

# Influencia de las variables ambientales

en la transmisión del COVID-19

¿Las variables ambientales son un factor clave en la transmisión del SARS-CoV-2 en Colombia?

---

## Siglas

PM<sub>2.5</sub>: material particulado menor a 2.5 micras de diámetro

ICA: Índice de calidad del aire

GAM: modelo aditivo generalizado

RR: riesgo relativo

IC 95%: intervalo de confianza del 95%

# Influencia de las variables ambientales

en la transmisión del COVID-19

Rosanna Camerano-Ruiz

## Resumen

La contaminación del aire se ha catalogado como el factor de riesgo ambiental más importante, especialmente aquella generada por el material particulado menor a  $2.5$  micras de diámetro ( $PM_{2.5}$ ). Son muchos los efectos negativos descritos en la salud de todas las personas – directos e indirectos –, por lo tanto, genera especial interés conocer de qué manera puede influir en la transmisión del COVID-19. Esta sección explora la asociación entre la exposición acumulada por  $PM_{2.5}$  y dos desenlaces: el conteo de casos y muertes diarias en cuatro ciudades colombianas, en donde esta exposición parece ser una variable predictora en el aumento de casos, pero no en la mortalidad. Es clave continuar desarrollando investigaciones que estudien más a fondo el papel que cumplen las variables ambientales en el desarrollo de la pandemia sin ignorar que la contaminación del aire es una amenaza latente contra la salud y que debe ser intervenida de forma prioritaria.

La transmisión aérea del virus SARS-CoV-2 se encuentra mediada por la interacción entre la exposición a fluidos respiratorios que contienen el virus, que se producen al estornudar, toser o hablar, y la influencia de factores atmosféricos, como la humedad y la temperatura, los cuales crean un ambiente favorable para la supervivencia del virus (1,2). Si bien las condiciones climáticas, meteorológicas y ambientales no son los principales factores que favorecen la pandemia de COVID-19, muchos de los virus que causan infecciones respiratorias agudas tienen comportamientos estacionales y se propagan con mayor facilidad cuando las condiciones del clima y el tiempo son favorables (3,4).

Asimismo, la contaminación del aire puede tener efectos directos sobre la transmisión del virus, permitiendo que los virus y las partículas que los contienen puedan permanecer un mayor tiempo suspendidos en el aire (2), así como efectos indirectos al generar mayor susceptibilidad en algunos individuos. El  $PM_{2.5}$  es un indicador indirecto común de la contaminación del aire y es considerado uno de los principales factores de riesgo para la salud ambiental (5). El  $PM_{2.5}$  causa varios millones de muertes al año en todo el mundo y desencadena reacciones inflamatorias a nivel respiratorio y cardiovascular, que hacen más susceptibles a algunas personas de contraer infecciones respiratorias con distintos niveles de severidad (6). El objetivo de esta sección es explorar si factores como la calidad del aire, la temperatura y la humedad influyen en la transmisión del SARS-CoV-2 en Colombia.

## ¿Cómo se desarrolla esta sección?

Un estudio ecológico aplica un modelo aditivo generalizado para explorar la asociación entre la contaminación del aire por  $PM_{2.5}$ , las variables meteorológicas de temperatura y humedad relativa y dos desenlaces en salud: los casos y las muertes diarias por COVID-19 en cuatro ciudades colombianas (Villavicencio, Bucaramanga, Barranquilla y Bogotá), las cuales fueron seleccionadas con base en los resultados del estudio de seroprevalencia del Instituto Nacional de Salud (7).

La investigación incluye un modelo para cada ciudad, analizando por separado los dos eventos de interés; adicionalmente, se aplica un ajuste de rezago de 0 – 15 días con el fin de evaluar el efecto acumulado de la exposición en días previos a la ocurrencia del evento y se incluyen los datos de movilidad como variable de control. El periodo de observación es del 27 de abril de 2020, fecha en la que iniciaron las primeras flexibilizaciones de las restricciones de movilidad, hasta el 28 de febrero de 2021.

## Comportamiento del COVID-19 en las ciudades seleccionadas

Desde el 27 de abril de 2020 hasta el 28 de febrero de 2021 se confirmaron 812.436 casos y 18.737 muertes en las ciudades analizadas, siendo Bogotá la ciudad que presentó el mayor número de reportes. La tabla 1 resume la información de COVID-19 y de las variables ambientales de las ciudades seleccionadas.

Tabla 1. Características de las ciudades seleccionadas entre el 27 de abril de 2020 y el 28 de febrero de 2021

Ciudad	COVID-19			Ambiente				
	Casos acumulados <sup>1</sup>	Muertes acumuladas <sup>1</sup>	Proporción seropositiva ajustada (7)	Datos imputados (%) *	Número de estaciones	Valor promedio		
						PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Temperatura (°C)	Humedad
Villavicencio	32.228	700	0,34	7,5	1	22,6	25,23	74,07
Bucaramanga	39.434	1.423	0,32	8,4	2	16,06	23,9	80,05
Barranquilla	78.179	2.348	0,55	25,9	1	16,04	26,9	72,02
Bogotá	662.595	14.266	0,3	9,3	12	13,13	14,76	88,8

<sup>1</sup>Por fecha de inicio de síntomas

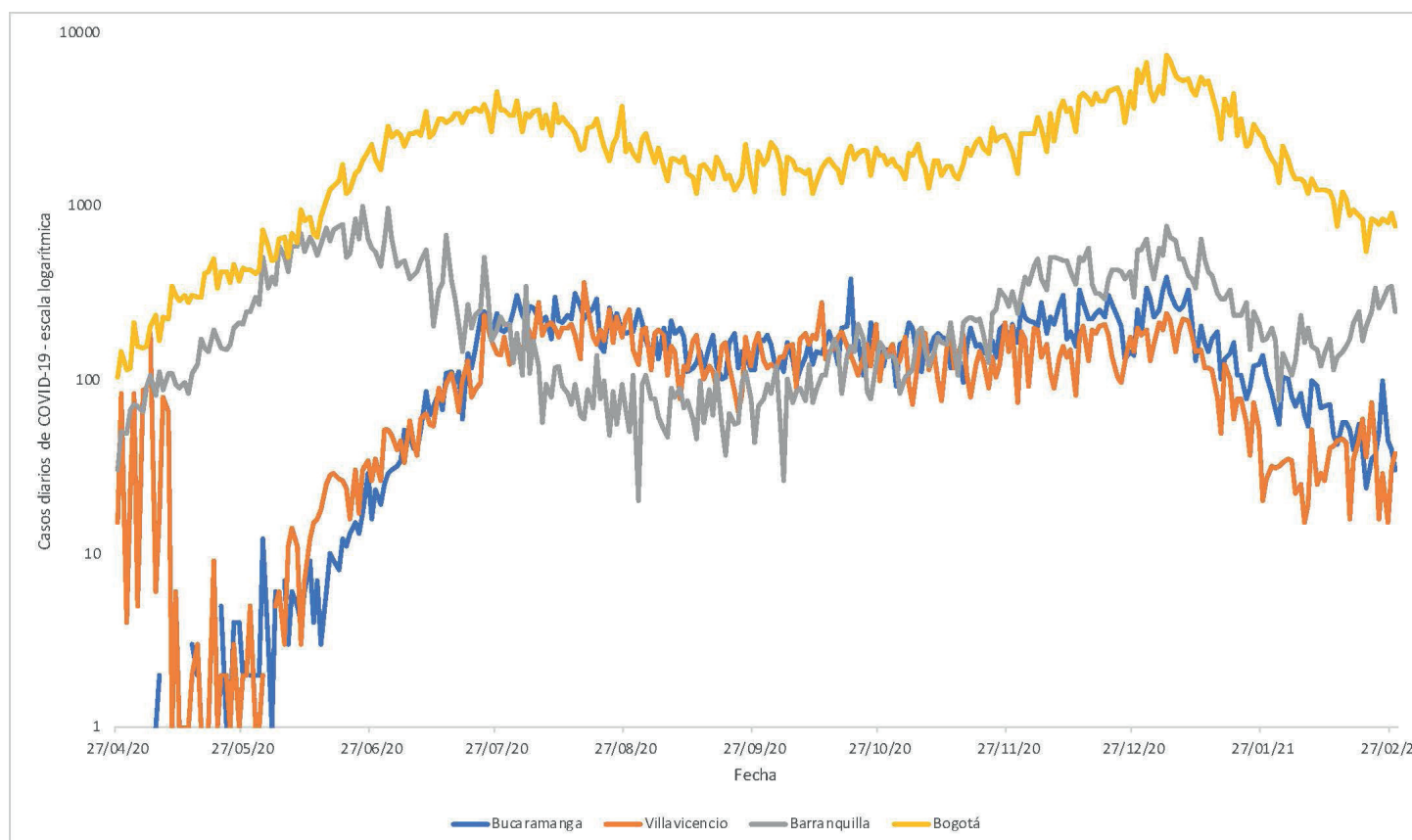
\* Hace referencia al porcentaje de valores imputados de PM<sub>2,5</sub>

Fuente: elaboración equipo ONS

Villavicencio fue la primera ciudad en presentar un pico de casos, desde antes de la flexibilización de las primeras medidas, luego de esto fueron Barranquilla, Bogotá y Bucaramanga. Entre agosto y noviembre de 2020, las cuatro ciudades mantuvieron un reporte

constante en el número de casos y entre diciembre y febrero se observa un segundo pico de casos en las cuatro ciudades. El gráfico 1 muestra las curvas de casos de COVID-19, en las cuatro ciudades, en escala logarítmica.

Gráfico 1. Casos de COVID-19 (en escala logarítmica) entre el 27 de abril de 2020 y el 28 de febrero de 2021

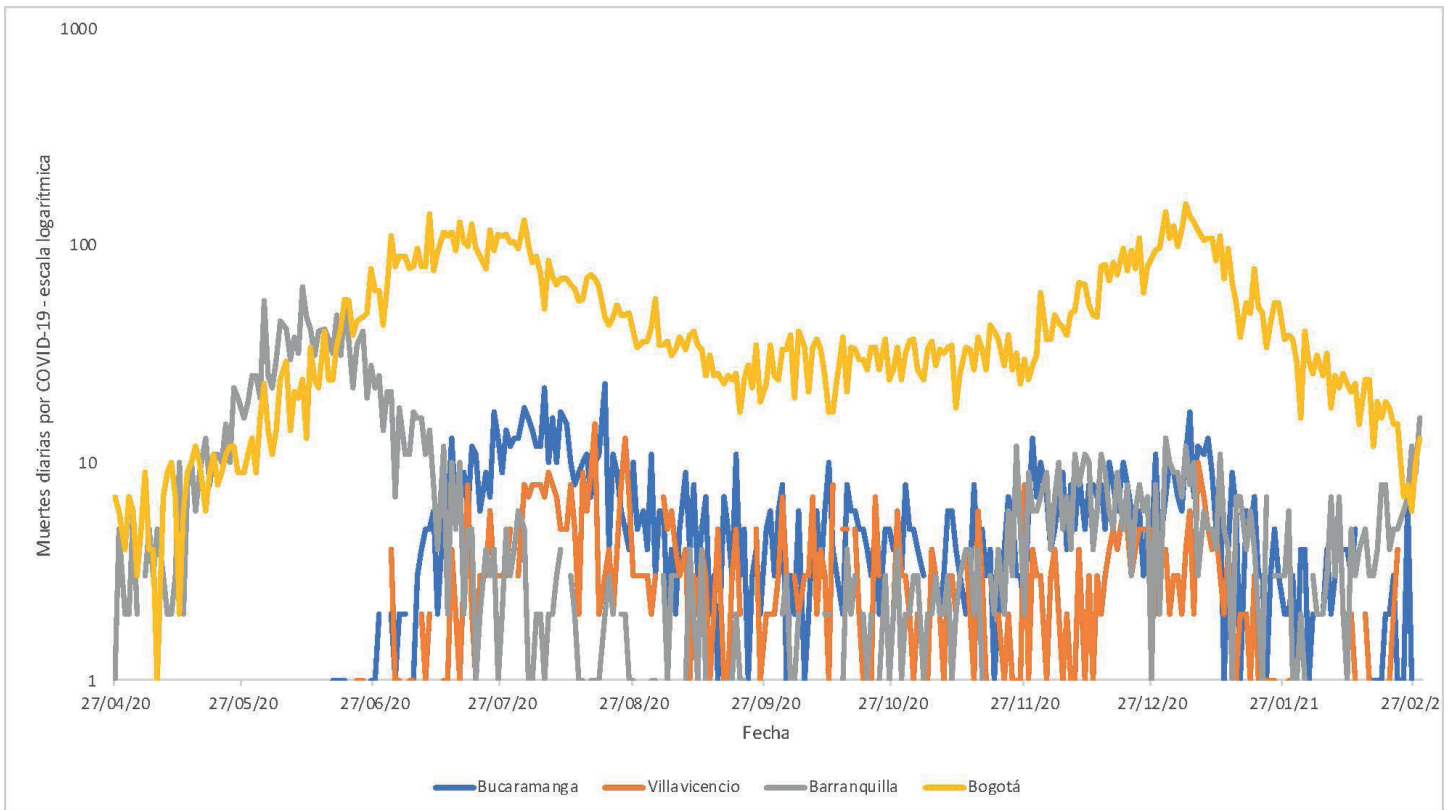


Fuente: elaboración equipo ONS

El primer pico de muertes se dio en Barranquilla entre junio y julio de 2020, luego en Bogotá, Bucaramanga y Villavicencio. Hacia finales del 2020 se observó un

segundo pico de muertes en las cuatro ciudades. El gráfico 2 muestra las curvas de muertes por COVID-19, en escala logarítmica, en las cuatro ciudades.

Gráfico 2 Muertes por COVID-19 (en escala logarítmica) entre el 27 de abril de 2020 y el 28 de febrero de 2021



Fuente: elaboración equipo ONS

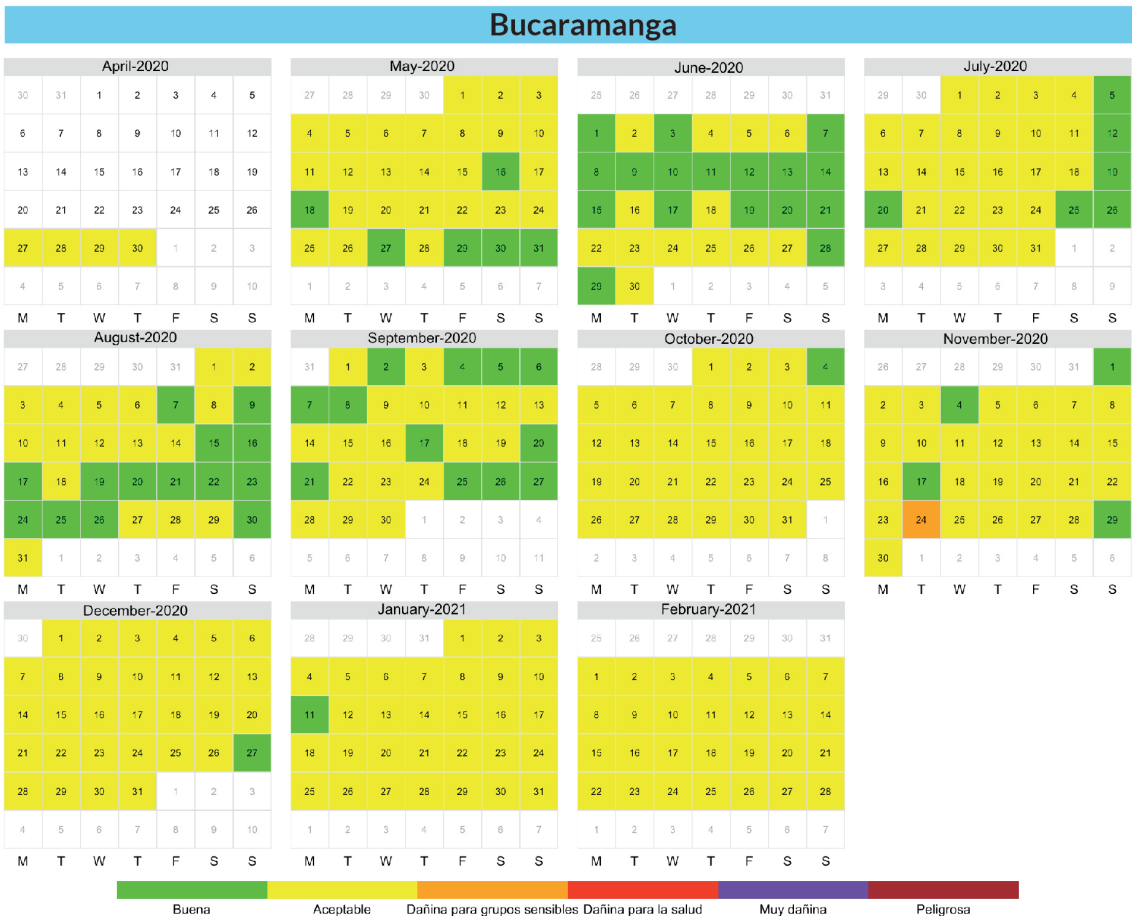
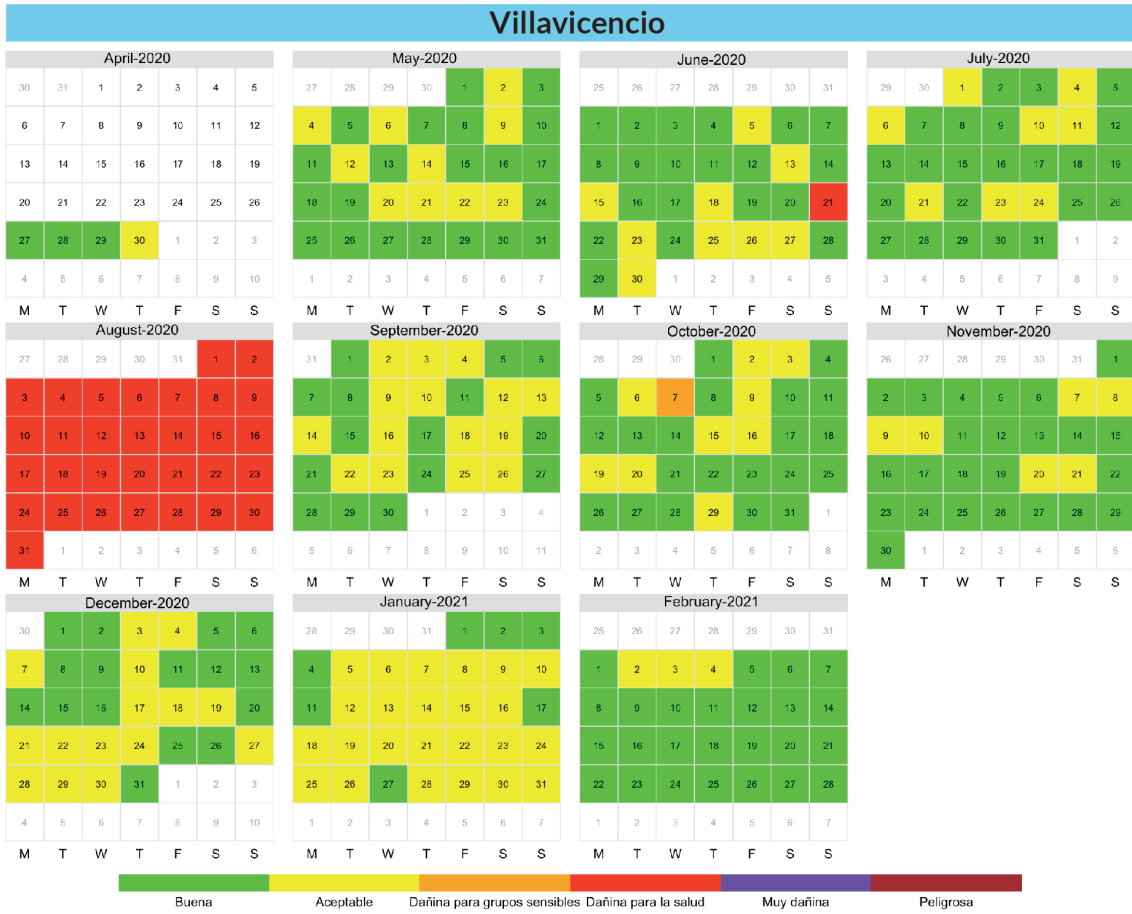
### Lo que representan las concentraciones $PM_{2.5}$ en el aire para la salud

Las concentraciones diarias de  $PM_{2.5}$  en las cuatro ciudades se analizan con base en el Índice de calidad del aire (ICA) (Gráfico 3), que es una escala adimensional que contrasta las concentraciones del contaminante con el riesgo para la salud humana (8). Se puede observar que en Villavicencio predomina la categoría “buena” para la salud, sin embargo, en el mes de agosto las concentraciones de  $PM_{2.5}$  muestran un nivel de alerta roja, probablemente explicado por la llegada de la nube de polvo del Sahara, un fenómeno natural que ocurre entre junio y agosto. Cabe aclarar que este

fenómeno impacta principalmente sobre los niveles de  $PM_{10}$  y al haber estimado los valores de  $PM_{2.5}$  a partir de  $PM_{10}$ , estos pueden haberse sobreestimado. En Barranquilla predomina la categoría “aceptable” con algunos días en alerta naranja y roja entre mayo y julio.

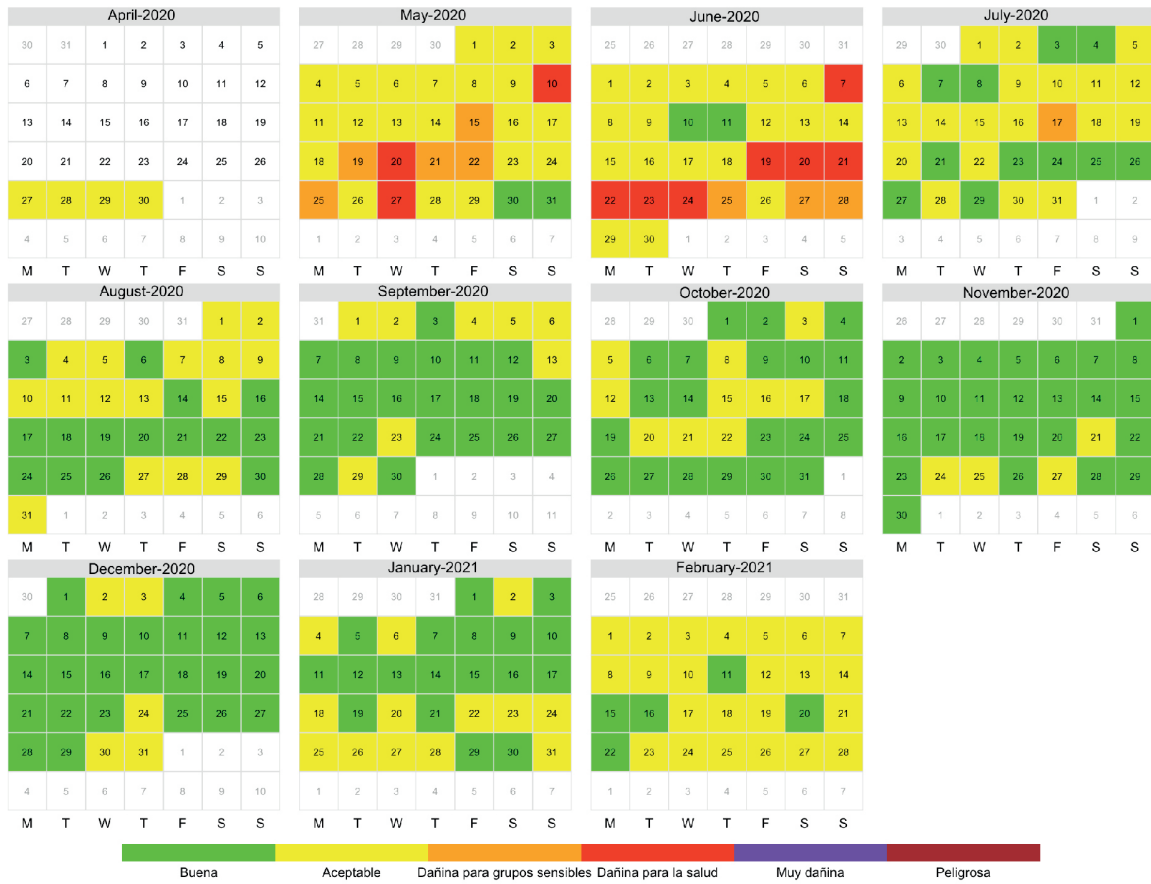
Bucaramanga tiene un predominio de la categoría “aceptable” y al igual que en Villavicencio debe tenerse en cuenta que los promedios de concentración diaria de  $PM_{2.5}$  también se obtuvieron a partir de  $PM_{10}$ . Finalmente, se observa que en Bogotá entre mayo y septiembre predomina la categoría “buena” y entre octubre y febrero la categoría “aceptable”.

Gráfico 3 Variación de concentraciones diarias de PM2.5 con base en el ICA de las ciudades analizadas

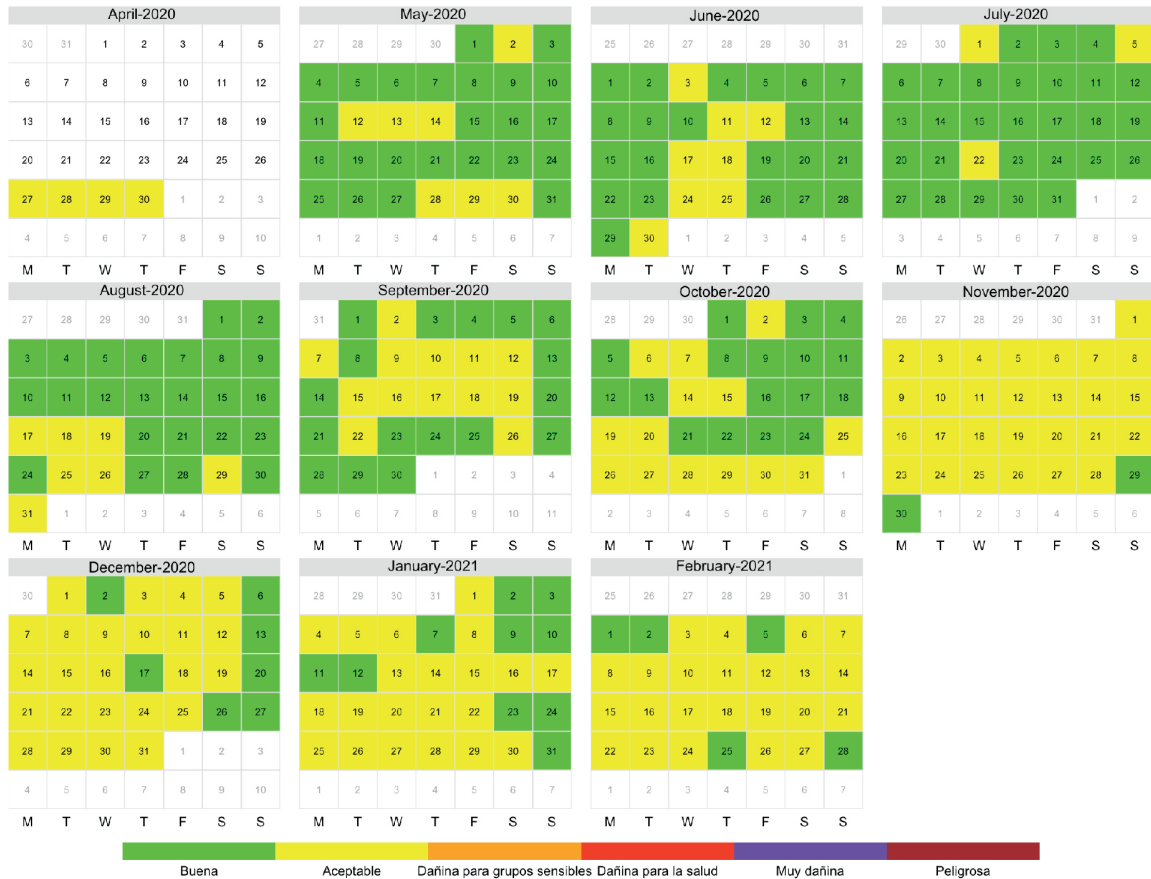


(Gráfico 3 continúa en la siguiente página)

# Barranquilla



# Bogotá



## ¿Cuál es el efecto de la exposición a PM<sub>2.5</sub> en los casos y muertes por COVID-19?

La medición del efecto de la exposición acumulada de un aumento de 10 µg/m<sup>3</sup> en la concentración de PM<sub>2.5</sub> en los 15 días previos al desenlace, muestra que existe una asociación con el aumento en los recuentos diarios de casos confirmados de COVID-19 en Villavicencio con un riesgo relativo (RR) de 3,2 (IC 95% 2,17 – 4,71), quiere decir que el riesgo de ser COVID-19 positivo aumenta 3,2 veces debido a la exposición y en Bogotá con un

RR de 1,3 (IC 95% 1,22 – 1,37), el riesgo aumenta 1,3 veces; en Bucaramanga y Barranquilla esta asociación no es significativa. Respecto a las muertes, no se encuentra una asociación entre la exposición previa a concentraciones de PM<sub>2.5</sub> y el aumento en el recuento diario de muertes confirmadas. La tabla 2 muestra los riesgos relativos para casos y muertes de cada ciudad, que se encuentran ajustados por las variables de temperatura media diaria, humedad relativa diaria y las categorías de movilidad (desplazamiento a lugares de trabajo y a estaciones de transporte público).

Tabla 2 Efecto acumulado de un aumento de 10 unidades de PM<sub>2.5</sub> con un retraso de 0-15 días en los casos y muertes por COVID-19

Ciudad	Casos		Muertes	
	Riesgo Relativo	IC 95%	Riesgo Relativo	IC 95%
Villavicencio	3,2	2,17 – 4,71	0,84	0,50 – 1,41
Bucaramanga	1,17	0,92 – 1,49	0,84	0,27 – 2,67
Barranquilla	0,95	0,76 – 1,20	0,3	0,098 – 0,92
Bogotá	1,3	1,22 – 1,37	0,97	0,55 – 1,72

Fuente: elaboración equipo ONS

## ¿Qué aporta esta investigación?

El modelo de análisis propuesto y los resultados descritos sugieren que la exposición a PM<sub>2.5</sub> y a las variables ambientales tienen un efecto sobre el aumento de casos de COVID-19 en Bogotá y Villavicencio. Si bien, no se identifica un efecto directo en la mortalidad en ninguna de las cuatro ciudades; estos hallazgos son similares a los encontrados en un estudio llevado a cabo en ciudades mexicanas donde el incremento en las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> fueron un predictor del aumento de casos, pero no de la mortalidad (9).

Por otro lado, un estudio ecológico que evaluó la asociación entre la exposición crónica a PM<sub>2.5</sub> y la mortalidad por COVID-19 en municipios colombianos no encontró evidencia de asociación entre estas dos variables. Sin embargo, se destacó que variables como la demografía y la capacidad del sistema de salud sí tuvieron un efecto sobre la mortalidad (10). En este sentido, cabe resaltar que, al tratarse de un virus nuevo, factores como la susceptibilidad de la población, la implementación de medidas no farmacológicas y los cambios en la movilidad en lugares públicos, pudieron tener una influencia más clara sobre el comportamiento de la transmisión (11,12).

Si bien es necesario que se realicen investigaciones que exploren más a fondo el papel de la contaminación del aire durante la pandemia de COVID-19, cabe mencionar que la contaminación de aire es el factor de riesgo ambiental que más muertes prematuras causa a nivel mundial (13) y que es conocido su efecto sobre algunas enfermedades crónicas que incrementan el riesgo de severidad de la infección por COVID-19 (14).

La contaminación del aire es una amenaza silenciosa a la que toda la población se encuentra expuesta, pero las poblaciones más vulnerables son las que cargan con la mayor afectación (15). Los resultados del ICA muestran que, en las cuatro ciudades analizadas, durante todo el periodo predominó un nivel de alerta que puede generar efectos negativos en salud, especialmente de aquellos grupos con mayor susceptibilidad como lo son niños, adultos mayores y personas con problemas respiratorios. Por lo tanto, exigir el derecho a respirar un aire limpio debe ser una prioridad en la que el refuerzo y cumplimiento de las políticas públicas, el uso de tecnologías más limpias y la participación ciudadana actúen en conjunto para garantizar la mejora de la calidad del aire.

## Los obstáculos en la implementación del modelo

Este análisis tiene limitaciones. Primera, la estimación de PM<sub>2.5</sub> a partir del PM<sub>10</sub> puede generar

una sobreestimación de los valores diarios del contaminante, además no se tienen en cuenta otros contaminantes del aire que posiblemente hayan podido influir en el desenlace. Segundo, el estado de la calidad y disponibilidad de datos de calidad del aire, especialmente de ciudades intermedias, continúan siendo un reto para realizar este tipo de análisis en nuestro país, además de las limitaciones propias de algunos monitoreos de contaminantes que se realizan de forma manual y no reflejan la variación de los contaminantes durante el día. Tercero, la naturaleza de los estudios ecológicos impide confirmar la causalidad de los eventos observados.

Finalmente, en este momento de la pandemia no es posible definir un comportamiento estacional de las tendencias de la transmisión del COVID-19, por lo tanto, el ajuste del modelo únicamente por variables ambientales revela algunas anomalías en la verificación de los supuestos; probablemente existan otras variables que estén influyendo en el desenlace y que no son aquí consideradas. Ahora bien, la aplicación del rezago en los dos eventos de interés logra ajustar mejor los resultados presentados.





## Referencias

1. Greenhalgh T, Jimenez JL, Prather KA, Tufekci Z, Fisman D, Schooley R. Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2. *The Lancet*. 2021 May;397(10285).
2. Contini D, Costabile F. Does Air Pollution Influence COVID-19 Outbreaks? *Atmosphere*. 2020 Apr 13;11(4).
3. Rodó X. ¿Influyen la meteorología, el clima y las condiciones ambientales en la propagación del nuevo coronavirus? [Internet]. 2020 [cited 2021 Feb 22]. Available from: <https://www.isglobal.org/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/do-weather-climate-and-environmental-conditions-influence-the-spread-of-the-novel-coronavirus-/5850804/0>
4. Poirier C, Luo W, Majumder MS, Liu D, Mandl KD, Mooring TA, et al. The role of environmental factors on transmission rates of the COVID-19 outbreak: an initial assessment in two spatial scales. *Scientific Reports*. 2020 Dec 12;10(1).
5. World Health Organization. Ambient (outdoor) air pollution [Internet]. 2021. Available from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
6. European Environment Agency. Air quality and COVID-19. 2021.
7. Instituto Nacional de Salud. Estudio Nacional de Seroprevalencia de SARS-CoV-2 - Reporte preliminar [Internet]. [cited 2021 Jun 11]. Available from: <https://www.ins.gov.co/estudio-nacional-de-seroprevalencia/reporte.html>
8. Instituto de Hidrología M y EA. Índice de calidad del aire ( ICA ). Formato Común Hoja Metodológica. *Ideam*. 2012;1-8.
9. Cabrera-Cano AA, Cruz-de la Cruz JC, Gloria-Alvarado AB, Álamo-Hernández U, Riojas-Rodríguez H. Asociación entre mortalidad por Covid-19 y contaminación atmosférica en ciudades mexicanas. *Salud Pública de México*. 2021 May 19;63(4).
10. Rodríguez-Villamizar LA, Belalcázar-Ceron LC, Fernández-Niño JA, Marín-Pineda DM, Rojas-Sánchez OA, Acuña-Merchán LA, et al. Air pollution, sociodemographic and health conditions effects on COVID-19 mortality in Colombia: An ecological study. *Science of The Total Environment*. 2021 Feb;756.
11. Yu X, Wong MS, Kwan MP, Nichol JE, Zhu R, Heo J, et al. COVID-19 Infection and Mortality: Association with PM2.5 Concentration and Population Density—An Exploratory Study. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2021 Mar 1;10(3).
12. Vasquez-Apestequi B v., Parras-Garrido E, Tapia V, Paz-Aparicio VM, Rojas JP, Sanchez-Ccoyllo OR, et al. Association between air pollution in Lima and the high incidence of COVID-19: findings from a post hoc analysis. *BMC Public Health*. 2021 Dec 16;21(1).
13. Organización Panamericana de la Salud. Calidad del Aire [Internet]. [cited 2021 Oct 18]. Available from: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>
14. Copat C, Cristaldi A, Fiore M, Grasso A, Zuccarello P, Signorelli SS, et al. The role of air pollution (PM and NO2) in COVID-19 spread and lethality: A systematic review. *Environmental Research*. 2020 Dec;191.
15. Heileman L. El derecho al aire limpio [Internet]. 2019. Available from: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/editorial/el-derecho-al-aire-limpio>