

¿Cómo influye la contaminación atmosférica y las variables meteorológicas en la incidencia y gravedad de la enfermedad COVID-19 en España?

Dra. Cristina Linares Gil

Científica Titular

Dpto. Epidemiología y Bioestadística

Escuela Nacional de Sanidad

Instituto de Salud Carlos III



¿Dónde estamos?

- Conocimiento científico (la realidad sobrepasa a la velocidad de observación y capacidad de análisis)
- FACTORES AMBIENTALES RELEVANTES

VARIABLES METEOROLÓGICAS

- Temperatura
- Humedad
- Insolación
- Radiación UV

CAPACIDAD DE PROPAGACIÓN
FACILITA LA TRANSMISIÓN
INFLUYE GRAVEDAD O
VIRULENCIA

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA QUÍMICA

- Material particulado (PM₁₀ / PM_{2,5})
- NO₂
- O₃

1. Evidencia científica
2. Proyecto investigación ISCIII-AEMET



Factores meteorológicos

- ¿Cómo influye la **Temperatura**?

Briz-Redón Á, Serrano-Aroca Á. A spatio-temporal analysis for exploring the effect of temperature on the evolution in Spain. *Sci Total Environ* [Internet]. 2020; 728:138811. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720323294>

Los autores no encontraron relación entre los casos de COVID-19 y la temperatura

Huang Z, Huang J, Guo Y. The effect of temperature on the spread of COVID-19 in China. *Environ* [Internet]. 2020; Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720330047>

La mayoría de los países ubicados en la región de temperaturas relativamente más bajas muestran un rápido aumento en los casos de COVID-19 que países ubicados en las regiones climáticas más cálidas a pesar de sus mejores condiciones socioeconómicas

Los autores sugieren que existe una zona climática óptima en la que la concentración de SARS-CoV-2 aumenta notablemente

Iqbal MM, Abid I, Hussain S, Shah M. The effect of temperature on the spread of COVID-19 at global scale. *Sci Total Environ*. 10 de octubre de 2020;739:140711. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720330047>

No hay evidencia que respalde que el recuento de casos de COVID-19 pueda disminuir cuando el clima se vuelve más cálido

Xie J, Zhu Y. Association between ambient temperature and COVID-19 infection in China. *Sci Total Environ* [Internet]. 1 de julio de 2020;724. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720317114>

Factores meteorológicos

- ¿Cómo influye la **Humedad**?

Wang J, Tang K, Feng K, Lv W. High Temperature and High Humidity Mitigate the Transmission of COVID-19. SSRN Electron

J [Internet]. 11 de marzo de 2020. Disponible en: <https://ssrn.com/abstract=3550308>.

Sajadi MM, Ghahramani A, Shokouhi S, Miralaei M. The Effect of Temperature and Humidity on the Mortality of COVID-19. SSRN Electron

J [Internet]. 20 de marzo de 2020. Disponible en: <https://ssrn.com/abstract=3556998>.

Ma Y, Zhang Y, Zhang Y, et al. Effects of Temperature and Humidity on the Death of COVID-19 in Wuhan, China. Sci Total Environ [Internet]. 1 de julio de 2020;744:140729. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720372929>.

Wu Y, Jing W, Liu J, Ma Q, Yuan J, Wang Y, et al. Effect of Temperature and Humidity on the Daily New Cases and New Deaths of COVID-19 in 166 Countries. Sci Total Environ [Internet]. 20 de noviembre de 2020;744:140729. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720372929>.

Lin J, Huang W, Wen M, Li D, Ma S, Hua J, et al. Containing the Spread of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Meteorological Factors and Control Strategies. Sci Total Environ [Internet]. 20 de noviembre de 2020;744:140729. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32688005/>.

Los autores sugieren que la variación de temperatura y la humedad pueden ser factores importantes que afectan la mortalidad por COVID-19

Las altas temperaturas mitigan la transmisión de la enfermedad. La humedad relativa alta promueve la transmisión de COVID-19 cuando la temperatura es baja, pero tiende a reducir la transmisión cuando la temperatura es alta

Los hallazgos proporcionan evidencia preliminar de que temperaturas altas y humedades altas pueden atenuar la propagación del virus

Factores meteorológicos

- ¿Cómo influye la **Radiación Ultravioleta**?

Yao Y, Pan J, Liu Z, Meng X, Wang W, Kan H, et al. No association between UV radiation and COVID-19 in Chinese cities [Internet]. Vol. 55, European Journal of Public Health. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1183/13993003.005>

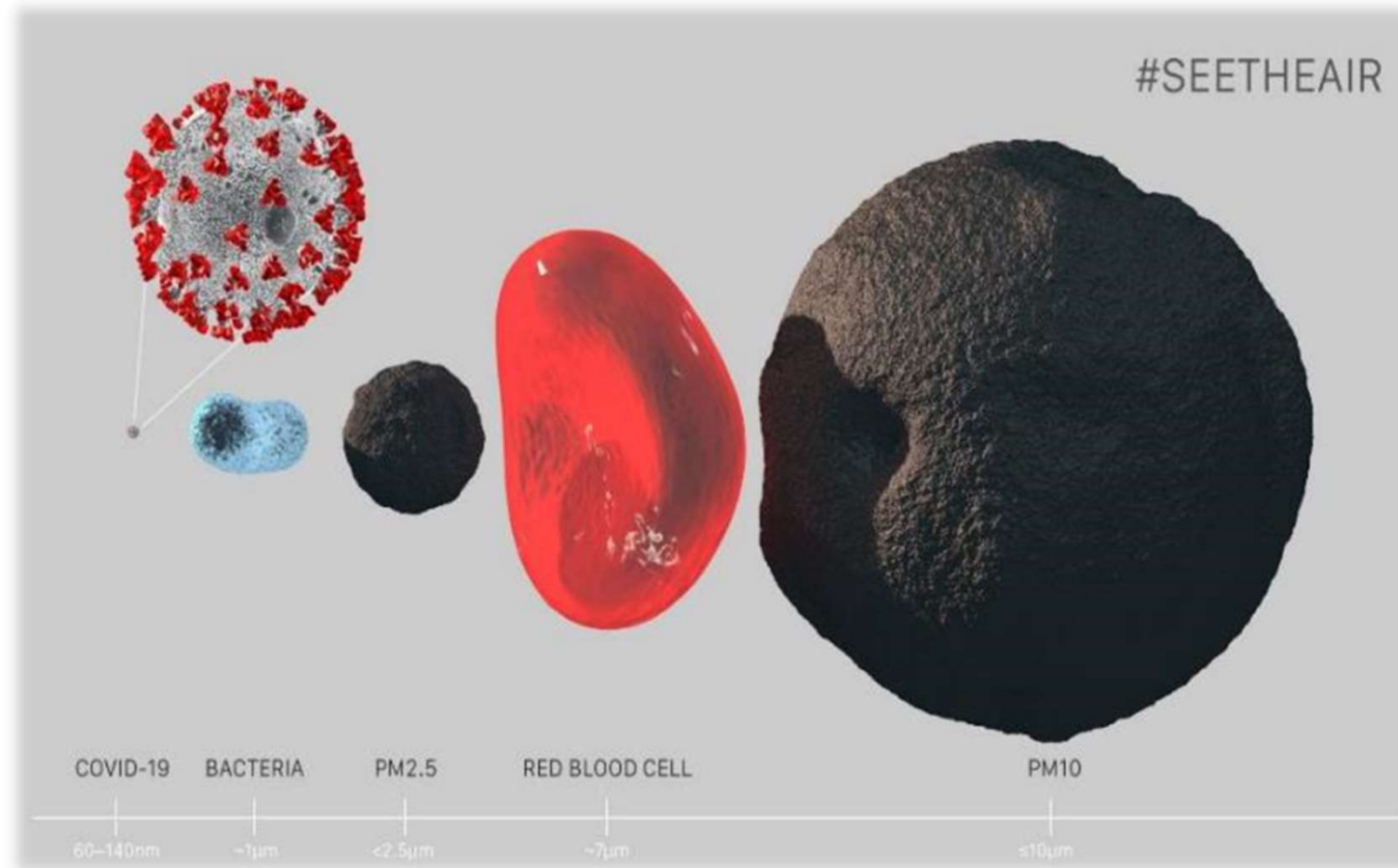
Sagripanti J. The effect of UV radiation on the inactivation of Coronavirus SARS-CoV-2 [Internet]. Vol. 19, Journal of Environmental Health. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ehp/19.7>

Los autores señalan una asociación significativa entre la incidencia de COVID-19, la reducción de la irradiación solar y el aumento de la densidad de población.

Guasp J, et al. Higher population density is associated with a lower incidence of COVID-19. Clin Infect Dis [Internet]. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa575/5840498>

Los autores indican que el SARS-CoV-2 debe inactivarse relativamente rápido durante el verano en muchas ciudades. El 90% o más del virus se inactivará después de estar expuesto de 11 a 34 minutos a la luz del sol del mediodía en la mayoría de las ciudades de EE. UU. Por el contrario, el virus persistirá como infeccioso durante un día o más en invierno (diciembre-marzo) con riesgo de re-aerosolización y transmisión en la mayoría de estas ciudades.

Contaminación Atmosférica



- **Hipótesis A:** Aumenta la gravedad y incidencia de COVID-19
- **Hipótesis B:** Transporte y difusión

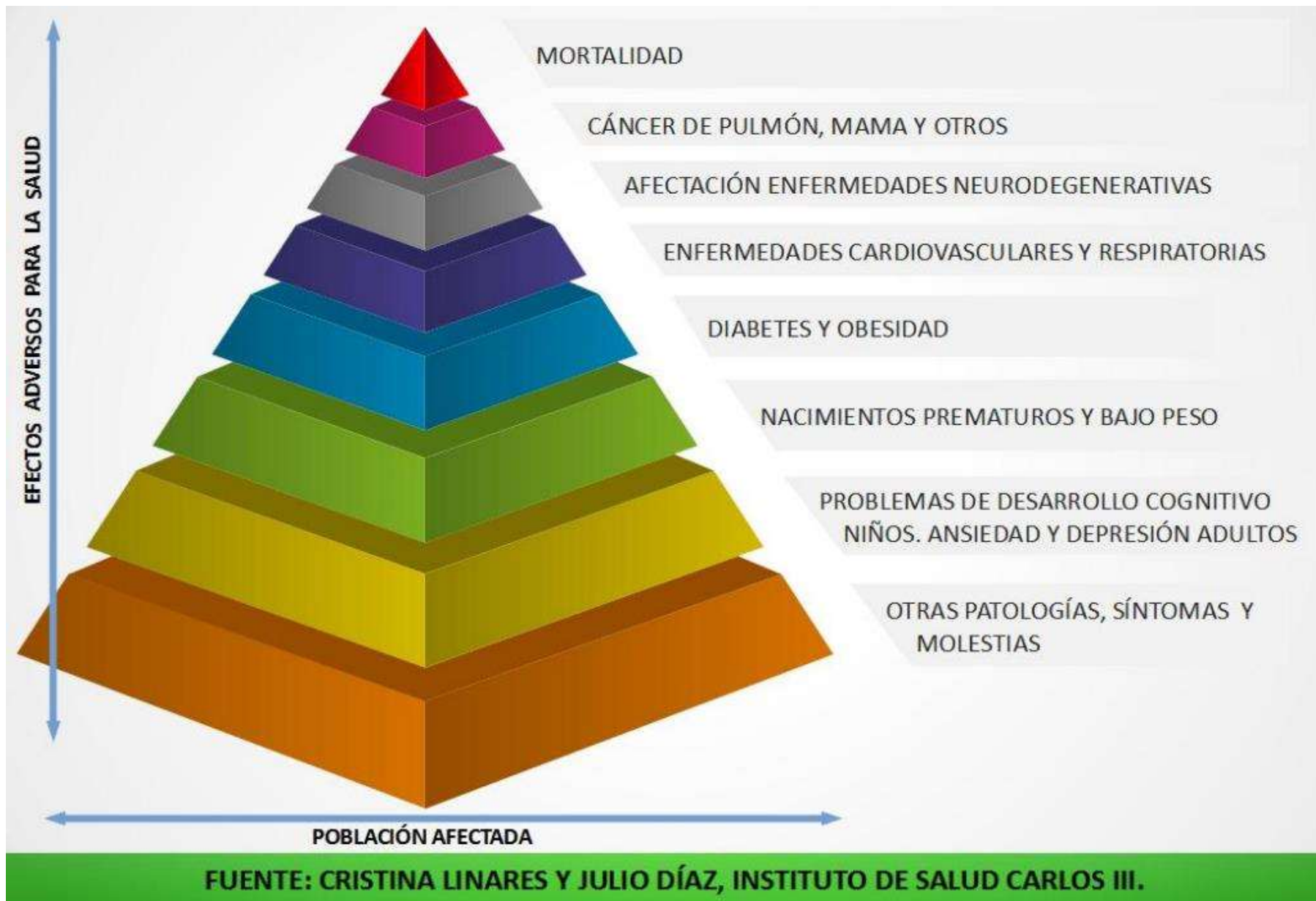


Fig. 2. The synergistic pathological and immunological interactions between air pollutants and viral infections

Effect	Pollutant	Infection	
Bronchoconstriction	+	+++	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #4CAF50; color: white;"> 'mild' + 'moderate' ++ 'severe' +++ </div>
Bronchial hyperresponsiveness	+	+++	
Inflammatory mediator release	++	+++	
Ciliary dyskinesia	++	+++	
Inflammatory cell activation	++	+++	
Epithelial damage	++	++/±	
T lymphocyte function	++	+++	
Alveolar macrophage function	+++	++	
Interaction with allergens	++	+++	
↑ Epithelial-derived cytokines	++	+++	
↓ Macrophage-derived cytokines	++	+	

Reproduced by permission from Chauhan & Johnston (4).

1. La contaminación aumenta la transmisibilidad de la COVID-19





International Journal of
*Environmental Research
and Public Health*



Editorial

Searching for SARS-COV-2 on Particulate Matter: A Possible Early Indicator of COVID-19 Epidemic Recurrence

Leonardo Setti ¹, Fabrizio Passarini ² , Gianluigi De Gennaro ³ , Pierluigi Barbieri ⁴,

mortality rates due to COVID-19. The presence of SARS-COV-2 RNA on the particulate matter of Bergamo, which is not far from Milan and represents the epicenter of the Italian epidemic, seems to confirm (at least in case of atmospheric stability and high PM concentrations, as it usually occurs in Northern Italy) that the virus can create clusters with the particles and be carried and detected on PM₁₀. Although no assumptions can be made concerning the link between this first experimental finding and COVID-19 outbreak progression or severity, the presence of SARS-COV-2 RNA on PM₁₀ of outdoor air samples in any city of the world could represent a potential early indicator of COVID-19

1. La contaminación aumenta la transmisibilidad de la COVID-19

Journal Pre-proof

SARS-Cov-2RNA Found on Particulate Matter of Bergamo in Northern Italy: First Evidence

Leonardo Setti, Fabrizio Passarini, Gianluigi De Gennaro, Pierluigi Barbieri, Maria Grazia Perrone, Massimo Borelli, Jolanda Palmisani, Alessia Di Gilio, Valentina Torboli, Francesco Fontana, Libera Clemente, Alberto Pallavicini, Maurizio Ruscio, Prisco Piscitelli, Alessandro Miani

PII: S0013-9351(20)30647-2

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109754>



false positivities were successfully accomplished. **Conclusion:** This is the first evidence that SARS-CoV-2 RNA can be present on PM, thus suggesting a possible use as indicator of epidemic recurrence.

1. La contaminación aumenta la transmisibilidad de la COVID-19

Environmental Research 186 (2020) 109639



Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envres



First data analysis about possible COVID-19 virus airborne diffusion due to air particulate matter (PM): The case of Lombardy (Italy)



E. Bontempi

This paper, for the first time, analyses the PM_{10} situation in Lombardy (from 10th February to March 27, 2020), several days before the sanitary emergency explosion. The data of the detected infection cases are reported and discussed parallelly. As a comparison, the situation of Piedmont, located near to the Lombardy is also presented. Data are reported for Brescia, Bergamo, Cremona, Lodi, Milano, Monza-Brianza, Pavia (Lombardy), Alessandria, Vercelli, Novara, Biella, Asti, and Torino (Piedmont). The results show that it is not possible to conclude that COVID-19 diffusion mechanism also occurs through the air, by using PM_{10} as a carrier. In par-

2. La contaminación aumenta la gravedad y letalidad de la COVID-19.

Science of the Total Environment 731 (2020) 139211



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Possible environmental effects on the spread of COVID-19 in China

Hao Xu^a, Chonghuai Yan^b, Qingyan Fu^c, Kai Xiao^d, Yamei Yu^a, Deming Han^e, Wenhua Wang^a, Jinping Cheng^{a,*}

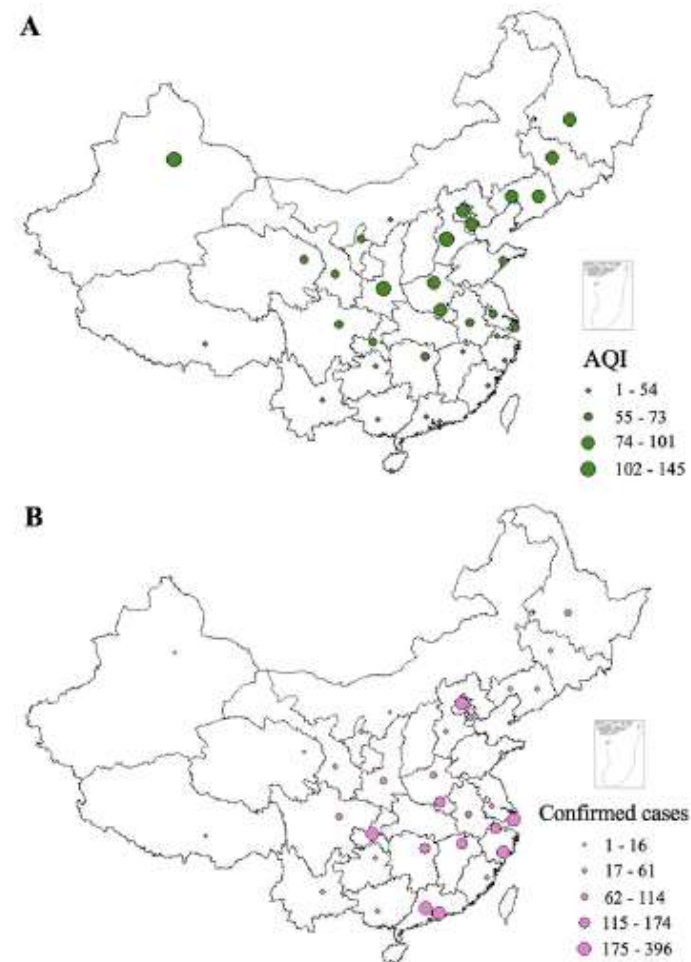


Fig. 1. Spatial distribution of (A) mean daily averages of AQI and (B) COVID-19 confirmed cases during the study period.

2. La contaminación aumenta la gravedad y letalidad de la COVID-19



Severe air pollution links to higher mortality in COVID-19 patients:
The “double-hit” hypothesis.

Antonio Frontera^{a,*}, Lorenzo Cianfanelli^a, Konstantinos Vlachos^b, Giovanni Landoni^{a,c},
George Cremona^a

Results: The highest number of COVID-19 cases were recorded in the most polluted regions with patients presenting with more severe forms of the disease requiring ICU admission. In these regions, mortality was two-fold higher than the other regions.

Conclusions: From the data available we propose a “double-hit hypothesis”: chronic exposure to PM 2.5 causes alveolar ACE-2 receptor overexpression. This may increase viral load in patients exposed to pollutants in turn depleting ACE-2 receptors and impairing host defences. High atmospheric NO2 may provide a second hit causing a severe form of SARS-CoV-2 in ACE-2 depleted lungs resulting in a worse outcome.

2. La contaminación aumenta la gravedad y letalidad de la COVID-19

Science of the Total Environment 726 (2020) 138605



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Short Communication

Assessing nitrogen dioxide (NO_2) levels as a contributing factor to coronavirus (COVID-19) fatality

Yaron Ogen

The Department of Remote Sensing and Cartography
06120, Germany

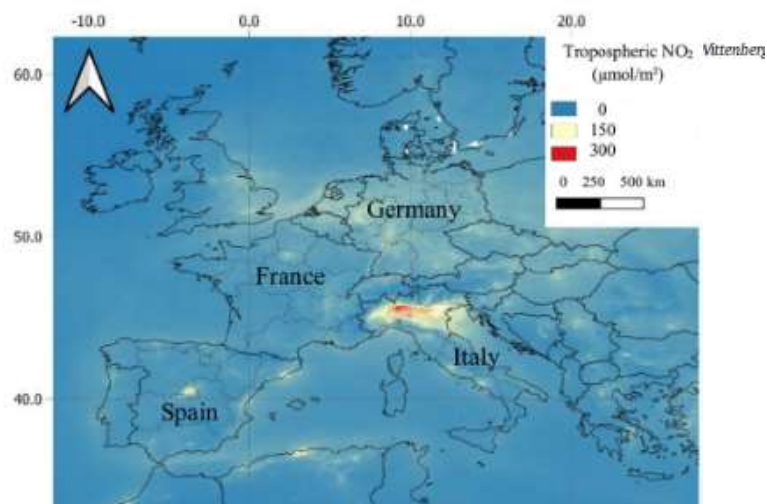


Fig. 1. The tropospheric NO_2 distribution.

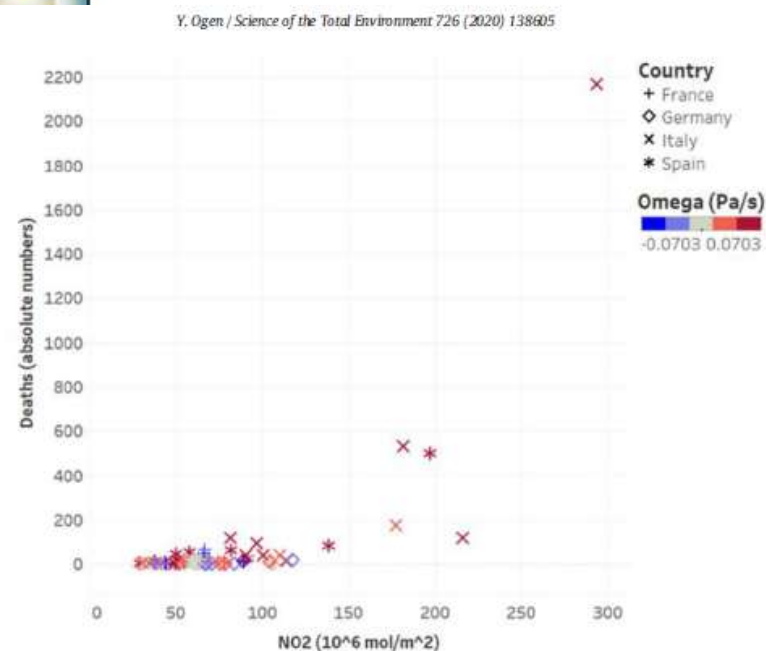


Fig. 3. NO_2 vs. the absolute number of death cases

2. La contaminación aumenta la gravedad y letalidad de la COVID-19.

Main outcome measures: We fit negative binomial mixed models using county-level COVID-19 deaths as the outcome and county-level long-term average of PM_{2.5} as the exposure. In the main analysis, we adjusted by 20 potential confounding factors including population size, age distribution, population density, time since the beginning of the outbreak, time since state's issuance of stay-at-home order, hospital beds, number of individuals tested, weather, and socioeconomic and behavioral variables such as obesity and smoking. We included a random intercept by state to account for potential correlation in counties within the same state. We conducted more than 68 additional sensitivity analyses.

Results: We found that an increase of only 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in PM_{2.5} is associated with an 8% increase in the COVID-19 death rate (95% confidence interval [CI]: 2%, 15%). The results were statistically significant and robust to secondary and sensitivity analyses.

medRxiv
(which)

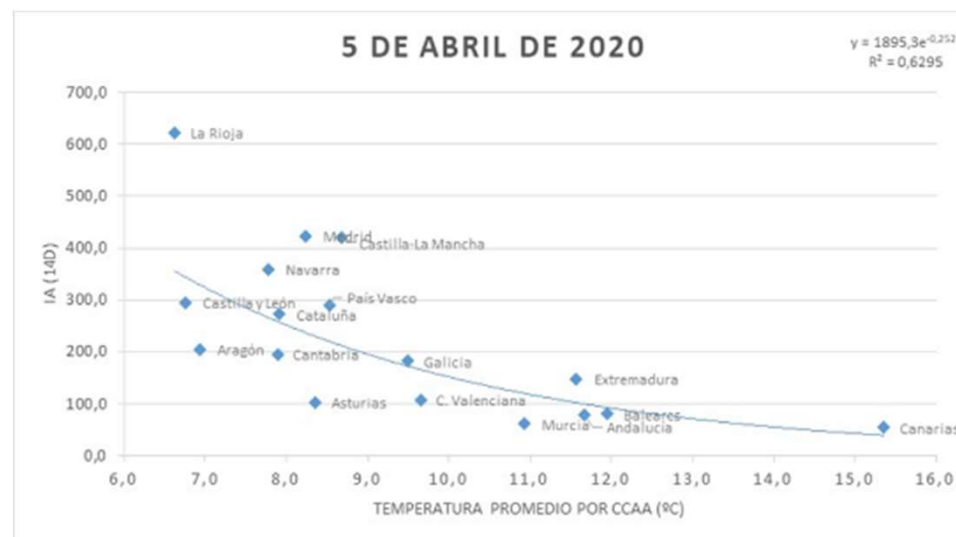
preprint
activity.

¿Es el SARS-CoV-2 Un virus estacional como otros coronavirus?

- Además de las condiciones ambientales (temperatura, humedad, ultravioleta o contaminación) existen factores biológicos que influyen en la estacionalidad:
 1. **Actividad humana:** En invierno, se pasa más tiempo en ambientes interiores con menos ventilación y menos espacio personal (especialmente en los colegios) Vs mas vida social.
 2. **Sistema inmunitario del huésped:** El sistema inmunitario de una persona promedio parece ser sea sistemáticamente peor en invierno que en verano debido a la producción de melatonina y los niveles de vitamina D.
 3. **Agotamiento de los hospedadores susceptibles:** Incluso sin ninguna variabilidad estacional, las epidemias de enfermedades infecciosas aumentan exponencialmente, se nivelan y disminuyen porque hay más gente con defensas frente al agente infeccioso. ¿Nuevos grupos a riesgo?.

Influencia de las Variables Meteorológicas y de Contaminación Atmosférica en la incidencia y propagación de la enfermedad COVID-19 en España

❖ Convenio de colaboración con AEMET - ISCIII



- ✓ Informes científicos sobre influencia de variables meteorológicas y contaminación atmosférica
- ✓ Aportación a la OMM / conferencias
- ✓ **Fase 1:** Influencia a corto plazo por provincias para determinar variables significativas y su cuantificación.
- ✓ **Fase 2:** Añadir al análisis variables económicas, densidad de población, movilidad, series históricas de contaminación
- ✓ Análisis preliminar de datos (febrero – mayo) para Madrid, periodo de confinamiento.

¿Cómo influye la contaminación atmosférica y las variables meteorológicas en la incidencia y gravedad de la enfermedad COVID-19 en España?

Dr. Julio Díaz Jiménez

Científico Titular

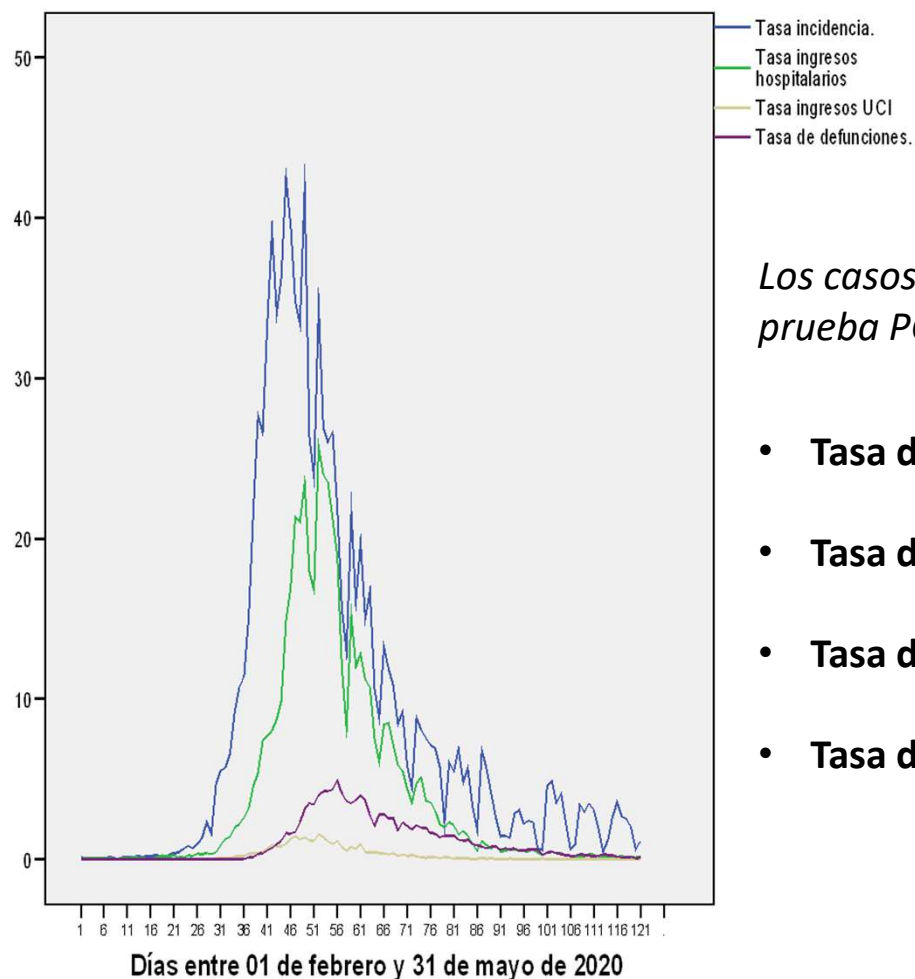
Dpto. Epidemiología y Bioestadística

Escuela Nacional de Sanidad

Instituto de Salud Carlos III



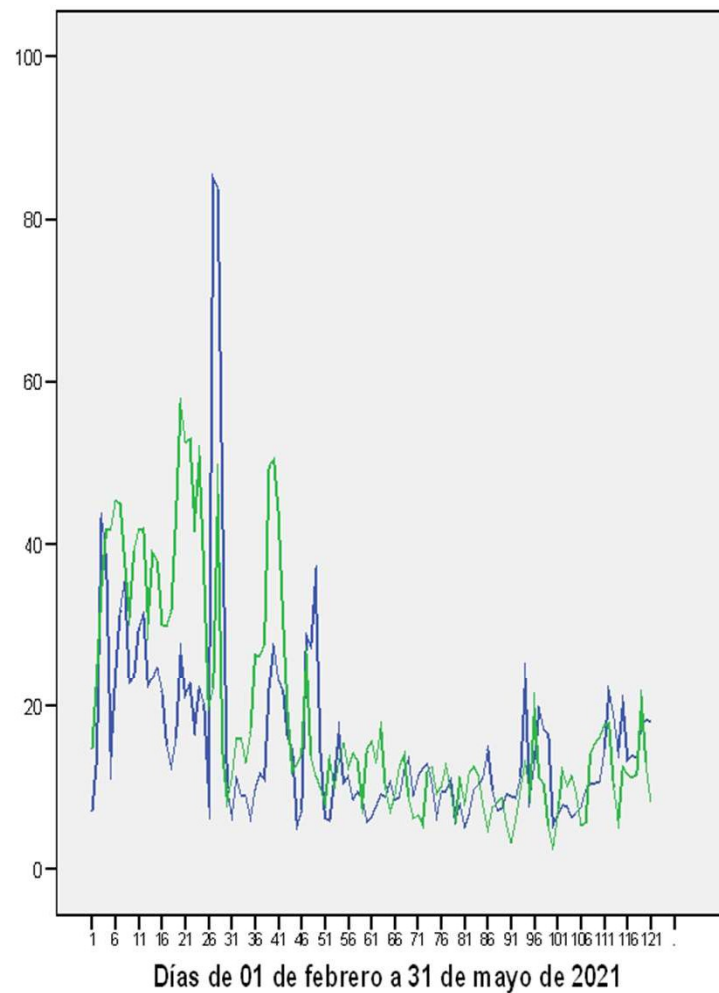
Influencia de las Variables Meteorológicas y de Contaminación Atmosférica en la incidencia y propagación de la enfermedad COVID-19 en Madrid



Los casos diagnosticados como positivos en COVID-19 se definen a partir de la prueba PCR con resultado positivo (CNE).

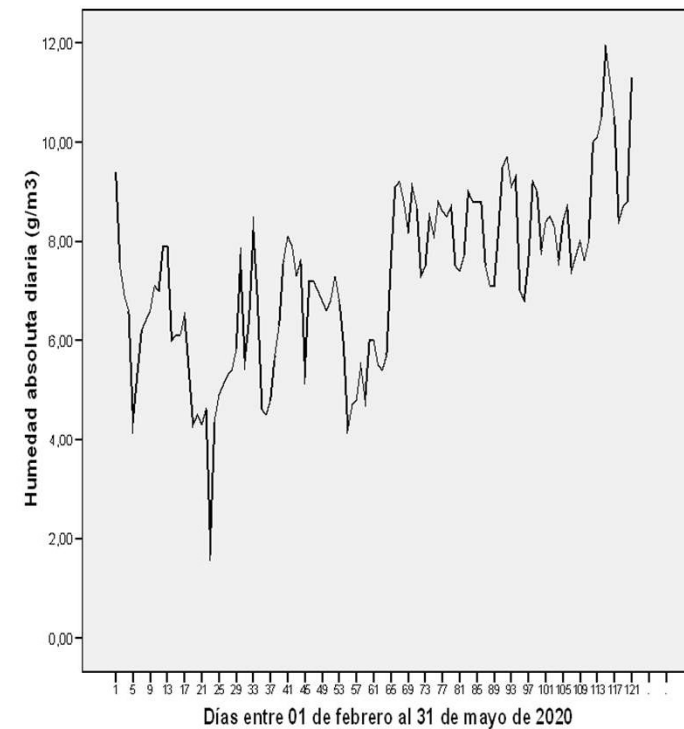
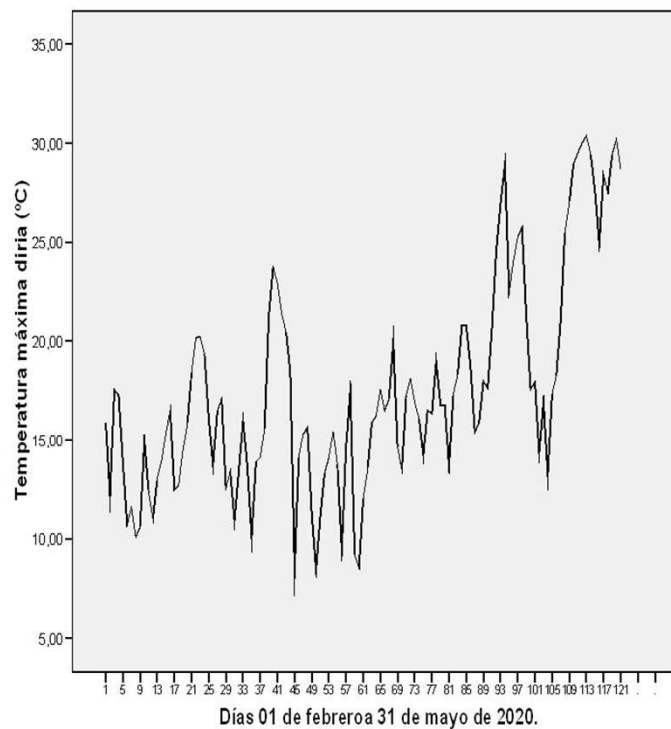
- **Tasa de incidencia** de COVID-19 por cada cien mil habitantes.
- **Tasa de ingresos hospitalarios urgentes** por COVID-19 por cada cien mil hab.
- **Tasa de ingresos hospitalarios UCI** por COVID-19 por cada millón habitantes.
- **Tasa de mortalidad** por COVID-19 por cada millón de habitantes.

Influencia de las Variables Meteorológicas y de Contaminación Atmosférica en la incidencia y propagación de la enfermedad COVID-19 en Madrid



— PM10 (micg/m3)
— NO2 (micg/m3)

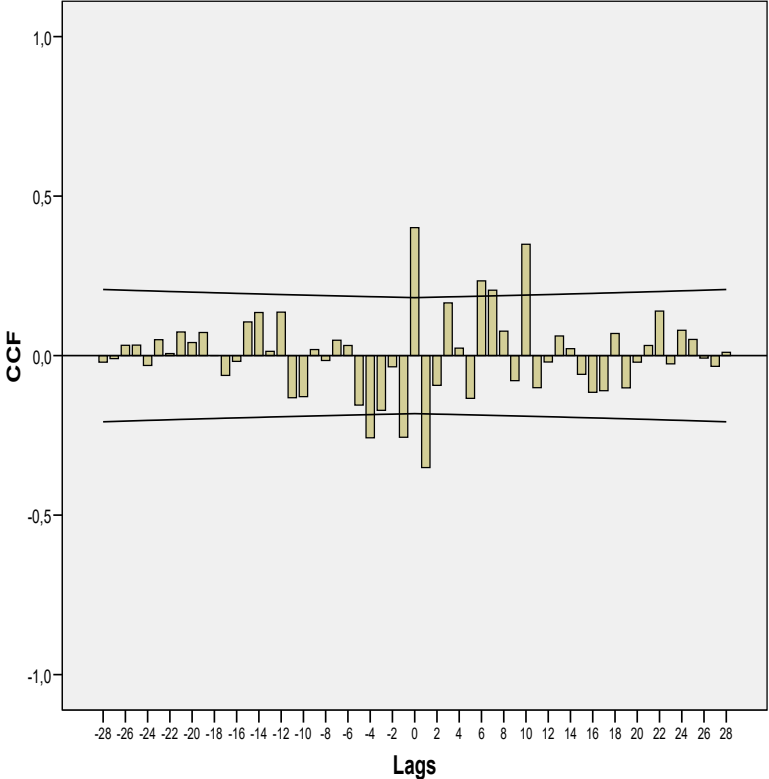
Los **datos de contaminación atmosférica química** los constituyen los valores medios diarios de las concentraciones de las estaciones ubicadas en las diferentes provincias analizadas. Estos datos han sido proporcionados por **MITECO**.



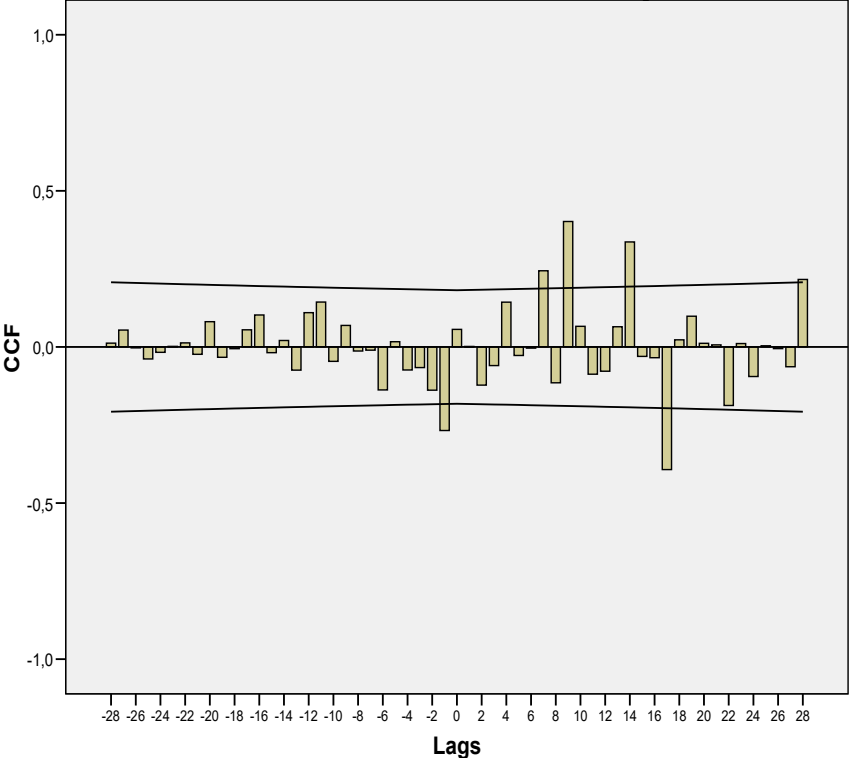
Estos valores constituyen el valor medio de las observaciones correspondientes a las **estaciones de AEMET**

Influencia de las Variables Meteorológicas y de Contaminación Atmosférica en la incidencia y propagación de la enfermedad COVID-19 en Madrid

Incidence rate VS Hospital Admissions rate



Intensive Care Unit Admission rate Vs Mortality rate



Influencia de las Variables Meteorológicas y de Contaminación Atmosférica en la incidencia y propagación de la enfermedad COVID-19 en Madrid

VALORES DIARIOS: EFECTO A CORTO PLAZO DE CONTAMINANTES Y VARIABLES METEOROLÓGICAS (LAGS)
COMUNIDAD DE MADRID (FEBRERO – MAYO 2020)

	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	Tmax (°C)	Humedad Abs. (g/m ³)	RESULTADOS M.MULTIVARIADOS
TASA INCIDENCIA	12	0,14,21	(-) 7,14	(-)7,16,18,23	NO ₂ (0,14) RR: 1,22 (1,01 1,41) (-)Tmax (14) RR: 1,05 (1,02 1,07) (-)HA (18,23) RR: 1,19 (1,16 1,22)
		*	(-) 14,16,18,23		
TASA INGRESOS	20	5,19	(-)7,14,27	(-)4,16,20,25,29	PM ₁₀ (18) RR: 1,07 (1,05 1,12) (-)Tmax (7,14) RR: 1,14 (1,10 1,17) (-)HA (16,20) RR: 1,23 (1,20 1,27)
		*	(-)7,14,16,20		
TASA ING. UCI	14,19	0,21,28	(-)11	(-)15,21,23	NO ₂ (21,28) RR: 1,27 (1,05 1,48) (-)HA (15,21) RR: 1,20 (1,00 1,39)
		*	(-)11,15,21		
TASA DEFUNCIONES	21	No se detecta	No se detecta	No se detecta	No se detecta efecto

*efecto del NO2 predominante

Influencia de las Variables Meteorológicas y de Contaminación Atmosférica en la incidencia y propagación de la enfermedad COVID-19 en Madrid

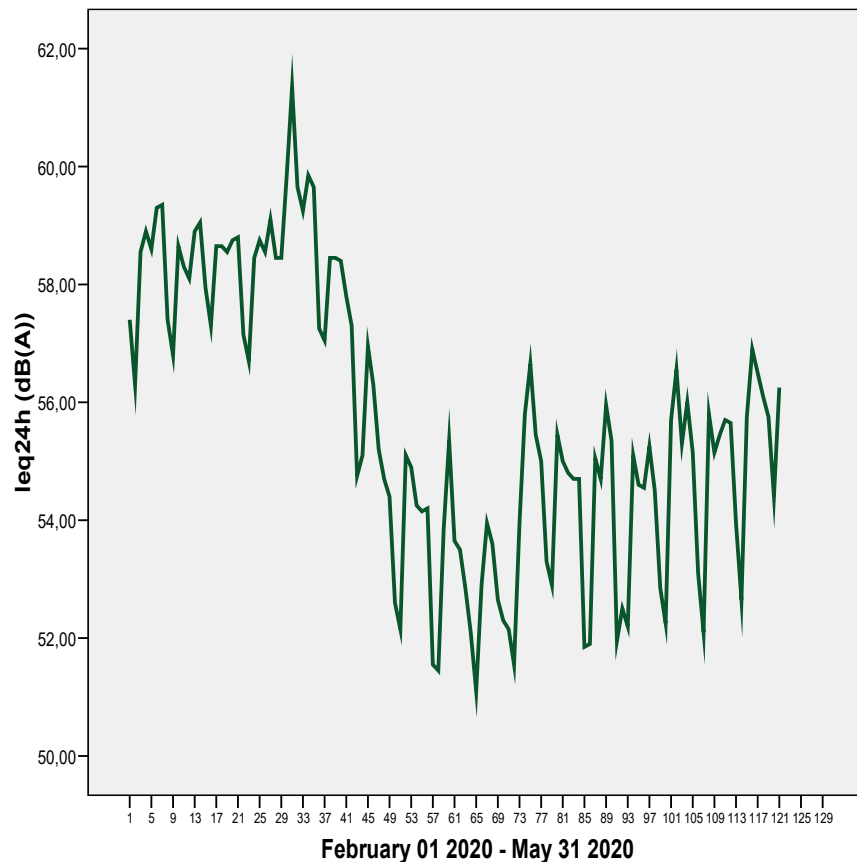
VALORES MEDIOS (0-14 días): EFECTO A CORTO PLAZO DE CONTAMINANTES Y VARIABLES METEOROLÓGICAS (LAGS) COMUNIDAD DE MADRID (FEBRERO – MAYO 2020)

	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	Tmax (°C)	Humedad Abs. (g/m ³)	RESULTADOS M.MULTIVARIADOS
TASA INCIDENCIA	11	13	(-)23	(-)14	NO ₂ (13) RR: 1,45 (1,14 1,76) (-)HA (14) RR: 1,37 (1,16 1,58)
	11,13			*	
TASA INGRESOS	14 ^α	28	7,20	4,20,29	NO ₂ (28) RR: 1,59 (1,09 2,10) (-)HA (4,20,29) RR: 3,12 (2,09 4,14)
	*			*	
TASA ING. UCI	20	21,28	21	20	NO ₂ (21,28) RR: 2,62 (1,16 4,11)
	*			7,20	
TASA DEFUNCIONES	21	28	No se detecta	No se detecta	No se detecta efecto
	*				

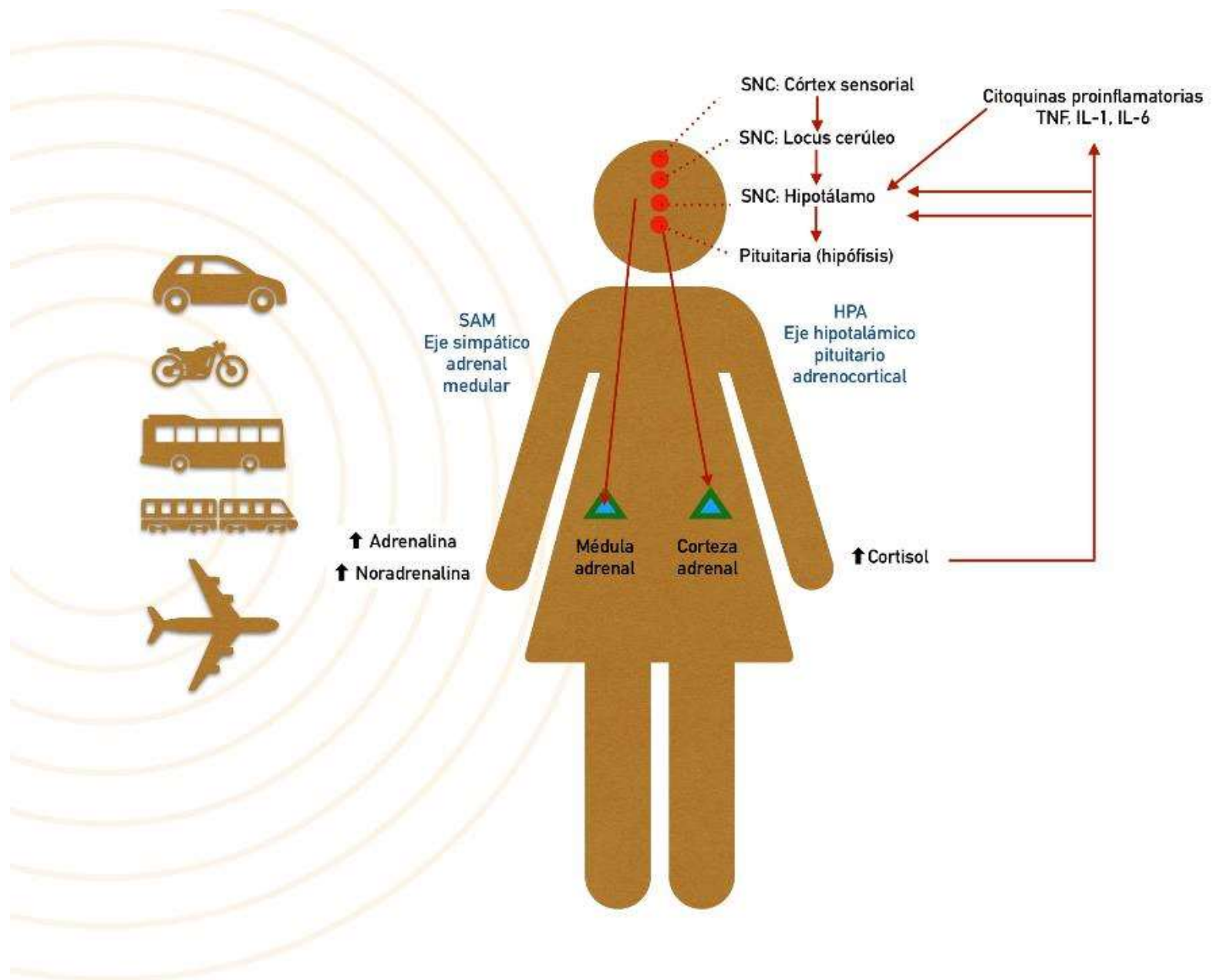
^αLímite p<0.05

*efecto del NO2 predominante

¿Influye la exposición a ruido ambiental en la incidencia y gravedad de la COVID-19?



- Los **datos de ruido** se refieren a los valores promedio en 24 h (Leq24h) en dB(A) obtenidos a partir de la información obtenida de dos fuentes :
 - La **red de monitorizado de ruido del Ayuntamiento de Madrid**, compuesta por un total de 30 estaciones operativas.
 - La **red de monitorizado de ruido de la Agencia Española de Navegación Aérea (AENA)**, compuesta por un total de 22 estaciones distribuidas por diferentes municipios de la Comunidad de Madrid.
 - Cada elemento de la serie de datos consiste en el promedio aritmético de los indicadores obtenidos para las 52 estaciones de monitorizado, quedando caracterizado el ruido total, sin separación de fuentes sonoras.



¿Influye la exposición a ruido ambiental en la incidencia y gravedad de la COVID-19?

	DAILY VALUES	AVERAGED VALUES (0-14 DAYS)
Incidence rate	Leq24 (7) RR: 1.24 (1.18 1.30) Leq24 (10) RR: 1.07 (1.03 1.13)	Leq24 (7) RR: 1.29 (1.11 1.50) PM ₁₀ (11) RR: 1.33 (1.03 1.73) NO ₂ (13) RR: 1,45 (1,14 1,76)
Accumulate incidence average in 14 days	Leq24 (17) RR: 1.01 (1.00 1.02) PM ₁₀ (25) RR: 1.01 (1.00 1.01) PM ₁₀ (28) RR: 1.01 (1.00 1.01)	Leq24 (11) RR: 1.28 (1.20 1.36) PM ₁₀ (15) RR: 1.09 (1.06 1.12)
Hospital Admissions rate	Leq24 (17) RR: 1.07 (1.00 1.02) NO ₂ (5) RR: 1.12 (1.01 1.24)	Leq24 (12) RR: 1.22 (1.01 1.48) PM ₁₀ (14) RR: 1.56 (1.06 2.20)
Intensive Care Unit Admissions rate	Leq24 (22) RR: 1.13 (1.04 1.22) NO ₂ (28) RR: 1.12 (1.02 1.22)	Leq24 (12) RR: 1.73 (1.38 2.19) NO ₂ (21) RR: 1.43 (1.08 1.89)

¿Influyen las intrusiones del polvo del Sahara en la incidencia y gravedad de la COVID-19 en España?

✓ *Tasa de incidencia de COVID-19 por cada millón hab.*

✓ *Tasa de ingresos hospitalarios urgentes por COVID-19 por cada millón hab.*



Datos meteorológicos (AEMET):

✓ **Valores diarios de temperatura máxima (°C)**

✓ **Humedad absoluta media diaria (g/m³)**

Datos de contaminación atmosférica química (MITECO):

✓ **Valores medios diarios de las concentraciones de PM₁₀ y NO₂ (µg/m³) obtenidos como media de los valores medidos en las estaciones ubicadas en las diferentes provincias analizadas.**

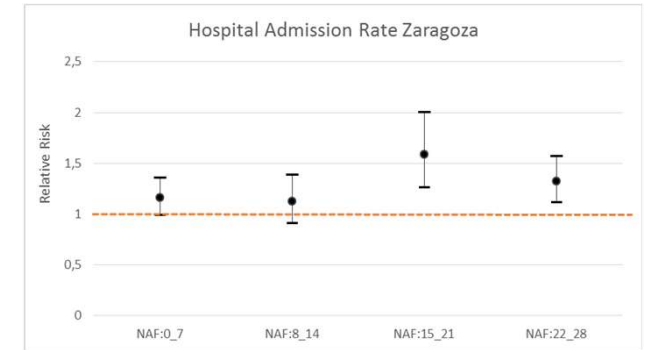
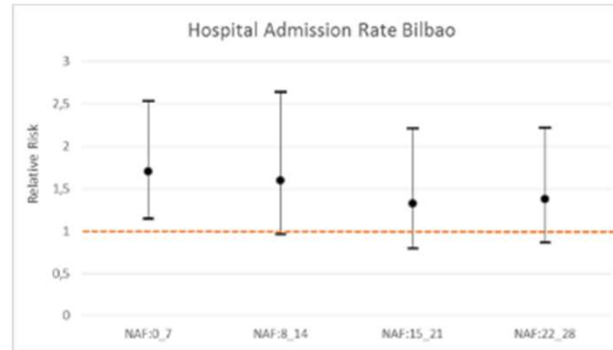
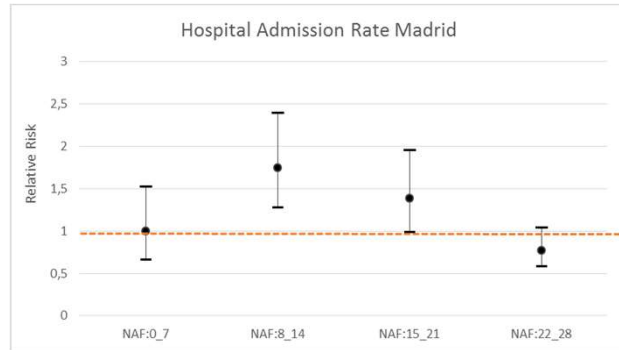
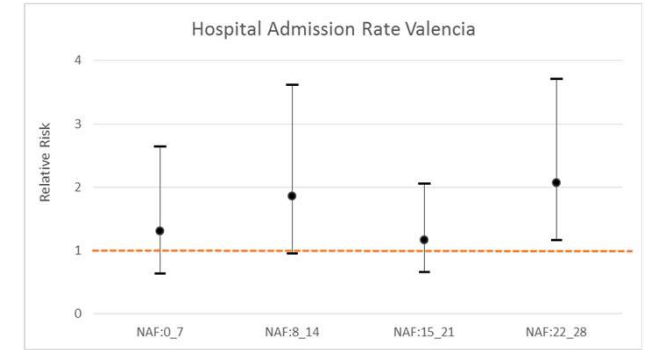
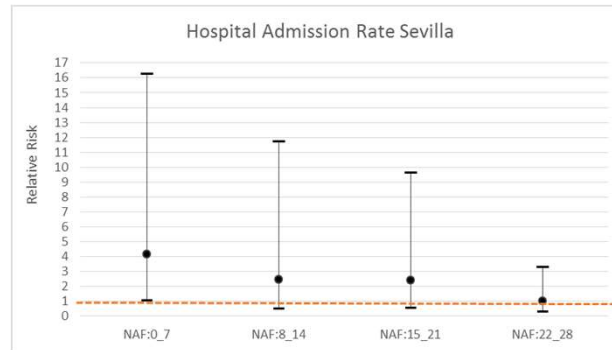
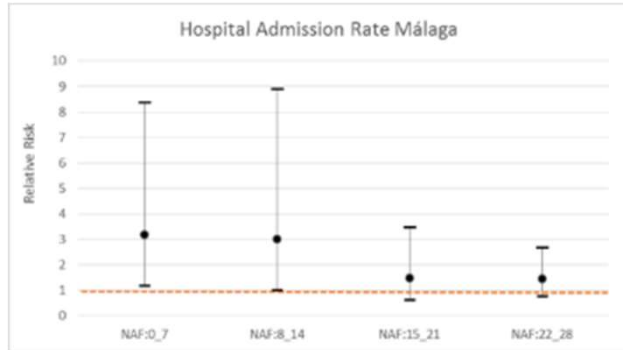
La clasificación de los días con intrusión de polvo del Sahara se ha determinado a partir de la información suministrada por el MITECO. Según la metodología del MITECO, España se divide en **nueve áreas** denominadas: North, North-East, North-West, Centre, South-East, South-West, East, Canary Islands y Balearic Islands

¿Influyen las intrusioniones del polvo del Sahara en la incidencia y gravedad de la COVID-19 en España?

- Estudios toxicológicos muestran que elementos presentes en el polvo de Sáhara (Sílice, Al y otros) causan inflamación de bronquios y pulmones debido a la hiperproducción de citoquinas presente en la mayoría de pacientes afectados gravemente por Covid-19.
- La entrada de polvo de Sahara podría ser un factor coadyuvante de este proceso biológico.



¿Influyen las intrusiones del polvo del Sahara en la incidencia y gravedad de la COVID-19 en España?



Riesgos Relativos obtenidos para la Tasa de Ingresos hospitalarios de Covid-19 para los diferentes lags correspondientes a la intrusión de polvo sahariano

NAF:0_7, corresponde al valor medio de los 7 primeros días de advección de polvo del Sahara. NAF:8_14, corresponde al valor medio del intervalo de 8 a 14 días después de la advección de polvo del Sahara. NAF:15_21 corresponde al valor medio del intervalo de 15 a 21 días después

Conclusiones

- Los factores ambientales analizados influyen en la transmisión y gravedad de la COVID-19 pero en menor magnitud que las medidas de salud pública.
- **Var. Meteorológicas**: No hay consenso. Temperaturas y humedades altas parecen atenuar la transmisión.
- **Cont. Atmosferica**: Los resultados apuntan a que su papel agrava la enfermedad y aumenta la incidencia. Dudas respecto a la hipótesis del transporte aéreo.

- Temperaturas y humedades altas se asocian con menor incidencia y gravedad de la enfermedad en el periodo de estudio, siendo especialmente importante el papel de la HA en Madrid.
- Tanto las concentraciones de PM_{10} como las de NO_2 influyen en la incidencia y en la gravedad de la enfermedad, siendo especialmente importante el papel del NO_2 , en especial en las concentraciones promedio (0 a 14 días) frente a los valores diarios en Madrid.

Conclusiones

- Los niveles de ruido Leq24h se asocian de forma estadísticamente significativa ($p < 0,05$) con todas las variables de Covid-19 analizadas excepto con la mortalidad diaria.
- Es el único contaminante atmosférico que presenta ese comportamiento.
- Intrusiones de polvo sahariano representan un riesgo adicional frente a las situaciones sin este fenómeno.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

clinares@isciii.es

j.diaz@isciii.es



[@ensgismau](https://twitter.com/ensgismau)

