

# Estimación del número de muertes evitables por COVID-19 en relación con las medidas restrictivas adoptadas en América

José A. Cernuda-Martínez<sup>1\*</sup> y Andrea Fernández-García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Oviedo, Facultad de Enfermería de Gijón, Gijón; <sup>2</sup>Principado de Asturias, Servicio de Salud, Oviedo, España

## Resumen

**Introducción:** En América, Estados Unidos se vio particularmente afectado por la pandemia de COVID-19. **Objetivos:** Estimar cuántas muertes diarias por COVID-19 por 100 000 habitantes se hubiesen evitado si cada una de las cinco medidas restrictivas se hubiera implementado en el momento del diagnóstico, así como estimar un modelo de regresión lineal múltiple predictivo del número de muertes por 100 000 habitantes basado en las medidas adoptadas por los países. **Métodos:** Se realizó una regresión lineal simple entre los días transcurridos desde el primer caso diagnosticado de COVID-19 y la implantación de cada una de las cinco medidas restrictivas llevadas a cabo por los 27 países americanos estudiados y el número de muertes por COVID-19 por cada 100 000 habitantes. **Resultados:** Por cada día entre el primer caso reportado de COVID-19 y la adopción de medidas restrictivas, fallecieron entre 0.250 ( $p = 0.021$ ) y 0.600 ( $p = 0.001$ ) pacientes por cada 100 000 habitantes, dependiendo de la medida en cuestión. **Conclusiones:** La adopción de medidas restrictivas y la distancia social son necesarias para reducir el número de personas infectadas con COVID-19 y su mortalidad; además, la velocidad de su establecimiento es esencial para reducir el número de muertes.

**PALABRAS CLAVE:** COVID-19. Mortalidad. Salud pública.

## Estimation of the number of preventable COVID-19 deaths in relation to the restrictive measures adopted in America

## Abstract

**Introduction:** In America, the United States was particularly affected by the COVID-19 pandemic. **Objectives:** To estimate how many daily COVID-19 deaths per 100,000 population would have been avoided if each one of five restrictive measures had been implemented at the time of diagnosis and to estimate a multiple linear regression model predictive of the number of deaths per 100,000 population based on the measures adopted by the countries. **Methods:** A simple linear regression was performed between the days elapsed since the first COVID-19 diagnosed case and the implementation of each of the five restrictive measures by the 27 American countries studied and the number of COVID-19 deaths per 100,000 population. **Results:** For each day between the first COVID-19 reported case and the adoption of restrictive measures, between 0.250 ( $p = 0.021$ ) and 0.600 ( $p = 0.001$ ) patients per 100,000 population died, depending on the measure in question. **Conclusions:** Adoption of restrictive measures and social distancing are necessary for reducing the number of people infected with COVID-19 and their mortality. In addition, promptness of their establishment is essential in order to reduce the number of deaths.

**KEY WORDS:** COVID-19. Mortality. Public health.

### Correspondencia:

\*José A. Cernuda-Martínez

E-mail: jacernudam@gmail.com

0016-3813/© 2020 Academia Nacional de Medicina de México, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 30-08-2020

Fecha de aceptación: 01-10-2020

DOI: 10.24875/GMM.20000625

Gac Med Mex. 2021;157:234-239

Disponible en PubMed

[www.gacetamedicademexico.com](http://www.gacetamedicademexico.com)

## Introducción

En diciembre de 2019 surgió un nuevo coronavirus en Wuhan, China, que se ha convertido en un problema de salud mundial:<sup>1</sup> SARS-CoV-2, causante de COVID-19, perteneciente a la misma familia que SARS y el coronavirus del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV); todos ocasionan infecciones zoonóticas.<sup>2</sup>

América ha sido especialmente afectada por la pandemia de COVID-19. Ocho países (Ecuador, Brasil, Perú, Panamá, Chile, México, Canadá y Estados Unidos) están entre los 20 con mayor mortalidad por COVID-19 por cada 100 000 habitantes.<sup>3-9</sup> Actualmente no se dispone de tratamiento específico y, como si fuera poco, en América Latina se evidencian deficiencias en sus sistemas de salud y de infraestructura, especialmente en camas de unidades de cuidados intensivos y ventiladores mecánicos requeridos para el soporte de pacientes con infección severa, de modo que el riesgo de un aumento desbordado de muertes se encuentra latente.<sup>9-12</sup>

Lo anterior hace indispensables las intervenciones no farmacológicas para reducir la morbilidad y la mortalidad. Estas intervenciones han demostrado ser formas efectivas de responder al brote cuando se implementan tempranamente en la epidemia.<sup>13-15</sup> En China se llevaron a cabo tres importantes intervenciones no farmacológicas para controlar la propagación y reducir el tamaño del brote de COVID-19:<sup>10</sup>

- Primero, las prohibiciones de viajes entre ciudades y el establecimiento de un cordón sanitario en Wuhan y las ciudades circundantes de la provincia de Hubei.<sup>10,12,14</sup>
- En segundo lugar, medidas para mejorar la detección, el rastreo de contactos, la identificación, el diagnóstico, el aislamiento y la notificación de personas con sospecha de enfermedad y casos confirmados.<sup>10,15</sup>
- En tercer lugar, las restricciones de viajes y de contacto, que incluyeron limitar el contacto social individual, el uso de medidas de higiene personal y de protección, y el aumento de la distancia física entre los enfermos de COVID-19 y quienes no se han infectado.<sup>10,16</sup>

Los objetivos de este estudio fueron los siguientes:

- Estimar cuántos decesos diarios por cada 100 000 habitantes se podrían haber evitado si cada medida no farmacológica estudiada se hubiese tomado en el momento del diagnóstico del primer caso.

- Estimar un modelo de regresión lineal múltiple predictivo del número de fallecimientos por cada 100 000 habitantes a partir de las medidas llevadas a cabo por los países.

## Métodos

Se diseñó un estudio ecológico en julio de 2020 acerca de 27 países americanos. El criterio de inclusión fue el acceso a los datos de todas las medidas implantadas que conformaron el estudio. Se estableció como punto de partida la fecha del primer diagnóstico oficial de COVID-19<sup>17</sup> y se cuantificaron los días desde su acontecimiento hasta la implantación de cinco medidas, las cuales se consideraron variables independientes:<sup>17</sup>

- Días entre primer caso y cierre total de lugares de trabajo no esenciales.
- Días entre primer caso y prohibición de llegada de viajeros internacionales o cierre de fronteras.
- Días entre primer caso y prohibición de eventos públicos.
- Días entre primer caso y suspensión de enseñanza presencial.
- Días entre primer caso y prohibición de salir del domicilio.

Se obtuvo la tasa de fallecimientos por COVID-19 por cada 100 000 habitantes de cada uno de los 27 países a día 9 de julio de 2020<sup>18</sup> (variable dependiente), así como el número de camas hospitalarias y de médicos por cada 1000 habitantes.<sup>19</sup>

## Análisis estadístico

Se realizó una regresión lineal simple entre cada una de las variables independientes y la variable dependiente, para conocer el número de fallecimientos por 100 000 habitantes que se podrían haber evitado cada día si cada una de las medidas se hubiese llevado a cabo en el momento del diagnóstico del primer caso.

Se estimó un modelo predictivo de regresión lineal múltiple entre el número de fallecimientos por cada 100 000 habitantes (variable dependiente) y la variable independiente “días transcurridos desde el primer caso hasta la prohibición de salir del domicilio”. Este modelo se ajustó por las demás variables independientes mediante el método de selección del mejor modelo a partir de todas las ecuaciones. Para elegir el modelo finalista se empleó el criterio Cp de Mallows, seleccionando el que presentaba un valor más bajo.

Se consideró un nivel de significación de  $p < 0.05$  y un índice de confianza de 95 %. Para valorar externamente la fiabilidad del modelo se procedió a estudiar la pérdida de predicción mediante *shrinkage*, consistente en el cálculo de la diferencia entre el cuadrado del coeficiente de correlación múltiple del modelo estimado en el grupo de derivación ( $R^2$ ) y el cuadrado del coeficiente de correlación simple entre el valor predicho con el modelo estimado en el grupo de derivación y la variable dependiente Y, calculado en el grupo de validación ( $r^2$ ). Se asumió como aceptable una diferencia menor o igual a 0.1.

El análisis se realizó con el programa Stata 15.

## Resultados

La Tabla 1 muestra, en cada uno de los 27 países, la fecha en que tuvo lugar el primer diagnóstico oficial de COVID-19, los días transcurridos hasta la puesta en marcha de cada una de las cinco medidas restrictivas, el número de fallecimientos por COVID-19 por 100 000 habitantes y las camas hospitalarias y los medios disponibles por cada 1000 habitantes en los países estudiados.

La Tabla 2 muestra el coeficiente  $\beta$  obtenido tras la regresión lineal entre la variable independiente y cada una de las variables dependientes. Cada coeficiente  $\beta$  expresa el número de fallecimientos diarios por cada 100 000 habitantes que se habrían evitado si cada medida preventiva se hubiese adoptado el día del primer diagnóstico de COVID-19.

La Tabla 3 muestra las variables incluidas en el modelo predictivo, así como sus intervalos de confianza de 95 % y el valor  $p$ . El valor de la Cp de Mallows de este valor fue 2.03; el valor de la  $R^2$  ajustada fue 0.391 y el valor de la pérdida de predicción (diferencia entre  $R^2$  y  $r^2$  o *shrinkage*) fue  $-1.235 \times 10^{-8}$ .

## Discusión

El objetivo de este estudio fue estimar cuántos fallecimientos diarios por COVID-19 cada 100 000 habitantes se podrían haber evitado si cada una de las cinco medidas restrictivas se hubiese tomado en el momento del diagnóstico del primer caso. A tenor de los resultados de este estudio, la no adopción de cada una de estas medidas causaría un aumento de entre 0.250 y 0.600 fallecimientos por 100 000 habitantes/día por cada 24 horas de retraso en la instauración de estas desde el diagnóstico oficial del primer caso. Este número de fallecimientos evitables fue

estadísticamente significativo en cuatro de las cinco medidas implementadas.

El Colegio Imperial del Reino Unido mostró que una combinación de aislamiento de casos y cuarentena voluntaria durante tres meses podría prevenir 31 % de las muertes, en comparación con una epidemia sin ninguna medida de control. Agregar el distanciamiento social de las personas de 70 años o más durante cuatro meses aumentaría la proporción de muertes evitadas a 49 %. Se consideró que la combinación de aislamiento de casos, cuarentena doméstica, distanciamiento social de toda la población y cierres de escuelas y universidades es la combinación más efectiva para reducir el número de reproducción a un valor cercano a uno.<sup>20</sup> Aunque las medidas de prevención y control más exhaustivas y estrictas son más efectivas para la contención de COVID-19, en algún momento el efecto incremental de agregar otra medida restrictiva es solo mínimo y debe contrastarse con los efectos negativos colaterales, como las consecuencias sociales y económicas para las comunidades que han estado sujetas a las medidas por períodos prolongados, lo que también podrían conducir a un aumento de la carga sobre la salud en general.<sup>21</sup>

Asumiendo que las medidas estrictas de distanciamiento y confinamiento contribuyen al descenso del número de casos y, en consecuencia, de fallecimientos, los siguientes pasos estarán dirigidos a cómo desescalar las medidas restrictivas impuestas. Si debido a los enormes costes sociales y económicos del confinamiento se finalizase prematuramente la cuarentena, se volvería al escenario de inicio donde la epidemia se extiende de nuevo y exponencialmente.<sup>15</sup> El modelo desarrollado por Prem<sup>15</sup> sugiere que el levantamiento repentino de las intervenciones podría conducir a un pico secundario más temprano, que podría evitarse relajando las intervenciones gradualmente. En este sentido, Colburn<sup>22</sup> sugiere que para prevenir la sobrecarga del sistema de salud, la realización de pruebas, el rastreo de contactos y la cuarentena de casos sospechosos podrían ser las estrategias principales después de la relajación de las intervenciones no farmacológicas de distanciamiento social drástico. Colburn<sup>22</sup> sugiere la incorporación de estas estrategias en modelos que permitan que los países tengan una mayor capacidad de realización de pruebas, para decidir si dichas políticas pudieran tener éxito en la supresión de la propagación de COVID-19 en una determinada nación.

**Tabla 1. Primer diagnóstico oficial de COVID-19, tiempo hasta la puesta en marcha de cada medida restrictiva, fallecimientos por la enfermedad y camas hospitalarias disponibles. América**

País	Fecha primer caso diagnosticado (DD/MM/AAAA)	Fallecidos x 100 000 habitantes*	Días entre primer caso y cierre total de lugares no esenciales de trabajo	Días entre primer caso y prohibición de llegada de viajeros internacionales o cierre de fronteras	Días entre primer caso y prohibición de eventos públicos	Días entre primer caso y suspensión de enseñanza presencial	Días entre primer caso y prohibición de salir del domicilio, salvo excepciones	Camas de hospital x 1000 personas	Médicos x 1000 personas
Argentina	04/03/2020	3.81	15	12	7	12	15	1.9	4.0
Barbados	18/03/2020	2.44	10	0	-1	1	17	5.8	2.5
Bolivia	12/03/2020	13.89	10	19	0	0	5	1.1	1.6
Brasil	26/02/2020	32.45	20	30	15	15	69 <sup>‡</sup>	2.2	2.2
Canadá	26/01/2020	23.71	52	52	46	50	Solo recomendación	2.7	2.6
Chile	04/03/2020	35.10	12	14	12	11	72	2.6	2.6
Colombia	07/03/2020	9.28	18	18	5	9	18 <sup>‡</sup>	1.5	2.2
Costa Rica	07/03/2020	0.50	37	10	3	10	Solo recomendación	1.2	2.9
Cuba	12/03/2020	0.76	36	36	8	12	60	5.2	8.4
Dominicana, República	02/03/2020	7.80	17	17	17	17	57	1.6	1.6
Ecuador	01/03/2020	28.52	16	14	12	12	7 <sup>‡</sup>	1.5	2.0
Estados Unidos	21/01/2020	40.44	44	41 <sup>**</sup>	51	44	54 <sup>‡</sup>	2.9	2.6
Guatemala	15/03/2020	6.11	2	34	2	1	7 <sup>‡</sup>	0.6	0.4
Guyana	13/03/2020	2.05	15	14	21	3	21 <sup>‡</sup>	1.6	0.8
Haití	20/03/2020	1.11	-1	30	-2	-1	Solo recomendación	0.7	0.2
Honduras	12/03/2020	7.24	8	9	1	1	4	0.7	0.3
Jamaica	12/03/2020	0.34	Cierre en algunos sectores	9	-1	1	1	1.7	1.3
México	29/02/2020	25.99	23	21 <sup>**</sup>	23	23	30	1.5 <sup>‡</sup>	2.4
Nicaragua	19/03/2020	1.41	Sin restricciones	Sin restricciones	Sin restricciones	Sin restricciones	Sin restricciones	0.9	1.0
Panamá	10/03/2020	19.61	2	39	3	2	88	2.3	1.6
Paraguay	08/03/2020	0.29	2	16	2	2	32	1.3	1.4
Perú	07/03/2020	34.80	5	9	5	5	11	1.6	1.3
Salvador, El	19/03/2020	3.66	-8	-7	-8	-8	2	1.3	1.6
Surinam	15/03/2020	2.95	1	-1	1	1	13 <sup>‡</sup>	3.1	1.2
Trinidad y Tobago	13/03/2020	0.58	1	10	1	1	17	3.0	4.2
Uruguay	15/03/2020	0.84	Solo recomendación	9	-1	-1	-2 <sup>‡</sup>	2.8	5.1
Venezuela	15/03/2020	0.26	1	3	1	1	18 <sup>‡</sup>	0.8	1.9

En negativo, días transcurridos entre el cierre o la suspensión y el diagnóstico del primer caso, ya que las medidas fueron tomadas antes de la detección del primer caso.

\*9 de julio de 2020.

\*\*Cierre de la frontera a viajeros de algunos países.

†Prohibición de salir del domicilio salvo ejercicio diario, compras de alimentación y viajes imprescindibles.

**Tabla 2.** Coeficientes  $\beta$  de la regresión lineal simple entre cada variable independiente y la variable dependiente (fallecimientos por 100 000 habitantes)

Variable independiente	Coeficiente $\beta$	IC 95 %		Valor p
		Límite inferior	Límite superior	
Días entre primer caso y cierre total de lugares de trabajo no esenciales	0.324	-0.043	0.691	0.081
Días entre primer caso y prohibición de llegada de viajeros internacionales o cierre de fronteras	0.382	0.001	0.762	0.049*
Días entre primer caso y prohibición de eventos públicos	0.593	0.268	0.918	0.001*
Días entre primer caso y suspensión de enseñanza presencial	0.600	0.258	0.942	0.001*
Días entre primer caso y prohibición de salir del domicilio	0.250	0.041	0.458	0.021*

\*Valor estadísticamente significativo.

**Tabla 3.** Coeficientes de las variables del modelo estimado, con sus respectivos intervalos de confianza del 95 % y valores p

Variable independiente incluida/constante del modelo	Coeficiente $\beta$	IC 95 %		Valor p
		Límite inferior	Límite superior	
Constante	7.300	-0.865	15.465	0.076
Días entre primer caso y prohibición de salir del domicilio	0.117	-0.101	0.334	0.273
Días entre primer caso y cierre total de lugares de trabajo no esenciales	-0.582	-1.422	0.257	0.162
Días entre primer caso y suspensión de enseñanza presencial	1.300	0.261	2.158	0.015*

\*Valor estadísticamente significativo.

Las intervenciones no farmacológicas también tienen efectos adversos en los individuos, las comunidades y la economía nacional. Algunos estudios

concluyeron que la cuarentena podría tener efectos psicológicos nocivos, como síntomas de estrés posttraumático, confusión e ira, que pueden conducir a efectos adversos psicológicos a largo plazo.<sup>23</sup>

Este estudio presenta las limitaciones propias de los estudios ecológicos, incluida la denominada “falacia ecológica”. Esto determina que, como los grupos de sujetos no son homogéneos en términos de exposición, las inferencias causales están limitadas por la asociación que tiene lugar en el grupo en lugar del individuo, es decir, es incorrecto extrapolurar los datos de la población al individuo. Otras limitaciones incluyen la multicolinealidad (es difícil separar los efectos observados de dos o más variables) y la ambigüedad temporal.

## Conclusiones

La adopción de medidas restrictivas y de distanciamiento social son necesarias para lograr el descenso del número de personas contagiadas de COVID-19 y, por ende, de las cifras de mortalidad. Además, la prontitud de su instauración es fundamental para disminuir los fallecimientos. A ello hay que unir la necesidad de un sistema sanitario bien dotado, en calidad y cantidad, de todos los recursos humanos y materiales posibles para dar una respuesta contundente a la pandemia originada por el SARS-CoV-2.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses alguno.

## Financiamiento

Los autores no recibieron patrocinio para llevar a cabo este artículo.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no realizaron experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Referencias

1. Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, Yang B, Song J, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med*. 2020;382:727-733.
2. Ji W, Wang W, Zhao X, Zai J, Li X. Cross-species transmission of the newly identified coronavirus 2019-nCoV. *J Med Virol*. 2020;92:433-440.
3. Burki T. COVID-19 in Latin America. *Lancet Infect Dis*. 2020;20:547-548.
4. Cimerman S, Chebabo A, Cunha CAD, Rodríguez-Morales AJ. Deep impact of COVID-19 in the healthcare of Latin America: the case of Brazil. *Braz J Infect Dis*. 2020;24:93-95.
5. De Freitas e Silva R. What are the factors influencing the COVID-19 outbreak in Latin America? *Travel Med Infect Dis*. 2020;35:101667.
6. Miller MJ, Loaiza JR, Takyar A, Gilman RH. COVID-19 in Latin America: novel transmission dynamics for a global pandemic? *PLoS Negl Trop Dis*. 2020;14:e0008265.
7. Navarro JC, Arrivillaga-Henríquez J, Salazar-Loor J, Rodríguez-Morales AJ. COVID-19 and dengue, co-epidemics in Ecuador and other countries in Latin America: Pushing strained health care systems over the edge. *Travel Med Infect Dis*. 2020;37:101656.
8. Sánchez-Duque JA, Arce-Villalobos LR, Rodríguez-Morales AJ. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Latin America: role of primary care in preparedness and response. *Aten Primaria*. 2020;52:369-372.
9. González-Jaramillo V, González-Jaramillo N, Gómez-Restrepo C, Palacio-Acosta CA, Gómez-López A, Franco OH. Proyecciones de impacto de la pandemia COVID-19 en la población colombiana, según medidas de mitigación. Datos preliminares de modelos epidemiológicos para el período del 18 de marzo al 18 de abril de 2020. *Rev Salud Pública*. 2020;202:1-6.
10. Dunlop C, Howe A, Li D, Allen LN. The coronavirus outbreak: The central role of primary care in emergency preparedness and response. *BJGP Open*. 2020;4:bjgpopen20X101041.
11. Rodríguez-Morales AJ, Sánchez-Duque JA, Hernández-Botero S, Pérez-Díaz CE, Villamil-Gómez WE, Méndez CA, et al. Preparation and control of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Latin America. *Acta Med Peru*. 2020;37:3-7.
12. Dong EH, Du H, Gardner DL. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *Lancet Infect Dis*. 2020;20:533-534.
13. Anderson RM, Heesterbeek H, Klinkenberg D, Hollingsworth TD. How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? *Lancet*. 2020;395:931-934.
14. Lau H, Khosrawipour V, Kocabach P, Mikolajczyk A, Schubert J, Bania J, et al. The positive impact of lockdown in Wuhan on containing the COVID-19 outbreak in China. *J Travel Med*. 2020;27:taaa037.
15. Prem K, Liu Y, Russell T, Kucharski AJ, Eggo RM, Davies N. The effect of control strategies that reduce social mixing on outcomes of the COVID-19 epidemic in Wuhan, China: a modelling study. *Lancet Public Health*. 2020;5:e261-270.
16. Chen W, Wang Q, Li YQ, Yu HL, Xia YY, Zhang ML, et al. Early containment strategies and core measures for prevention and control of novel coronavirus pneumonia in China. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi*. 2020;54:239-244.
17. University of Oxford [Internet]. Reino Unido: Oxford Covid-19 Government Response Tracker; 2020.
18. Johns Hopkins University of Medicine. [Internet]. EE. UU.: Coronavirus Resource Center. Mortality analyses; 2020.
19. Banco Mundial [Internet]. Médicos (por cada 1.000 personas); 2020.
20. Ferguson NM, Laydon D, Nedjati-Gilani G, Imai N, Ainslie K, Baguelin M, et al. Report 9-Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand. Londres: Imperial College London; 2020.
21. Nussbaumer-Streit B, Mayr V, Dobrescu AI, Chapman A, Persad E, Klerings I, et al. Quarantine alone or in combination with other public health measures to control COVID-19: a rapid review. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;2020;4:CD013574.
22. Colbourn T. COVID19: extending or relaxing distancing control measures. *Lancet Public Health*. 2020;5:e236-e237.
23. Brooks SK, Webster RW, Smith LE, Woodland L, Wessely S, Greenberg N, et al. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *Lancet*. 2020; 395:912-920.