054

Lowen, A. C., Mubareka, S. Steel, J., & Palese, P. (2007). Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature. *PLoS Pathog, 3*(10), e151. https://doi.org/10.1371/journal.ppat.0030151

Luo, W., Majumder, M., Liu, D. Poirier, C., Mandl, KD., Lipsitch, M., & Santillana, M. (2020). The role of absolute humidity on transmission rates of the COVID-19 outbreak. *MedRxiv*. https://doi.org/10.1101/2020.02.12.20022467

Mazzoli, M., Mateo, D., Hernando, A., Meloni, S., & Ramasco, J.J. (2020). Effects of mobility and multi-seeding on the propagation of the COVID-19 in Spain. *MedRxiv*. https://doi.org/10.1101/2020.05.09.20096339

Ministerio de Fomento, Movilidad y Agenda Urbana. (2018). *Observatorio de Transporte y la Logística de España. Estudio Piloto de Movilidad Interprovincial*. Recuperado de https://observatoriotransporte.mitma.es/estudio-experimental

Ogen, Y. (2020). Assessing nitrogen dioxide (NO2) levels as a contributing factor to coronavirus (COVID-19) fatality. *Science of the Total Environment, 726*, 138605. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138605

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Resumen evaluación de riesgos*. Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=695A37D2DD8EC724346349C3E72D5416?sequence=1

Qian, H., Miao, T., Liu, L., Zheng, X., Luo, D., & Li, Y. (2020). Indoor transmission of SARS-CoV-2. *MedRxiv*. https://doi.org/10.1101/2020.04.04.20053058

Sajadi, M., Habibzadeh, P., Vintzileos, A., Shokouhi, S., Miralles-Wilhelm, F., & Amoroso, A. (2020). Temperature, Humidity and Latitude Analysis to Predict Potential Spread and Seasonality for COVID-19. *SSRN*. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3550308

Van Doremalen, N., Bushmaker, T., & Munster, V. J. (2013). Stability of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) under different environmental conditions. *Eurosurveillance, 18*(38), 20590. https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES2013.18.38.20590

Wang, J., Tang, K., Feng, K., & Lv, W. (2020a). High Temperature and High Humidity Reduce the Transmission of COVID-19. *SSRN*. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3551767

Wang, M., Jiang, A., Gong, L., Luo, L., Guo, W., Li, C., …, & Li, H. (2020b). Temperature significant change COVID-19 Transmission in 429 cities. *MedRxiv*. https://doi.org/10.1101/2020.02.22.20025791

Wu, X., Nethery, R.C., Sabath, B.M., Braun, D. & Dominici, F. (2020). Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States: A nationwide cross-sectional study. *MedRxiv*. https://doi.org/10.1101/2020.04.05.20054502

Weather Underground (Wunderground). (s.d.) *WunderMap*. Recuperado de https://www.wunderground.com/wundermap

Zhu, Y., Xie, J., Huang, F., & Cao, L. (2020). Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China. *The Science of the total environment*, *727*, 138704. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138704