



**ESTUDIO ECOLÓGICO SOBRE CONTAGIOS, MORTALIDAD Y LETALIDAD
POR COVID-19 EN EL MUNDO: CORRELACIÓN CON DIVERSOS
INDICADORES ECONÓMICOS Y DE SALUD**

**Carlo Eduardo Medina-Solís,¹ Cesar Tadeo Hernández-Martínez,¹ Sandra Isabel
Jiménez-Gayosso,¹ Salvador Eduardo Lucas-Rincón,¹ Mario I. Ortiz,¹ Miriam
Alejandra Veras-Hernández,¹ María de Lourdes Márquez-Corona,¹ América Patricia
Pontigo-Loyola,¹ Martha Mendoza-Rodríguez,¹ Leticia Ávila-Burgos.²**

- 1. Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, México.**
- 2. Centro de Investigación en Sistemas de Salud del Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, México.**

CORRESPONDENCIA: Dra. Leticia Ávila-Burgos. Centro de Investigación en Sistemas de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México. Av. Universidad 655, 62440, Cuernavaca, México.

Email: leticia.avila@insp.mx



RESUMEN

Analizar la correlación de las tasas de contagios, mortalidad y letalidad del COVID-19 con diferentes indicadores económicos y de salud a nivel ecológico. Un estudio ecológico se realizó con datos provenientes de diversas fuentes. En total fueron incluidos 150 países que al 12 de Julio de 2020 tenían al menos 500 contagios de COVID-19. Las variables consideradas como dependientes fueron las tasas de contagios, mortalidad y letalidad del COVID-19, mientras que las variables independientes fueron: el producto interno bruto (PIB), el índice de desarrollo humano (IDH), la esperanza de vida al nacer, el promedio de escolaridad, el PIB per cápita en dólares internacionales (PPP), la prevalencia de obesidad y diabetes. Además, para los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el gasto en salud per cápita en dólares internacionales y las camas hospitalarias por 1,000 habitantes. El análisis estadístico se realizó en Stata 14.0. La población de los 150 países representó al 94.24% de la población mundial. Se observó correlación ($p < 0.05$) entre el número de contagios y el número de muertes con la población total. Entre el número de muertes y el número de contagios. Diversos indicadores económicos (IDH, PIB, promedio de escolaridad, PIB per cápita) y de salud (Gasto en salud per cápita, obesidad y diabetes) correlacionaron positivamente con las tasas de contagios, mortalidad y



letalidad, pero negativamente con camas hospitalarias. Indicadores económicos y de salud se relacionan a nivel ecológico con las tasas de contagios, mortalidad y letalidad en el mundo.

PALABRAS CLAVE: SARS-CoV-2; COVID-19; pandemia; población mundial; estudio ecológico.

ECOLOGICAL STUDY ON INFECTIONS, MORTALITY AND LETHALITY DUE TO COVID-19 IN THE WORLD: CORRELATION WITH VARIOUS ECONOMIC AND HEALTH INDICATORS

ABSTRACT

To analyze the correlation of the rates of infections, mortality and lethality of COVID-19 with different economic and health indicators at an ecological level. An ecological study was carried out with data from various sources. In total, 150 countries were included that as of July 12, 2020 had at least 500 COVID-19 infections. The variables considered as dependent were the infection, mortality and lethality rates of COVID-19, while the independent variables were: the gross domestic product (GDP), the human development index (HDI), life expectancy at birth, the average of schooling, GDP per capita in international dollars (PPP), prevalence of obesity and diabetes. Also, for Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) countries members, health spending per capita in international dollars and hospital beds per 1,000 inhabitants. Statistical analysis was performed in Stata 14.0. The



population of the 150 countries represented 94.24% of the world population. A correlation ($p < 0.05$) was observed between the number of infections and the number of deaths with the total population. Between the number of deaths and the number of infections. Various economic indicators (HDI, GDP, average schooling, GDP per capita) and health (health expenditure per capita, obesity and diabetes) correlated positively with the rates of infections, mortality and fatality, but negatively with hospital beds. Economic and health indicators are related at an ecological level with the rates of infections, mortality and fatality in the world.

KEYWORDS: SARS-CoV-2; COVID-19; pandemic; world population; ecological study.

INTRODUCCIÓN

Los coronavirus son virus de ARN de sentido positivo no segmentados que pertenecen a la familia Coronaviridae y al orden Nidovirales, se distribuyen ampliamente en humanos, otros mamíferos y aves. Causan enfermedades respiratorias, entéricas, hepáticas y neurológicas. Aunque la mayoría de las

infecciones por coronavirus en humanos son leves, las epidemias de los dos betacoronavirus, el coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV) y el coronavirus del síndrome respiratorio del Medio Oriente (MERS-CoV),¹⁻³ han causado más de 10,000 casos de contagios en las últimas dos décadas, con tasas de mortalidad del



10% para SARS-CoV y del 37% para MERS-CoV.¹ Son de origen zoonótico, altamente transmisibles y patógenos que surgieron en humanos a principios del siglo XXI (4)

En Wuhan, provincia de Hubei, China, a fines de diciembre de 2019, varios centros de salud locales informaron sobre grupos de pacientes con neumonía de causa desconocida que estaban vinculados epidemiológicamente a un mercado mayorista de mariscos y animales húmedos. El 31 de diciembre de 2019, el Centro Chino para el Control y la Prevención de Enfermedades envió un equipo de respuesta rápida para acompañar a las autoridades sanitarias y realizar una investigación epidemiológica y etiológica (2,3) El 7 de enero de 2020, investigadores

aislaron y caracterizaron, de células epiteliales de las vías respiratorias humanas, al nuevo coronavirus (SARS-CoV-2) de pacientes con neumonía confirmada. El virus, formó un clado dentro del subgénero sarbecovirus, subfamilia Orthocoronavirinae. Diferente de MERS-CoV y SARS-CoV, el 2019-nCoV es el séptimo miembro de la familia de los coronavirus que infectan a los humanos (2,5). La secuencia del genoma de SARS-CoV-2 fue emitida por primera vez y compartida por China el 10 de enero (3). La partícula viral tiene forma esférica con algo de pleomorfismo, el diámetro de las partículas del virus varía de 60 a 140 nm con picos distintivos de aproximadamente 8 a 12 nm de longitud (2).



El 30 de enero de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que la enfermedad de coronavirus-2019 (COVID-19) como una emergencia de salud pública de preocupación internacional y la declaró una epidemia, y centró la atención de la comunidad científica en el campo de la salud mundial. El 11 de marzo, la OMS declaró oficialmente la enfermedad por coronavirus 2019 una pandemia mundial, lo que ilustraba la gravedad de esta nueva epidemia. El virus es altamente infeccioso y puede causar la transmisión de persona a persona y cada 24 horas, los casos aumentan varias veces (5-7). La última vez que la OMS anunció una pandemia mundial fue en marzo de 2009, con la gripe porcina H1N1 en todo el mundo (8).

Al inicio de la pandemia se sabía poco sobre la COVID-19, debido a que era una nueva enfermedad. Hasta ahora, no se han desarrollado vacunas, tratamientos clínicos prometedores o estrategias preventivas contra SARS-CoV-2. Por lo que la interrupción de la transmisión sostenida de humano a humano es la mejor manera de combatirla. La comprensión de las rutas de transmisión es esencial para que se puedan adoptar medidas de protección adecuadas individuales, familiares y comunitarias para evitar su propagación (9,10). Las observaciones epidemiológicas y los estudios de laboratorio sugieren que el SARS-CoV-2 es altamente infeccioso y se transmite principalmente por contacto cercano, a través de gotitas y fómites contaminados,



pero la transmisión a través de aerosoles, vía feco-oral y otras vías potenciales deben tenerse en cuenta en esta situación actual. Por lo que se deben emplear todas las medidas de protección para superar la pandemia lo antes posible (10).

Una característica típica del paciente infectado con SARS-CoV-2 es la neumonía, demostrada por tomografía computarizada o radiografía de tórax. En las primeras etapas, los pacientes muestran síntomas de infección respiratoria aguda, y algunos desarrollan rápidamente insuficiencia respiratoria aguda y otras complicaciones graves (2,3,11). Los signos y síntomas más frecuentes de la enfermedad son: fiebre, tos, fatiga y disnea, sin embargo, pueden no estar presentes; se han reportado síntomas

gastrointestinales y pérdida de sabor u olfato entre los casos leves; la disnea es frecuente entre los casos graves y fatales,(1,12,13) así como otras alteraciones psiquiátricas y neuropsiquiátricas(14). Un estudio encontró datos sobre 27 signos y síntomas, los cuales se dividen en cuatro categorías diferentes: sistémica, respiratoria, gastrointestinal y cardiovascular (15). Por otro lado, una característica que muestran los pacientes es la presencia de diversas comorbilidades, (13,16-22) entre ellas las enfermedades crónicas como la diabetes, hipertensión y obesidad, que aumentan el riesgo de agravar la enfermedad o de morir (23-29)

La interrelación entre desarrollo económico y salud es un problema



complejo, en general, existe una apreciación que a un mayor nivel de desarrollo económico al interior de un país se elevarán los niveles de salud entre la población. Por lo que se asume que el crecimiento económico mejora la disponibilidad, cobertura y acceso a los servicios de salud. Estas suposiciones se realizan ya que, en general, las condiciones y los indicadores de salud de los países desarrollados son mejores a las observadas en los países en desarrollo (30). La pandemia de la enfermedad por coronavirus 2019, se ha extendido rápidamente por todo el mundo y ha afectado a muchos países con una morbilidad y mortalidad cada vez mayores. Al día de hoy, se han estado desarrollando diversas vacunas,

actualmente, hay alrededor de 200 grupos trabajando en todo el mundo en busca de una vacuna, y la OMS le está siguiendo la pista a unas 140 propuestas (31). Mientras, de manera inmediata, las estrategias como el distanciamiento social, la buena higiene, evitar grandes reuniones, cancelar eventos sociales y deportivos, usar equipos de protección personal, cierre de escuelas y restaurantes, cierre de países, etc., que, aunque no necesariamente están dentro del sector de la salud, se han promovido para contener, prevenir y atenuar las tasas de infección por SARS-CoV-2.(9,32,33)

Hasta el 12 de Julio de 2020, se han confirmado un total de 13,135,616 casos de COVID-19, con 573,869 muertes. Al momento no se habían realizado estudios a



nivel global donde la unidad de análisis sea el país. Por lo que el objetivo del presente estudio fue analizar la correlación de las tasas de contagios, mortalidad y letalidad del COVID-19 con diferentes indicadores económicos y de salud a nivel ecológico en los países con al menos 500 contagios confirmados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se realizó un estudio ecológico, el cual se distingue de otros diseños en su unidad de observación, pues se caracteriza por estudiar grupos, más que individuos por separado. El tipo específico de diseño es llamado: estudio ecológico exploratorio.³⁴ En este análisis se incluyeron los países y territorios con al menos 500 contagios para

el día de la obtención de los datos (12 de Julio de 2020). El *Diamond Princess* figuraba en la lista, pero se eliminó debido a que se trata de un crucero británico. El tamaño de la muestra resultó en 150 países/territorios.

Variables y fuentes de datos

A partir del número de contagios de COVID-19, que se refiere al número de sujetos que dieron positivo a la prueba de virus que causa COVID-19, y el número de muertes por COVID-19, que hace referencia al número de muertes por COVID-19 y usando datos de la población de cada país (35) se calcularon tres variables: 1) la tasa de contagios de COVID-19 por 100,000 habitantes; 2) la tasa de mortalidad de COVID-19 por 100,000 habitantes; y 3) la tasa de letalidad



de COVID-19 por 100 contagiados de COVID-19, las cuales fueron calculadas para este estudio y consideradas como las variables dependientes. El número de contagios y de muertes se obtuvo de la página del *Coronavirus Resource Center* de la Universidad Johns Hopkins, los datos analizados son el acumulado hasta el día 12 de Julio de 2020.(36) Los cálculos se realizaron como a continuación se describen:

Tasa de contagios de COVID-19 por 100,000 habitantes: Se define como el número de casos diagnosticados de una enfermedad, en este caso de COVID-19, dividido entre la población en un país específico y durante un período específico multiplicado por 100,000 habitantes. (37)

Tasa de mortalidad de COVID-19 por 100,000 habitantes: Se refiere al total de muertes en un país entre la población total estimada del mismo país multiplicado por 100,000 habitantes. (37)

Tasa de letalidad de COVID-19 por 100 contagiados de COVID-19: La letalidad desde el punto de vista poblacional, es una medida de la gravedad de una enfermedad y se define como la proporción de casos de una enfermedad que resultan mortales con respecto al total de casos diagnosticados en un periodo especificado.(37)

Las variables consideradas como independientes para este análisis se enlistan a continuación: (38)

Producto interno bruto (PIB): Es la suma del valor agregado de todos los productores residentes en la economía más



todos los impuestos a los productos (menos los subsidios) no incluidos en la valoración del producto. El valor agregado es el producto neto de una industria tras haberle sumado todos los productos y restado los insumos intermedios. A fin de hacer comparaciones válidas entre países/territorios con diferente tamaño de población se utilizó el PIB per cápita en dólares internacionales (PPP). El dólar internacional (PPP US\$) es una unidad hipotética calculada por el World Bank que permite ajustar por poder de paridad de compra (PPP, por sus siglas en inglés), y representa la cantidad de unidades monetarias locales que se necesitan para adquirir, dentro del país en cuestión, la misma cantidad de bienes que podrían ser

compradas en USA con un dólar estadounidense.(39)

Índice de desarrollo humano

(IDH):(40,41) El IDH es una medida resumida del logro promedio en las dimensiones clave del desarrollo humano que incluyen la esperanza de vida al nacer, educación y tener un nivel de vida decente medido como PIB per cápita en PPP US\$. El IDH se creó para enfatizar que las personas y sus capacidades deberían ser el criterio final para evaluar el desarrollo de un país y no solo su crecimiento económico.

Promedio de escolaridad:

la escolaridad media de la población es el promedio de los grados escolares que la población en un grupo de edad ha



aprobado dentro del sistema educativo.(40,41)

Por su relación con la severidad de COVID-19 se incluyeron también:

Prevalencia de obesidad: Porcentaje de una población definida con un índice de masa corporal (IMC) de 30 kg/m² o superior. (42,43)

Prevalencia de diabetes en sujetos de 20 a 79 años: Se refiere al porcentaje de la población con diagnóstico de diabetes. Los datos fueron del 2019 de acuerdo a la Federación Internacional de Diabetes. (44)

Además, para los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) se evaluaron: el gasto en salud per cápita en PPP US, las camas hospitalarias

disponibles por 1,000 habitantes y la tasa de pruebas de COVID-19 realizadas.

Tasa de pruebas de COVID-19 realizadas: Se refiere al número de pruebas de detección de SARS-CoV-2 por cada millón de habitantes al 20 Julio de 2020.(45)

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó en Stata 14. La base de datos se encuentra disponible en ResearchGate (DOI: 10.13140/RG.2.2.19324.56961). La prueba estadística utilizada fue la prueba de correlación de Spearman. En el estudio se descartó realizar un análisis inferencial debido a la naturaleza exploratoria y preliminar de los datos analizados. Debido a que para algunos países no se reportaron



datos, el tamaño de muestra en cada análisis se menciona en las figuras.

Consideraciones éticas

El presente estudio empleó bases de datos públicas, por lo que no fue necesaria la aprobación de un comité de ética.

RESULTADOS

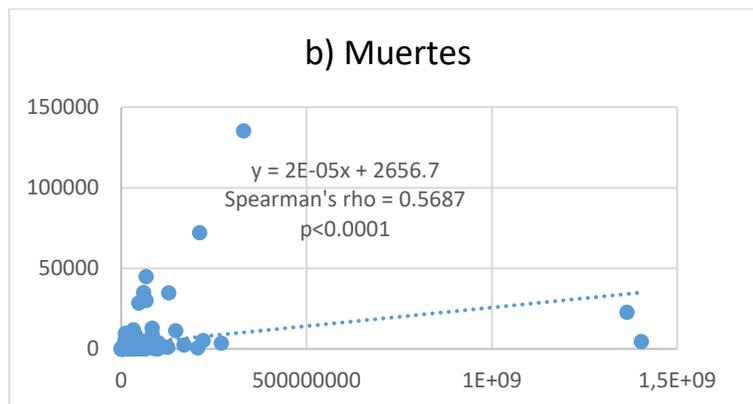
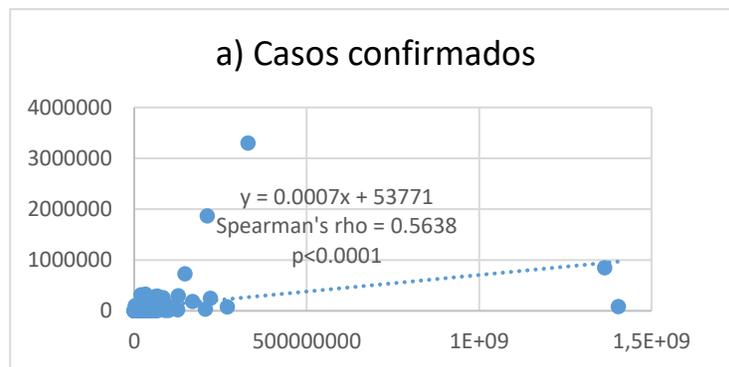
En total fueron 7,347,457,722 habitantes de los 150 países/territorios incluidos en el estudio, lo cual representa al 94.24% de la población mundial. San Marino fue el país con la menor población total estimada ($n=33,553$), mientras que China fue el país con mayor población total estimada, con 1,403,496,680 individuos. En el total de los países se reportaron 12,853,527 contagios de SARS-CoV-2 y 567,829 muertes por COVID-19. La tasa global de

contagios fue de 174.94 por 100,000 habitantes; mientras que la tasa de mortalidad fue de 7.73 por 100,000 habitantes y la tasa de letalidad de 4.42%, a Julio del año 2020 se incluyeron un total de 150 países, en la revisión.

El análisis estadístico bivariado se muestra en la figura 1 a 5 y las figuras suplementarias S1 al S4 (DOI: 10.13140/RG.2.2.29829.99044). Se observó que hay una correlación positiva entre el tamaño de la población del país con el número de contagios ($r = 0.5638$; $p < 0.0001$, figura 1a), así como con el número de muertes ($r = 0.5687$; $p < 0.0001$, figura 1b). La figura 1c muestra una asociación positiva entre número de contagios y número de muertes; a mayor

contagios mayor número de muertes

($r=0.8909$; $p<0.0001$).



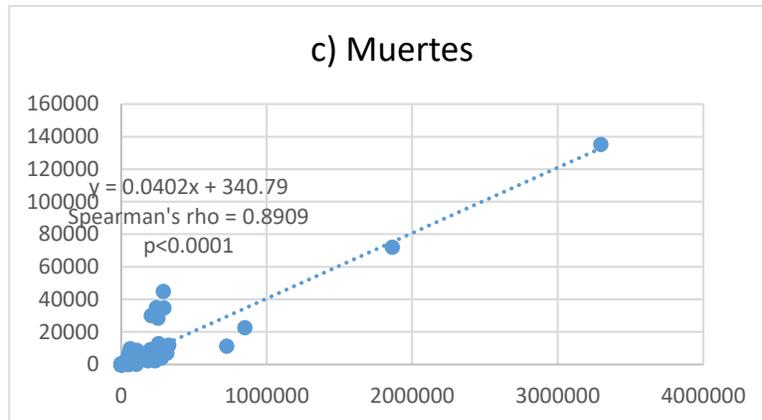
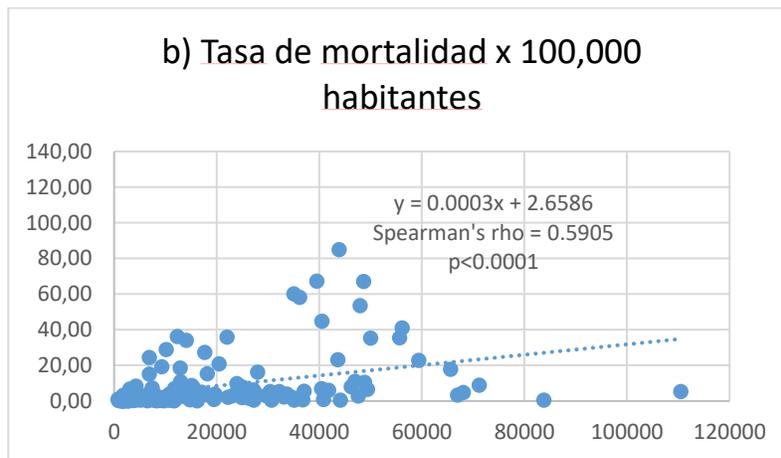
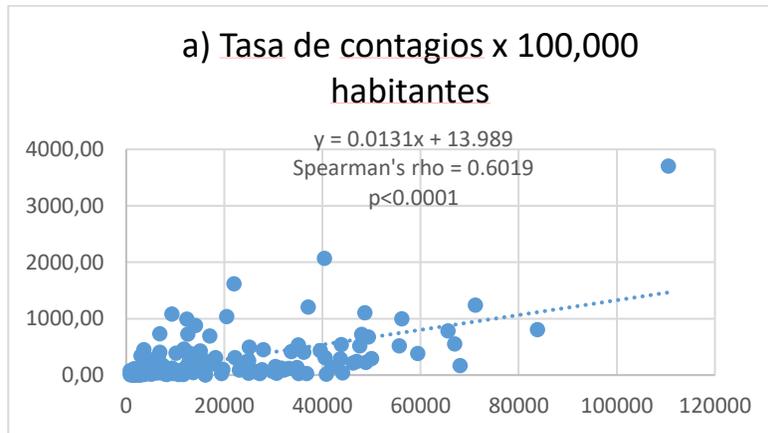


Figura 1. Correlación de Spearman entre la población total con: a) el número de contagios y b) número de muertes y c) correlación entre número de muertes con número de contagios, para 150 países con al menos 500 casos confirmados de COVID-19 al 12 de julio de 2020.

Sobre los indicadores económicos se observa que cuando el PIB per cápita aumentó la tasa de contagios se incrementó ($r = 0.6019$; $p < 0.0001$, figura 2a), lo mismo sucedió con la tasa de mortalidad ($r = 0.5905$; $p < 0.0001$, figura 2b) y con la tasa de letalidad ($r = 0.1658$; $p < 0.05$, figura 2c).



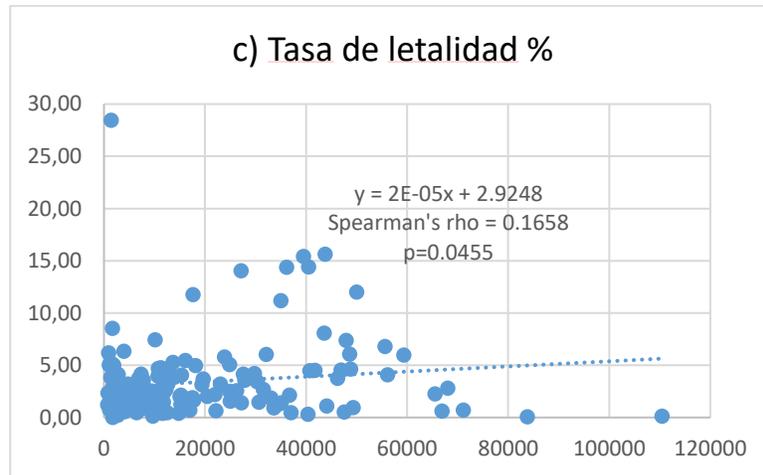
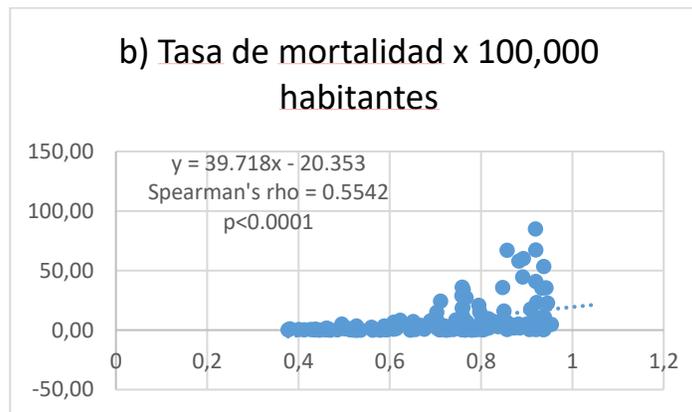
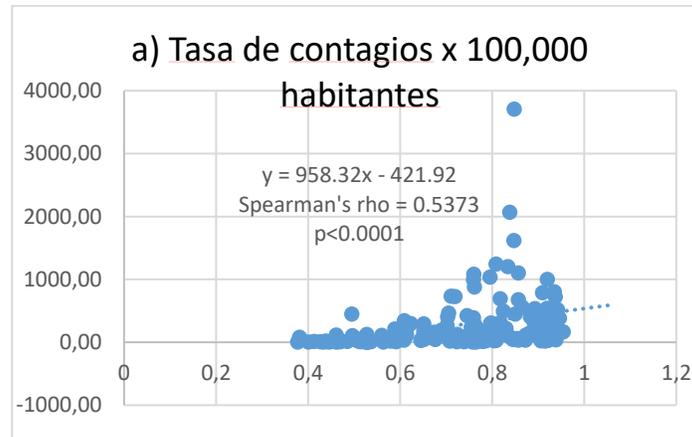


Figura 2. Correlación de Spearman entre el PIB per cápita en dólares internacionales (PPP) con: a) tasa de contagios, b) tasa de mortalidad y c) tasa de letalidad para 146 países con al menos 500 casos confirmados de COVID-19.

De igual manera, se observó que conforme aumentó el índice de desarrollo humano también lo hicieron la tasa de contagios ($r = 0.5373$; $p < 0.0001$, Figura 3a), la tasa de mortalidad ($r = 0.5542$; $p < 0.0001$, Figura 3b) y la tasa de letalidad ($r = 0.1963$; $p < 0.05$, Figura 3c).



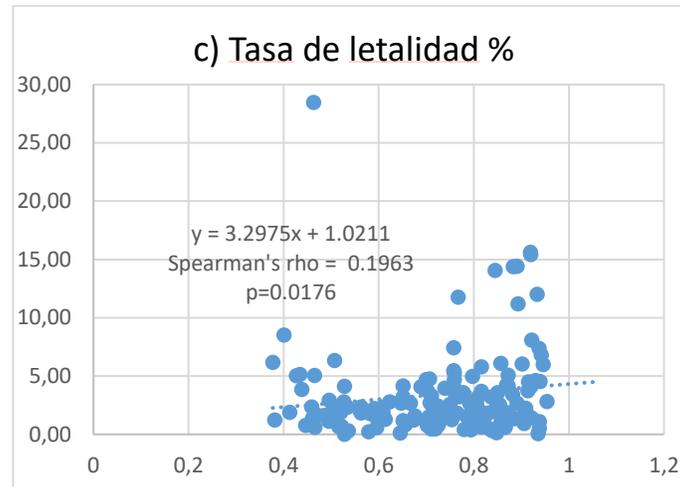
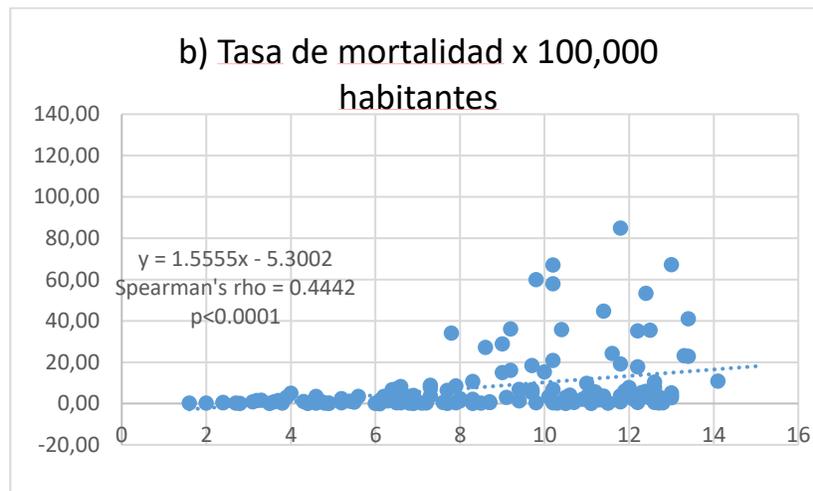
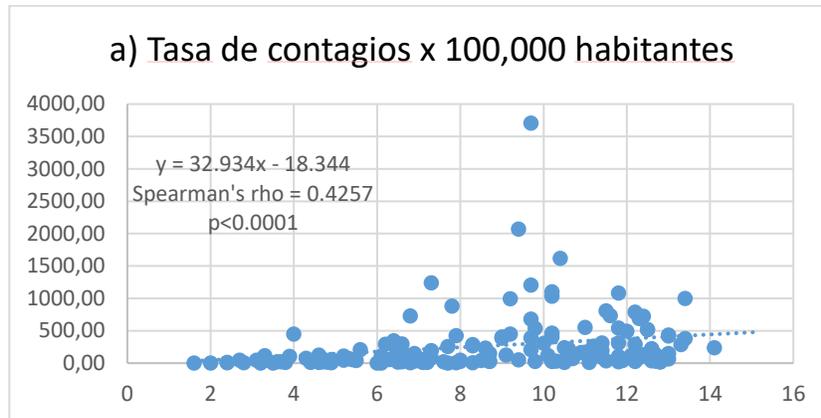


Figura 3. Correlación de Spearman entre el Índice de Desarrollo Humano con: a) tasa de contagios, b) tasa de mortalidad y c) tasa de letalidad para 146 países con al menos 500 casos confirmados de COVID-19.

El promedio de escolaridad y las tasas de contagios ($r = 0.4257$; $p < 0.0001$, figura 4a) y de mortalidad ($r = 0.4442$; $p < 0.0001$, figura 4b), tuvieron una asociación positiva; en cambio, no se observó correlación entre la escolaridad y la tasa de letalidad ($p > 0.05$, figura 4c).



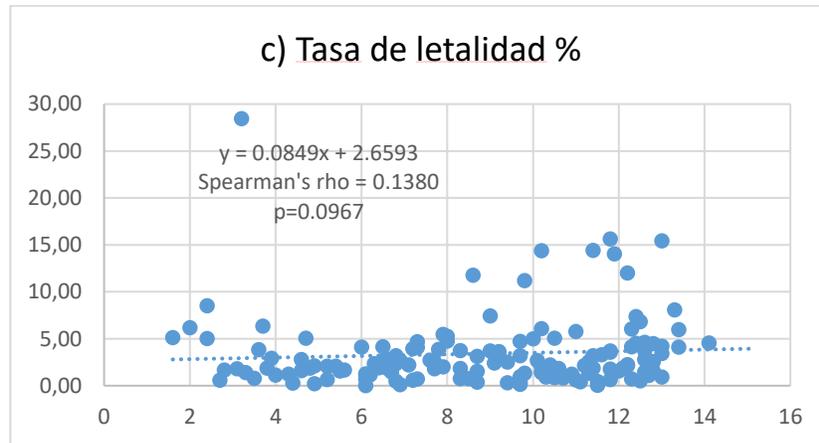
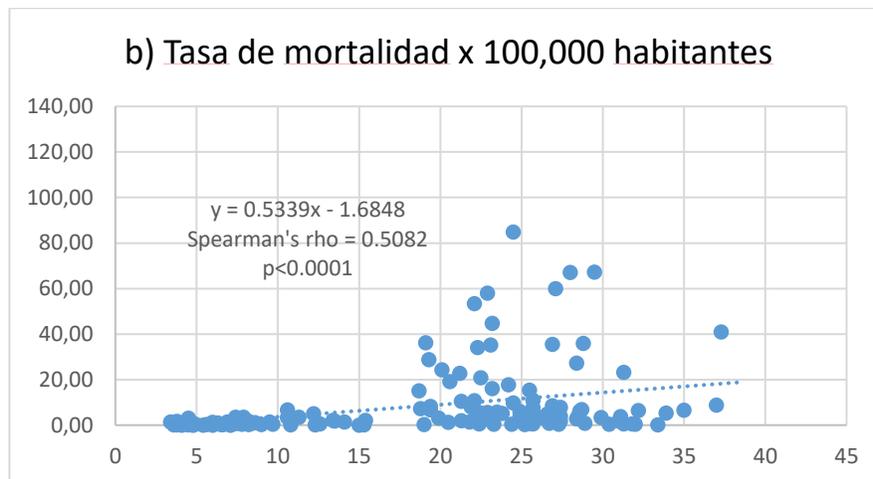
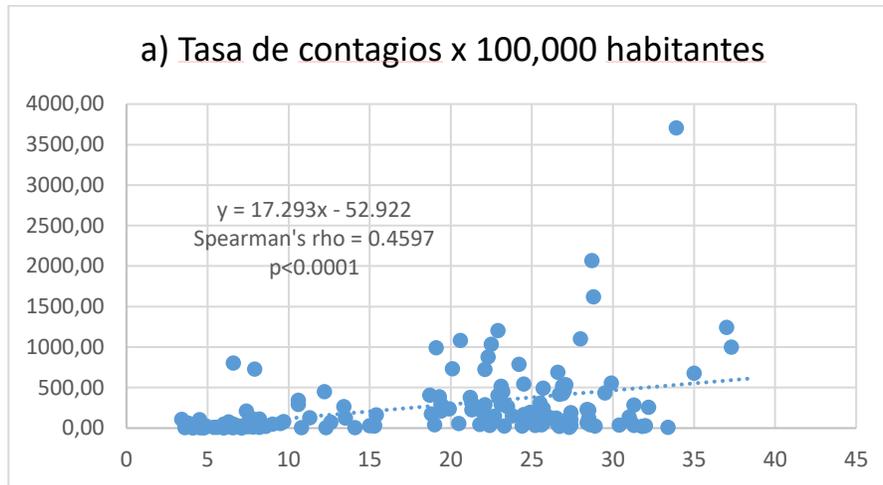


Figura 4. Correlación de Spearman entre el promedio de escolaridad y a) tasa de contagios, b) tasa de mortalidad y c) tasa de letalidad para 146 países con al menos 500 casos confirmados de COVID-19.

En las variables relacionadas a la salud se observó que conforme aumenta la prevalencia de obesidad, lo hace la tasa de contagios ($r = 0.4597$; $p < 0.0001$, figura 5a), y también la tasa de mortalidad ($r = 0.5082$; $p < 0.0001$, figura 5b). La tasa de letalidad mostró una correlación marginalmente significativa con la prevalencia de obesidad ($p = 0.0672$, figura

5c). Con relación a la prevalencia de diabetes, se observó que conforme el porcentaje de personas con diabetes aumenta, la tasa de contagios ($r = 0.2390$; $p = 0.0034$, figura S1a) y la tasa de mortalidad ($r = 0.2047$; $p = 0.0126$, figura S1b) se incrementan. La tasa de letalidad no mostró asociación con la prevalencia de diabetes ($p = 0.5171$, figura S1c).



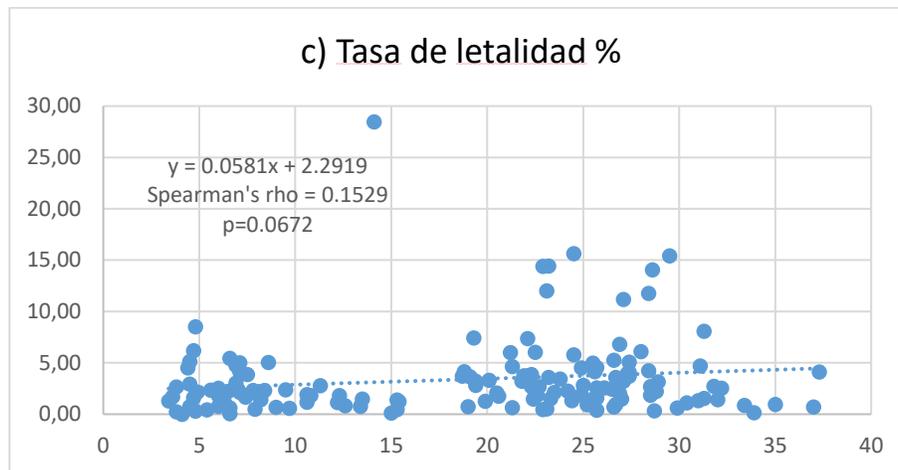


Figura 5. Correlación de Spearman entre la prevalencia de obesidad y a) tasa de contagios, b) tasa de mortalidad y c) tasa de letalidad para 146 países con al menos 500 casos confirmados de COVID-19.

Un análisis focalizado en los países miembros de la OCDE se observó correlación positiva entre el gasto en salud per cápita (en dólares internacionales) con la tasa de contagios ($r = 0.3295$; $p < 0.05$, figura S2a); en cambio con la tasa de mortalidad fue marginalmente significativa ($p = 0.0537$, figura S2b) y sin asociación con la tasa de letalidad

($p = 0.1967$, figura S2c). Las figuras S3 muestran que cuando el número de camas hospitalarias por 1,000 habitantes aumenta, disminuyen tanto la tasa de contagios ($r = -0.5122$, $p < 0.01$, figura S3a) como la tasa de mortalidad ($r = -0.4077$, $p < 0.05$, figura S3b). No se observó relación entre el número de camas hospitalarias por 1,000 habitantes y la tasa



de letalidad ($p=0.7233$, figura S3c). En las figuras S4 se muestra el resultado del análisis de correlación entre el número de pruebas realizadas para SARS-CoV-2 por cada millón de habitantes y la tasa de contagios; a mayor número de pruebas mayor tasa de contagios ($r = 0.6747$, $p<0.0001$, figuras S4a). Los mismos resultados fueron observados para el número de pruebas realizadas por cada millón de habitantes y la tasa de mortalidad ($r = 0.4897$, $p<0.01$, figuras S4b). En cambio, no se observó correlación entre el número de pruebas realizadas por cada millón de habitantes y la tasa de letalidad ($p=0.8601$, figuras S4c).

Por otro lado, se observó que el PIB nacional se correlaciona positivamente

con el tamaño de la población del país (Spearman's rho = 0.6112, $p<0.0001$). En un subanálisis para 30 países donde se disponía de datos sobre las pruebas realizadas para SARS-CoV-2 por cada millón de habitantes, se observó que esta variable también se correlacionaba positivamente con el índice de desarrollo humano (Spearman's rho = 0.7711, $p<0.0001$).

DISCUSIÓN

Este estudio, a modo exploratorio, se propuso identificar la existencia de correlaciones entre las tasas de contagios, de mortalidad y letalidad con diversos indicadores económicos y de salud. Las enfermedades infecciosas representan un importante problema de salud global. El brote COVID-2019 causado por el



coronavirus de tipo 2 que ocasiona el síndrome respiratorio agudo grave iniciado en China, ha despertado una gran preocupación en la salud pública, así como de los gobiernos de los países alrededor del mundo, ya que existen muchas incógnitas con respecto a la dinámica de transmisión y el espectro de enfermedades, que requieren diversos niveles de atención.(3) Mientras tanto, resulta necesario aumentar las acciones que garanticen que nadie se quede sin información sobre los factores de riesgo a los que está expuesta la población.(33) Se plantea como hipótesis que las respuestas de los gobiernos desempeñan un papel importante en el aplanamiento de la curva epidémica y en la desaceleración de la llegada del pico, lo cual sería beneficioso para evitar que los

pacientes diagnosticados y con necesidades de hospitalización excedan la capacidad del sistema de salud y no se tengan los suficientes recursos, tanto económicos como de infraestructura sanitaria, para ser tratados. De esta forma, al inicio de la pandemia, en China sugiera que la eficiencia de las respuestas gubernamentales se refleja en tres aspectos: 1. Etapa de notificación hospitalaria a las agencias nacionales de salud pública, 2. Identificación de patógenos y etapa de secuenciación del gen del virus, y 3. Etapa de formulación de políticas de salud pública gubernamentales.8 Los resultados del estudio muestran, que a mayor tamaño poblacional del país mayor el número de contagios y de mortalidad. Es de suponer



que los países con mayor cantidad de población sean los que tengan mayor cantidad de contagios de SARS-CoV-2 y de mortalidad por COVID-19.

En general, los resultados del estudio sugieren que a mayor desarrollo económico mayor es la tasa de contagios. Dos hipótesis pudieran surgir de estas observaciones. Esto puede reflejar, por un lado, que los países con mayor PIB, mejor desarrollo humano, y mayor gasto en salud disponen de mayores recursos y por tanto, tienen una mayor capacidad de ofrecer a la población de un mayor número de pruebas que permiten una mayor detección de los casos de COVID-19. Esto se observa en un subanálisis para 30 países donde se disponía de datos sobre las pruebas para SARS-CoV-2. Otra hipótesis es que, por el

mismo desarrollo del país, la movilidad de las personas en las grandes metrópolis propiciaría una cadena de contagios de SARS-CoV-2 mayor que en sus contrapartes menos desarrolladas. La importancia de estas interacciones sociales tiene que ver con la configuración de la dinámica general de la propagación de la enfermedad y en la determinación de la efectividad de las estrategias de mitigación contra la enfermedad. En este sentido, el rastreo de contactos es una importante respuesta de salud pública en las enfermedades infecciosas raras o emergentes. Los objetivos principales del rastreo de contactos son identificar a las personas potencialmente infectadas antes del inicio de los síntomas graves y prevenir la transmisión posterior de los casos



secundarios.(46) El SARS-CoV-2 es más transmisible que el coronavirus del síndrome respiratorio del SARS-CoV y del Medio Oriente. Las personas mayores (≥ 60 años) son las más susceptibles a la transmisión doméstica del SARS-CoV-2.(47) Además de la búsqueda de casos y el aislamiento, se debe implementar el rastreo oportuno y la cuarentena de los contactos cercanos para evitar la transmisión durante el período de incubación viral.(47) El rastreo de contactos ha contribuido decisivamente al control de muchas enfermedades infecciosas en todo el mundo, por lo que es recomendable realizar esta acción para COVID-19.(46) Además de las estrategias de contención de la enfermedad, otro reto para los sistemas de salud en el mundo es

la capacidad de respuesta de sus sistemas de salud para la atención médico hospitalaria de manera oportuna de los casos de COVID-19. Los países con mayores recursos hospitalarios tendrán la capacidad de responder de manera más adecuada al número creciente de personas con COVID-19 que requieren de hospitalización, e incluso una mayor posibilidad de que sus sistemas no se vean rebasados (48) En este sentido nuestros hallazgos documentan que el hecho que los países cuenten con mayor número de camas hospitalarias se asocia a una menor mortalidad, e incluso a una menor tasa de contagios.

Los resultados de este estudio mostraron también que tanto la prevalencia de obesidad y de diabetes se asocian con un



mayor número de contagios, como de mortalidad a nivel país. Estos resultados son consistentes con lo que se ha señalado en diversos estudios epidemiológicos realizados en el mundo, que documentan que las personas contagiadas de SARS-CoV-2 presentan numerosas comorbilidades, (13,16-22) Fang et al.,(23) encontró en un metaanálisis mayor riesgo de gravedad o de morir en los individuos con comorbilidades. Por otro lado, en un metaanálisis observaron que la diabetes fue más prevalente entre los casos fatales en comparación con los casos totales.(24) Otros estudios, identificaron a la diabetes como una comorbilidad con mayor riesgo de complicaciones y muerte.^{25,26} En un estudio realizado por Suleyman et al.,(27) también observaron

que la obesidad estuvo asociada con la admisión en la unidad de cuidados intensivos. En otro estudio los pacientes con diabetes y obesidad fueron más probables de requerir cuidados intensivos.(26,28,29) De igual forma, en un estudio ecológico previo observó correlación entre la incidencia de la Covid-19, y la prevalencia de IMC>25.(49) Igualmente, la diabetes se asoció con un mayor riesgo de complicaciones durante la infección por influenza pandémica A (H1N1) de 2009.(50) Lo anterior sugiere que las comorbilidades pueden tener resultados adversos en este tipo de infecciones, Además, los estudios han estado basados en datos clínicos y epidemiológicos de pacientes graves, y se



dispone de muy pocos basados en amplias muestras.(51)

El presente estudio tiene diversas limitaciones que se tienen que tomar en cuenta al momento de interpretar los resultados. 1. se utilizaron datos crudos generados para cada país y en algunos ítems no se tuvo información completa para los 150 países/territorios incluidos, fallando en la exhaustividad de la información. 2. En algunos países no se realizan pruebas a todos los sujetos con COVID-19, sólo a los que presentan síntomas, por lo que podría haber una subestimación de los contagiados, la cual es difícil determinar para cada uno de los países con diferentes tasas de pruebas diagnósticas, y esto no tiene por qué ser representativo del todos los países. Ya que

no es lo mismo un país donde se realizan pruebas de detección masivas a toda persona que lo solicita, o bien países que las aplican solamente en pacientes ambulatorios que acuden para cribado de salud, o incluso países en los que la pruebas se realizan solamente en individuos que acuden a consulta con síntomas compatibles con el COVID-19; o bien, aquellos países que realizan las pruebas solamente en las personas hospitalizadas por COVID-19. 3. Este estudio no analizó la velocidad con la que se ha presentado la enfermedad alrededor del mundo (no calculó incidencias), los países se encuentran en diferentes estadios de la pandemia, unos se ubican en pleno ascenso mientras que otros en descenso, por lo que al momento de corte del estudio



solo se pueden realizar conclusiones parciales. 4. por último, se debe tener presente que existe un problema que presentan los estudios ecológicos, llamada falacia ecológica, que consiste en realizar conclusiones individuales a partir de datos agregados. Este estudio no presenta dicho problema, pues solo ha realizado conclusiones para el nivel global y no el individual.

CONCLUSIÓN

En conclusión, podemos decir que se observaron diversos indicadores económicos y de salud relacionados a nivel ecológico con las tasas de contagios, mortalidad y letalidad, de lo que se desprende el supuesto que, para la COVID-19, también es relevante el resultado de la variabilidad a niveles

grupal. Además, las tasas analizadas tuvieron grandes variaciones alrededor del mundo. Estos hallazgos proporcionan una base cuantitativa para estudios epidemiológicos sobre los resultados sanitarios de infección por coronavirus en la población mundial. Igualmente, estos resultados pueden ser utilizados para ver tendencias y evaluar las intervenciones realizadas en la población.

REFERENCIAS

1. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020;395(10223):497-506.
2. 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(8):727-733.
3. Zheng J. SARS-CoV-2: an Emerging Coronavirus that Causes a Global Threat. Int J Biol Sci. 2020;16(10):1678-1685.
4. Cui J, Li F, Shi ZL. Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. Nat Rev Microbiol. 2019;17(3):181-192.
5. Jiang F, Deng L, Zhang L, Cai Y, Cheung CW, Xia Z. Review of the Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). J Gen Intern Med. 2020;35(5):1545-1549.
6. Mazzucchelli R, Agudo Dieguez A, Dieguez Costa EM, Crespí Villarías N. Democracia y mortalidad por Co-vid-19 en Europa. Rev Esp Salud Pública. 2020; 94: 24 de junio e202006073
7. World Health Organization. WHO Director-General's Opening Remarks at the Media Briefing on COVID-19—11 March 2020. Available online: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020> (accessed on 14 Julio 2020).
8. Wang Q, Zhang T, Zhu H, Wang Y, Liu X, Bai G, et al. Characteristics of and Public Health Emergency Responses to COVID-19 and H1N1 Outbreaks: A Case-Comparison Study. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(12):4409.
9. Daumas RP, Silva GAE, Tasca R, Leite IDC, Brasil P, Greco DB, Graboís V, Campos GWS. The role of primary care in the Brazilian healthcare system: limits and



possibilities for fighting COVID-19. *Cad Saude Publica*. 2020;36(6):e00104120.

10. Yeasmin M, Tasnim J, Akram A, Yusuf MA, Shamsuzzaman AKM, Molla MMA, Ghosh AK. Routes of Transmission of Newly Emerging SARS-CoV-2: A Systematic Review. *Bangladesh J Infect Dis* 2020;7(suppl_1):S18-S31.

11. Chan JF, Yuan S, Kok KH, To K, Chu H, et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet*. 2020;395(10223):514-523.

12. Iser BPM, Sliva I, Raymundo VT, Poletto MB, Schuelter-Trevisol F, Bobinski F. Suspected COVID-19 case definition: a narrative review of the most

frequent signs and symptoms among confirmed cases. *Epidemiol Serv Saude*. 2020;29(3):e2020233.

13. Yang J, Zheng Y, Gou X, Pu K, Chen Z, Guo Q, et al. Prevalence of comorbidities and its effects in patients infected with SARS-CoV-2: a systematic review and meta-analysis. *Int J Infect Dis*. 2020;94:91-95.

14. Rogers JP, Chesney E, Oliver D, Pollak TA, McGuire P, Fusar-Poli P, et al. Psychiatric and neuropsychiatric presentations associated with severe coronavirus infections: a systematic review and meta-analysis with comparison to the COVID-19 pandemic. *Lancet Psychiatry*. 2020;7(7):611-627.

15. Struyf T, Deeks JJ, Dinnes J, Takwoingi Y, Davenport C, Leeflang



MM, et al. Signs and symptoms to determine if a patient presenting in primary care or hospital outpatient settings has COVID-19 disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020;7:CD013665.

16. Kumar-M P, Mishra S, Jha DK, Shukla J, Choudhury A, Mohindra R, et al. Coronavirus disease (COVID-19) and the liver: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Hepatol Int.* 2020;1-12. [published online ahead of print, 2020 Jul 4] doi:10.1007/s12072-020-10071-9

17. Jain V, Yuan JM. Predictive symptoms and comorbidities for severe COVID-19 and intensive care unit admission: a systematic review and meta-analysis. *Int J Public Health.* 2020;65(5):533-546.

18. Singh AK, Gillies CL, Singh R, Singh A, Chudasama Y, Coles B, et al.

Prevalence of co-morbidities and their association with mortality in patients with COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Obes Metab.* 2020;10.1111/dom.14124. [published online ahead of print, 2020 Jun 23]. doi:10.1111/dom.14124

19. Casas-Rojo JM, Antón-Santos JM, Millán-Núñez-Cortés J, Lumbreras-Bermejo C, Ramos-Rincón JM, Roy-Vallejo E, et al. Características clínicas de los pacientes hospitalizados con COVID-19 en España: resultados del Registro SEMI-COVID-19. *Rev Clin Esp.* 2020 DOI: 10.1016/j.rce.2020.07.003

20. Kammar-García A, Vidal-Mayo JJ, Vera-Zertuche JM, Lazcano-Hernández M, Vera-López O, Segura-Badilla O, et al. Impact of comorbidities in Mexican sars-



cov-2-positive patients: a retrospective analysis in a national cohort. *Rev Invest Clin.* 2020;72(3):151-158.

21. Bajgain KT, Badal S, Bajgain BB, Santana MJ. Prevalence of comorbidities among individuals with COVID-19: A rapid review of current literature. *Am J Infect Control.* 2020:S0196-6553(20)30637-4.

22. Marín-Sánchez A. [Basic clinical characteristics in the first 100 fatal cases of COVID-19 in Colombia]. *Rev Panam Salud Publica.* 2020;44:e87.

23. Fang X, Li S, Yu H, Wang P, Zhang Y, Chen Z, et al. Epidemiological, comorbidity factors with severity and prognosis of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Aging (Albany NY).* 2020;12(13):12493-12503.

24. Gold MS, Sehayek D, Gabrielli S, Zhang X, McCusker C, Ben-Shoshan M. COVID-19 and comorbidities: a systematic review and meta-analysis. *Postgrad Med.* 2020;1-7. [published online ahead of print] doi: 10.1080/00325481.2020.1786964.

25. Lu L, Zhong W, Bian Z, Li Z, Zhang K, Liang B, et al. A comparison of mortality-related risk factors of COVID-19, SARS, and MERS: A systematic review and meta-analysis *J Infect.* 2020;S0163-4453(20)30460-6. [published online ahead of print]. doi:10.1016/j.jinf.2020.07.002

26. Bello-Chavolla OY, Bahena-López JP, Antonio-Villa NE, Vargas-Vázquez A, González-Díaz A, Márquez-Salinas A, et al. Predicting Mortality Due to SARS-



- CoV-2: A Mechanistic Score Relating Obesity and Diabetes to COVID-19 Outcomes in Mexico. *J Clin Endocrinol Metab.* 2020;105(8):dgaa346.
27. Suleyman G, Fadel RA, Malette KM, Hammond C, Abdulla H, Entz A, et al. Clinical Characteristics and Morbidity Associated With Coronavirus Disease 2019 in a Series of Patients in Metropolitan Detroit. *JAMA Netw Open.* 2020;3(6):e2012270.
28. Ortiz-Brizuela E, Villanueva-Reza M, González-Lara MF, Tamez-Torres KM, Román-Montes CM, Díaz-Mejía BA, et al. Clinical and epidemiological characteristics of patients diagnosed with COVID-19 in a tertiary care center in Mexico City: a prospective cohort study. *Rev Invest Clin.* 2020;72(3):165-177.
29. Pranata R, Lim MA, Yonas E, Vania R, Lukito AA, Siswanto BB, Meyer M. Body Mass Index and Outcome in Patients with COVID-19: A Dose-Response Meta-Analysis. *Diabetes Metab.* 2020 Jul 29:S1262-3636(20)30097-5.
30. Mollina-Salazar RE, Romero-Velázquez JR, Trejo-Rodríguez JA. Desarrollo económico y salud. *Salud Publica Mex* 1991;33:227-234.
31. BBC News Mundo. Vacuna contra la covid-19: qué vacunas están más avanzadas en la carrera por combatir el coronavirus (y por qué aún queda un largo camino). <https://www.bbc.com/mundo/noticias-53487188>



32. Alves SMC, Ramos EMB, Delduque MC. Lockdown by court order: an (un)necessary measure?. Decretação de lockdown pela via judicial: medida (des)necessária?. Cad Saude Publica. 2020;36(6):e00116020.
33. Ataguba OA, Ataguba JE. Social determinants of health: the role of effective communication in the COVID-19 pandemic in developing countries. Glob Health Action. 2020;13(1):1788263.
34. Borja-Aburto VH. Estudios ecológicos. Salud Pública Mex 2000;42(6): S33-S38.
35. Wikipedia. List of countries and dependencies by population. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_and_dependencies_by_population#cite_note-52 Consultado 12-Julio-2020
36. Johns Hopkins University. Coronavirus Resource Center. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University. Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> Consultado 12-Julio-2020.
37. Moreno-Altamirano A, López-Moreno S, Corcho-Berdugo A. Principales medidas en epidemiología. Salud Pública Mex 2000;42(4):337-348.
38. United Nations Development Programme. Human Development Report 2019. Beyond income, beyond averages, beyond today: Inequalities in human development in the 21st century. Technical notes. Disponible en:



http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019_technical_notes.pdf Consultado 21-Julio-2020.

39. Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD Statistics, National Accounts, PPPs and exchanges rates. Available at: https://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=SNA_Table4 [access date Marzo 16, 2021].

40. United Nations Development Programme. Human Development Index (HDI). Disponible en: <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi> Consultado 21-Julio-2020c.

41. United Nations Development Programme. Human Development Report 2019. Disponible en:

<http://hdr.undp.org/en> Consultado 14-Julio-2020b.

42. World Health Organization. The Global Health Observatory. Prevalence of obesity among adults, BMI ≥ 30 (crude estimate) (%). Disponible en: [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/prevalence-of-obesity-among-adults-bmi-30-\(crude-estimate\)-\(-\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/prevalence-of-obesity-among-adults-bmi-30-(crude-estimate)-(-)) (accessed on 14 Julio 2020).

43. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017;390(10113):2627-2642.



44. Grupo Banco Mundial. Federación Internacional de Diabetes, Atlas de la Diabetes. Prevalencia de la diabetes (% de la población de 20 a 79 años). Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SH.STA.DIAB.ZS> Consultado 22-Julio-2020.
45. Statista. Rate of coronavirus (COVID-19) tests performed in the most impacted countries worldwide as of July 20, 2020 (per million population). 2020 <https://www.statista.com/statistics/1104645/covid19-testing-rate-select-countries-worldwide/> Consultado 21-Julio-2020.
46. Liu T, Liang W, Zhong H, He J, Chen Z, He G, et al. Risk factors associated with COVID-19 infection: a retrospective cohort study based on contacts tracing. *Emerg Microbes Infect.* 2020;9(1):1546-1553.
47. Jing QL, Liu MJ, Zhang ZB, Fang LQ, Yuan J, Zhang AR, et al. Household secondary attack rate of COVID-19 and associated determinants in Guangzhou, China: a retrospective cohort study [published online ahead of print, 2020 Jun 17]. *Lancet Infect Dis.* 2020;S1473-3099(20)30471-0.
48. OECD. Beyond Containment: Health Systems Responses to Covid 19 In The Oecd 2020. April 16, 2020. Disponible en <https://www.oecd.org/coronavirus/en/policy-responses>. [Acesed 31 de julio 2020]
49. Amengual-Moreno M, Calafat-Caules M, Carot A, Rosa Correia AR, Río-Bergé C, Rovira Plujà J, Valenzuela Pascual C, Ventura-Gabarró C. Determinantes



sociales de la incidencia de la Covid-19 en Barcelona: un estudio ecológico preliminar usando datos públicos. Rev Esp Salud Pública. 2020; 94: 16 de septiembre e202009101.

50. Papadokostaki E, Tentolouris N, Liberopoulos E. COVID-19 and diabetes: What does the clinician need to know? Prim Care Diabetes. 2020;S1751-9918(20)30222-9.

51. Vila-Córcoles Á, Ochoa-Gondar O, TorrenteFraga C, Vila-Rovira Á, Satué-Gracia E, Hospital-Guardiola I, De Diego-Cabanes C, Gómez-Bertomeu F, Basora-Gallisà J. Evaluación de la incidencia y perfil de riesgo de Covid-19 según comorbilidad previa en adultos ≥ 50 años del área de Tarragona. Rev Esp Salud Pública. 2020; 94: e202006065