

## COVID-19 and the Human Development Index: reflections on a relevant relationship

### *COVID-19 y el Índice de Desarrollo Humano: reflexiones de una relación relevante*

Linda Katherine Calderón-Vera<sup>a\*</sup>, Mayerly Llanos-Redondo<sup>b</sup>, Angela Maria Ramírez-Betancur<sup>c</sup>, Adriana Lizbet Araujo-Medina<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Magister en Salud Mental de la Niñez y la Adolescencia, linda.calderon@tdea.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-1604-0835>, Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, Medellín, Colombia.

<sup>b</sup>Magister en Educación, mllanos@tdea.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-8917-2444>, Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, Medellín, Colombia.

<sup>c</sup>Magister en Derecho Público, fac.educacion@tdea.edu.co, <https://orcid.org/0009-0002-0066-8230>, Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, Medellín, Colombia.

<sup>d</sup>Magister en Neurorehabilitación, adriana.araujo@unipamplona.edu.co, <https://orcid.org/0009-0004-1959-4643>, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia.

**Forma de citar:** Calderón-Vera, L. K., Llanos-Redondo, M., Ramírez-Betancur, A. M., y Araujo-Medina, A. L. (2022). COVID-19 y el Índice de Desarrollo Humano: reflexiones de una relación relevante. *Eco Matemático*, 13 (2), 118-132. <https://doi.org/10.22463/17948231.4876>

Recibido: Febrero 07, 2022

Aceptado: Junio 16, 2022.

#### Palabras clave

COVID-19,  
Desarrollo Humano,  
mortalidad,  
incidencia.

**Resumen:** Este trabajo analiza la evolución de la pandemia de COVID-19 en los países y su asociación con el Índice de Desarrollo Humano-IDH-; para ello, se estimó un modelo lineal mixto considerando criterios de correlación intraclase. La muestra abarcó 132 países, con registro de su IDH en el Informe de Naciones Unidas de 2019 y con un valor de contagios superior a 0,95 en casos por millón de habitantes a partir del 22 de marzo de 2020. Se excluyeron los países con información incompleta en las variables casos por millón de habitantes y muertes por millón de habitantes. Los datos sobre el COVID-19 son tomados de la información oficial publicada en el sitio web Our World in Data y los datos sobre el IDH, fueron tomados del Informe de las Naciones Unidas 2019. Los hallazgos, aunque la incidencia puede variar un poco por región, indican que, con un aumento en la prevalencia de casos de riesgo cardiovascular, mayor IDH, así como un avance en el tiempo, hay mayores casos de muertes por COVID de forma significativa. Se resalta además que las regiones con mayores muertes coinciden con mayores índices de Desarrollo Humano, que son Norte América, Sur América y Europa, excepto por Oceanía, indicador que se refleja en que las regiones con mayores ingresos brutos per cápita presentan más casos COVID, lo que muestra que son las regiones más afectadas, las de mayor actividad económica.

\*Autor para correspondencia: linda.calderon@tdea.edu.co

Doi: <https://doi.org/10.22463/17948231.4876>

[2462-8794© 2022 Universidad Francisco de Paula Santander. Este es un artículo bajo la licencia CC BY 4.0](https://doi.org/10.22463/17948231.4876)

## Keywords

Education,  
Pandemics,  
Social Isolation,  
Learning

**Abstract:** This work analyzes the evolution of the COVID-19 pandemic in countries and its association with the Human Development Index-HDI-; For this, a mixed linear model was estimated considering intraclass correlation criteria. The sample covered 132 countries, with a record of their HDI in the 2019 United Nations Report and with a contagion value greater than 0.95 in cases per million inhabitants as of March 22, 2020. Countries with incomplete information in the variables cases per million inhabitants and deaths per million inhabitants. The data on COVID-19 are taken from the official information published on the Our World in Data website and the data on the HDI were taken from the Report of the United Nations 2019. The findings, although the incidence may vary slightly by region, indicate that, with an increase in the prevalence of cardiovascular risk cases, higher HDI, as well as progress over time, there are greater cases of deaths by COVID significantly. It is also highlighted that the regions with the highest deaths coincide with the highest Human Development indices, which are North America, South America and Europe, except for Oceania, an indicator that is reflected in the fact that the regions with the highest gross income per capita have more COVID cases, which shows that the most affected regions are those with the greatest economic activity.

## Introducción

El COVID-19 es la enfermedad causada por el nuevo coronavirus llamado Síndrome Respiratorio Agudo Severo Coronavirus 2 (SARS-Cov-2), esta infección suele causar fiebre, síntomas respiratorios, anosmia (Gilani, Roditi y Naraghi, 2020), neumonía, síndrome respiratorio agudo severo, insuficiencia renal y hasta la muerte (OMS, 2020). La mayoría de las personas experimentan una enfermedad respiratoria leve o moderada y tienden a recuperarse sin requerir algún tratamiento especial (Zhang et al., 2020).

Se conoce que las condiciones de salud subyacentes al riesgo grave son enfermedad cardiovascular, enfermedad renal crónica, enfermedad respiratoria crónica, enfermedad hepática crónica, diabetes, algunos tipos de cánceres, VIH/SIDA, tuberculosis, trastornos neurológicos crónicos, hipertensión, obesidad severa ( $IMC \geq 40$ ) (Organización Panamericana de la Salud, 2020). Así mismo, los pacientes masculinos parecen ser más susceptibles de presentar una forma grave de covid-19 que las mujeres (Cruz et al., 2021; Díaz-Reyna et al., 2021).

El primer caso de Covid-19 fue reportado el 31 de diciembre de 2019 en Wuhan, China; al 11 de marzo de 2020 ya había sido declarada una pandemia por la OMS por esta causa y al primero de octubre se habían registrado alrededor del mundo más de 35,8 millones de casos y más de un millón de muertes (Ramírez, 2021). Los Estados Unidos de América ha sido el país con mayor número de casos con 8.219.123, seguido de India con 7372.394 y Brasil con 5.170.996 (Orús, 2020).

Ante esta rápida expansión, los países en el mundo implementaron diversas estrategias sociales y de salud pública para la contención y manejo de la enfermedad, entre ellas, medidas a gran escala como restricción de la movilidad, cierre de instituciones de educación, empresas, cuarentena, restricción a los viajes internacionales, entre otras (Torres, 2021). Los resultados de algunos estudios muestran que las intervenciones de distanciamiento social iniciadas antes de la pandemia retrasaron la curva epidemiológica y aquellas iniciadas posteriormente, aplanaron dicha curva (Matrajt y Leung, 2020).

No obstante, tanto en países desarrollados como en vía de desarrollo, concurre una necesidad

inminente de robustecer las capacidades de seguridad sanitaria general para satisfacer las demandas adyacentes y optimizar la respuesta a amenazas futuras más allá del covid-19 (OMS, 2020). El Programa de las Naciones Unidas (PNUD) catalogó la pandemia del COVID-19 como una “crisis sistémica del desarrollo humano” debido a las enormes diferencias en las capacidades de los países para hacer frente a ésta como en el caso del número de camas, médicos y enfermeras por cada 10.000 habitantes, que en países más desarrollados es de hasta 55, 30 y 81 respectivamente, mientras en los países en vía de desarrollo es de 7, 2.5 y 6. El organismo resaltó la imperiosa necesidad de ejecutar políticas públicas orientadas a la disminución de las vulnerabilidades (Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe, 2020).

Ahora bien, la desigualdad de oportunidades es un problema sustancial de salud pública en los países en desarrollo (Sanoussi et al., 2020) que afecta la situación de salubridad de las personas. No obstante, poco se han abordado factores de riesgo socioeconómicos que pudieran estar asociados al COVID-19 como la etnicidad, la privación económica y las desigualdades socioeconómicas (Shahbazi y Khazaei, 2020) que suelen ser elementos asociados a distintas condiciones de salud pública como es el caso de la obesidad, (Khazaei et al., 2020) el cáncer de mama, la leucemia (Namayandeh et al., 2020), entre otros.

De igual forma el PNUD ha evidenciado que si bien la brecha de los niveles de vida básicos ha disminuido, se observa también que las capacidades que necesitarán las personas para competir en el futuro inmediato han evolucionado (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019), es por esto, que se hace necesario estimar el problema de las desigualdades que aún persisten en el siglo XXI; el PNUD lo ha hecho a través del Índice de Desarrollo Humano (IDH), uno de los datos más relevantes a nivel mundial pues evidencia la posibilidad de los sujetos para alcanzar su máximo

potencial posible y tener mayores oportunidades en salud, educación y expectativa de vida (Mangaraj y Aparajita, 2020).

Algunos autores (García de León, 2020; Shahbazi y Khazaei, 2020) sostienen que el IDH es un indicador clave del estado socioeconómico de los países que puede tener relación con la incidencia, mortalidad y letalidad del COVID-19 (Maciel, Castro y Farias, 2020). Por ejemplo, Shahbazi y Khazaei (2020) identificaron el papel del IDH en las tasas de incidencia y mortalidad de COVID-19 en el mundo en junio de 2020, donde mediante una regresión lineal, encontraron una correlación directa significativa entre la incidencia y la tasa de mortalidad y el IDH. En la misma línea, Huerta (2020), encontraron como el desarrollo, que se asocia con mejores niveles de bienestar social, también acarrea mayores grados de interdependencia e interacción entre la población, asociados, a su vez, con mayores niveles de contagio del virus, para ello hicieron un análisis de correlación, aplicado a información estatal de Estados Unidos y México, mostrando como las mejores condiciones de desarrollo y de capital social son los más afectados negativamente por el virus en el corto plazo.

Se demostró que la tasa de mortalidad durante los primeros seis meses de pandemia en países con IDH bajo/medio fue significativamente más alta que en los países con IDH alto/muy alto (Caetano, Araújo y Khae, 2019). Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) advierte que la crisis existente podría reducir el desarrollo humano en la mayoría de los países tanto ricos como pobres por primera vez desde el año 1990 (PNUD, 2020).

A partir de lo anterior, algunos autores defienden la postura que el Covid-19 ha acentuado la necesidad de un paradigma de desarrollo global que parta de una transformación multidireccional y no meramente replicadora de las suposiciones del Norte global sobre las soluciones a los desafíos mundiales (Oldekop et al., 2020). Por todo lo

anterior, este estudio tuvo como objetivo analizar la evolución de la pandemia de COVID-19 en los países y su asociación con el Índice de Desarrollo Humano 2018.

Entre las posibles asociaciones de la prevalencia del COVID-19, se encuentra la presencia de la obesidad o incluso, de otras comorbilidades asociadas en la población, como la diabetes, la hipertensión o enfermedades cardiovasculares COVID-19 (Ángeles et al., 2020). Sin embargo, aún no se ha desarrollado a profundidad un análisis de qué tanto incide también la valoración de calidad de vida por continente, en conjunto con la prevalencia por país de algunas de las comorbilidades a lo largo del período de análisis, hipótesis propuesta para este estudio.

## **Materiales y Métodos**

Investigación cuantitativa, desde el paradigma positivista, de tipo observacional con intención analítica y estimación de un modelo lineal mixto que considera criterios de correlación intraclass. La muestra estuvo constituida por 132 países, que cumplieron los siguientes criterios de inclusión: 1) Que tuvieran un valor superior a 0.95 en casos por millón de habitantes en los seis primeros meses de la pandemia por COVID-19 2) Que tuvieran registro de su IDH en el Informe de Naciones Unidas. Se excluyeron los países que tuvieran incompleta la información desde el 22 de marzo hasta el 20 de septiembre en las variables: casos por millón de habitantes y muertes por millón de habitantes. Los datos sobre el COVID-19 fueron tomados de la información oficial de cada país disponibles públicamente en el sitio web Our World in Data y los datos sobre el IDH, fueron tomados del Informe de las Naciones Unidas. En esta investigación, se utilizaron los valores del IDH de los países para clasificar su estatus socioeconómico.

El IDH es una herramienta estadística que se utiliza para medir el logro general de un país en sus dimensiones social y económica. Las dimensiones

sociales y económicas de un país se basan en la salud de su población, su nivel de educación y su nivel de vida (Lorenzo, 2020). El IDH tiene varios componentes principales que incluyen: esperanza de vida al nacer, años promedio de escolaridad e ingreso nacional bruto per cápita. El rango de este índice está entre 0 y 1, los mayores índices IDH se asocian con países con mejores condiciones socioeconómicas.

Se conforman series temporales \_ de las observaciones de casos y muertes acumuladas en las primeras 14 semanas con intervalos de 20 días en el periodo desde la semana del 22 de marzo de 2020 a la semana del 20 de septiembre del 2020 (período en que la mayoría de los países registran más de 0,95 casos por millón de habitantes). Se realizó el cálculo y análisis descriptivo de la Tasa Incidencia acumulada x 100 mil Hab, Tasa Mortalidad acumulada x 100 mil hab. y la Tasa Letalidad en %. (OPS,2020). Se estimó un modelo lineal mixto usando el software R.

### ***Modelo lineal mixto***

El conjunto de variables aleatorias longitudinales contempla datos agrupados, por ejemplo, cantidad de muertes mensualmente por países, pero se registran a nivel temporal. Algunas bases contienen datos balanceados para todos los individuos, aspectos que favorecen las estimaciones de efectos sin sesgar sus resultados.

La variable respuesta se representa en este trabajo por los casos de muertes de COVID a lo largo de los meses Marzo a septiembre, por ubicación o país, en 5 continentes. Así mismo, las covariables, representando los casos de diabetes, tasa de casos de riesgo cardiovascular, edad media y el índice de Desarrollo Humano del país, permite incorporarlos en una matriz de diseño X, en el modelo lineal mixto con estructuras de correlación intra países, consideradas en el mismo proceso de estimación (García, Castellana, Rapelli, Koeli y Catalana,

2014), es decir con efectos de autocorrelación en las variables, por ello, los datos cuya estructura sea temporal por país como es considerado en éste estudio, no pueden ser usados para estimar modelos de regresión múltiple, ya que sería incorrecto su análisis y se presentarán muchos sesgos en las estimaciones de efectos fijos.

Estimación acorde con Verbeke y Molenberghs (2009)

$$Y_i = X_i \beta + Z_i b_i + \varepsilon_i$$

Donde las variables  $b_i$  y  $\varepsilon_i$ , tienen una distribución Normal, con media cero y matrices de varianza-covarianza denominadas  $D$  y  $\square$  respectivamente (Verbeke y Molenberghs, 2009).

En este caso se tendrán  $n$  observaciones, siendo  $N$  el total de países.  $X$  es la matriz de diseño que contiene  $k$  covariables y  $k+1$  efectos  $\square$  fijos de la matriz de diseño,  $r$  es el número de covariables de la matriz de diseño  $Z$  más 1, pero es más frecuente estimar sólo el intercepto aleatorio  $b_i$ , no siempre se mejora la precisión de los modelos al aumentar parámetros (Valencia, Salazar y Correa, 2014).

## Resultados y Discusión

La primera parte mostrará unas estadísticas generales, seguido de un modelo lineal mixto que permita analizar la asociación existente para explicar la variable respuesta de cantidad de muertes por COVID, y una posible relación con covariables como el Índice de Desarrollo Humano, la tasa de mortalidad por algunas comorbilidades, la edad media por región, y el continente.

En la Tabla I se aprecian los valores promedios de la variable respuesta (VD) cantidad de muertes por millón del COVID y las covariables consideradas como explicativas para la descripción de ésta. Se aprecia que el IDH tiene menor promedio en África y mayor valor en Oceanía, seguido de Europa, Norte América, Asia y Sur América. La edad media de la población es mucho más alta en Europa, seguida de Oceanía, Norteamérica, Suramérica y por último África, sin embargo, la tasa de mortalidad es mucho más alta en América en general, seguido de Europa, África y Asia, aspecto que no parece indicar asociación alguna con la edad media prevalente.

Tabla I. Valores Promedios por Variable y continente

Variable	África	Asia	Europa	Norteamérica	Oceanía	Suramérica
VD_total_cases_per_million	506,53	2.399,10	2.276,28	2.503,72	222,14	3.833,59
VD_new_cases_per_million	8,71	32,42	23,15	42,48	2,20	70,56
VD_total_deaths_per_million	8,55	19,89	130,70	90,74	3,64	131,03
VD_new_deaths_per_million	0,15	0,26	0,98	1,15	0,06	2,19
VI_median_age	22,22	31,63	42,27	33,48	34,88	30,73
VI_cardiovasc_death_rate	273,45	270,72	224,25	189,24	213,75	166,99
VI_diabetes_prevalence	5,43	9,67	6,26	9,58	9,11	7,56
VI_human_development_index	0,57	0,76	0,87	0,77	0,87	0,76
VI_aged_65_older	3,99	7,01	17,93	10,69	12,43	8,74

La tasa de nuevos casos en Sudamérica durante los primeros seis meses, fue la más alta en promedio en comparación con Norte América o Europa, lo cual, a pesar de no tener una edad mediana muy alta, podría deberse a algún componente del IDH, como el ingreso nacional bruto per cápita, o la escolaridad esperada, que, para países como Brasil, Argentina o Chile, son altos.

El índice de Desarrollo Humano en el mes de septiembre, se aprecia con una escala de valores inferiores en el continente africano, menor que todos los demás continentes y con más varianza aparente. En Europa, se aprecian mayores los índices, con una escala y mediana significativamente mayor que para Norte América, África y para Sudamérica, por poco es superior a Asia, pero no para Oceanía (Australia), para los demás continentes no se aprecian diferencias significativas, acorde con el diagrama de cajas y bigotes mostrado en la figura 1.

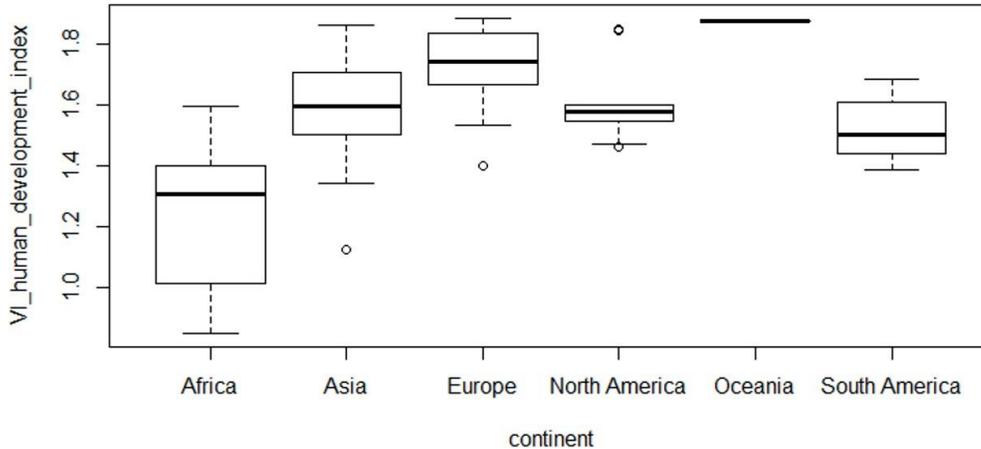


Figura 1. Diagrama de caja de Índice de Desarrollo Humano vs Continente

Por otro lado, la cantidad de nuevas muertes no tiene una asociación lineal igual con respecto al índice de Desarrollo Humano para todos los continentes, ya que los diagramas de dispersión no se aprecian todos con una correlación positiva, por la línea de suavización en ascendencia, por ejemplo, a medida que es mayor el IDH, no siempre prevalecen altos índices de muertes por millón, esto es más claro para Norte América y levemente para Sudamérica o Asia. Para las demás regiones no es evidentemente creciente, pero se aprecian puntos dispersos alrededor de los valores de IDH más centrales, lo anterior puede reflejar la dependencia posible de dichas muertes en relación con otro tipo de variables además del IDH.

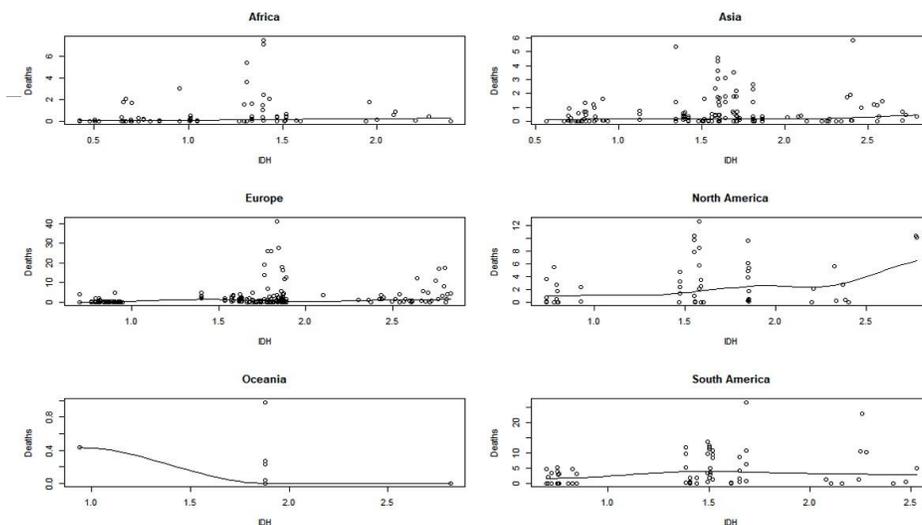


Figura 2. Diagramas de Dispersión y líneas de suavizamiento entre la cantidad de muertes y el IDH por continente.

En relación con el tiempo, se aprecian tendencias un poco más claras con ascendencia positiva, es decir, a medida que avanza el tiempo, se presentan más nuevas muertes por millón en las regiones de Norte América, Sur América, Oceanía, y ligeramente, Asia (Fig.3).

Es posible apreciar el comportamiento de otros índices y la frecuencia de muertes por COVID, como la edad media o la tasa de riesgo de muerte por comorbilidades, como las enfermedades cardiovasculares o diabetes. Sin embargo, es casi nulo o muy poco evidente algún grado de incidencia de estas variables sobre la tasa de muertes, acorde con las tendencias y correlaciones (Fig. 4).

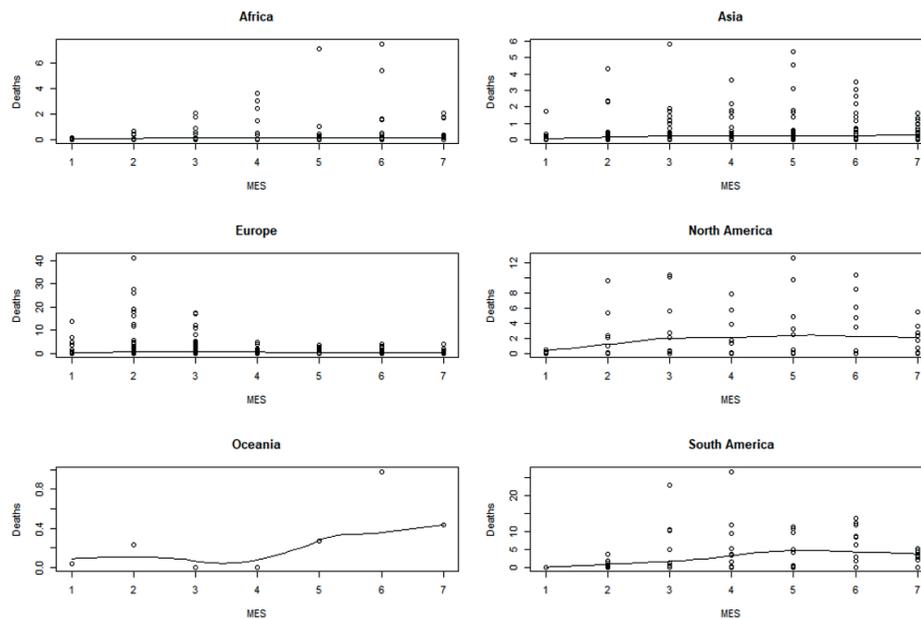


Figura 3. Diagrama de dispersión y línea de suavizamiento entre las muertes por COVID y el tiempo.

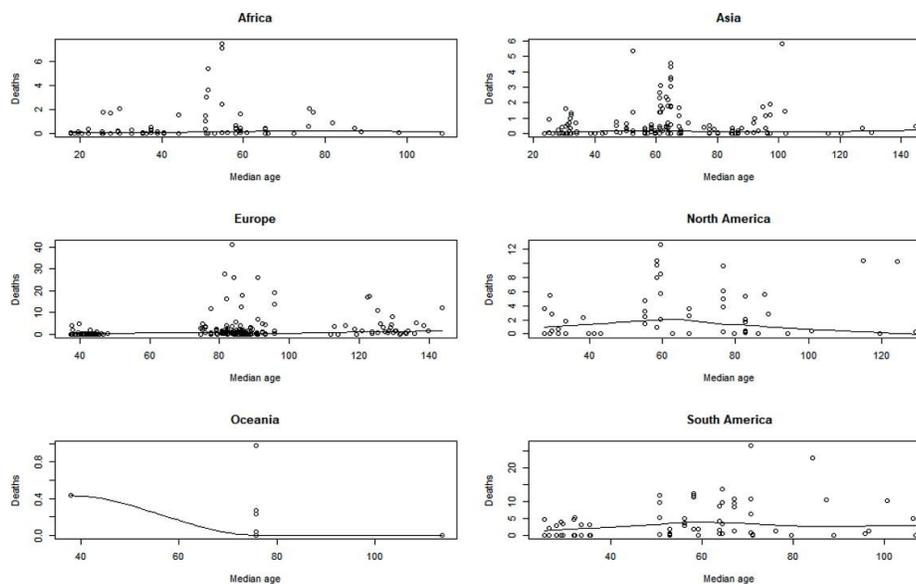


Figura 4. Diagrama de Dispersión con Línea de suavización entre Muertes por millón de COVID y edad mediana.

ç La edad mediana no tiene incidencia aparente en la tasa de muertes COVID por millón, ya que en ninguna región se aprecian asociaciones con correlación positiva aparente. Sin embargo, al apreciar el efecto del tiempo y las regiones sobre los casos de nuevas muertes por millón, se aprecian comportamientos diferentes por niveles de ambas variables categóricas.

En la Figura 5 se aprecia que Sudamérica muestra valores mucho más altos en los últimos meses, seguido de Norte América, pero además se aprecia cómo entre julio y agosto se presentaron más casos de nuevas muertes, y en abril para Europa.

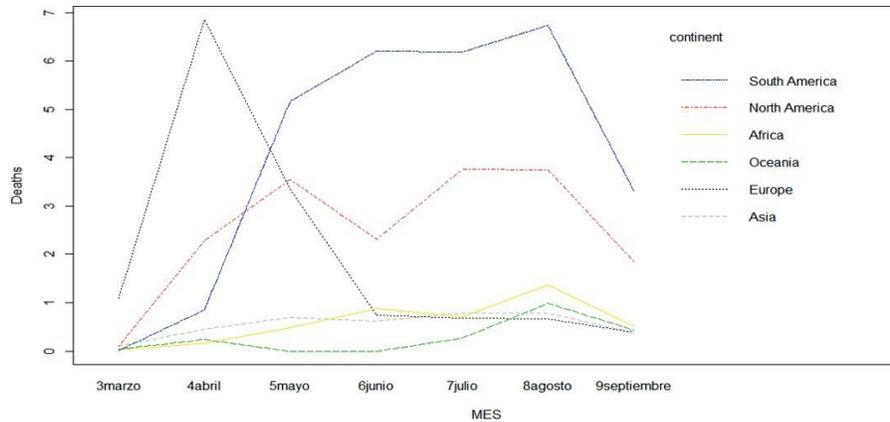


Figura 5. Interacción entre Nuevas muertes, continente y mes.

### ***Modelación para identificar relación entre muertes COVID y el IDH***

Luego de realizar una exploración de modelos lineales mixtos estimados, se encuentra que, para algunos de los modelos explorados, los residuales no cuentan con la distribución normal, lo cual lleva a emplear una estrategia como la transformación basada en potencia, que puede facilitar el cumplimiento de dicho supuesto buscado. Por ello, la variable respuesta se elevó a la potencia de  $\frac{1}{4}$ , lo anterior implica que los efectos son causados sobre esta, pero de manera lineal para las covariables, es decir, pueden ser directamente proporcionales sin ser positivos, o inversamente al ser negativos.

### ***Modelo lineal mixto***

Se estimó el modelo lineal mixto para describir el comportamiento de la frecuencia de muertes mensual y determinar si el IDH tiene algún efecto significativo relevante, y cuáles de las demás

variables mencionadas también tienen efectos sobre este índice.

La significancia de las interacciones se puede apreciar debido a que el valor  $p$  de éstas es inferior al 5%, lo cual también ocurre con la variable mes, que muestra que el número de muertes es mayor a medida que avanza el tiempo. Las interacciones entre el continente y el IDH indican que el efecto de dicho índice depende de la región, siendo mayor para algunos continentes que para otros. Las interacciones entre el continente y las covariables del IDH y el riesgo cardiovascular, indican que las muertes por COVID se comportan diferente en cada región acorde con sus condiciones, y no puede generalizarse un mismo comportamiento para todas.

**Tabla II.** Analysis of Deviance Table (Type III Wald chi square tests)- Root 4 COVIDDEATHS

	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
continent	15,7475	6	0,015176
VI_cardiovasc_death_rate	0,1364	1	0,711893
VI_human_development_index	1,7923	1	0,180649
Mes	65,3473	6	3,66E-12
continent:VI_cardiovasc_death_rate	16,3371	5	0,005945
continent:VI_human_development_index	12,2732	4	0,015431

La estimación de varianza y desviación estándar de los efectos aleatorios se ven en la tabla 2, así como los valores estimados de los fijos. Se aprecia que el IDH tiene mayor efecto en América, en estos casos, a mayor IDH, prevalecen los casos de muertes por COVID en Sur América, Norte América seguidos por Europa y Asia.

**Tabla III.** Varianza de Efectos aleatorios y Efectos Fijos

Random effects:					
Groups Name		Variance	Std.Dev.		
location (Intercept)		0,1133	0,3366		
Residual		0,1703	0,4127		
Number of obs: 658,		groups: location,94			
Fixed effects:					
	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t )
Africa	-0,16520	0,18490	404,80	-0,89300	0,37236
Asia	-0,22940	0,17030	554,80	-1,34700	0,17853
Europe	-0,47140	0,16300	591,80	-2,89300	0,00396
North América	-0,03088	0,23010	476,30	-0,13400	0,89332
Oceanía	0,64570	0,70670	534,70	0,91400	0,36125
South América	0,22140	0,21190	463,90	1,04500	0,29670
VI_cardiovasc_death_rate	0,00017	0,00046	225,90	0,36900	0,71224
VI_human_development_index	0,32290	0,24120	323,80	1,33900	0,18159
Mes4abril	0,29520	0,08102	606,90	3,64300	0,00029
Mes5mayo	-0,06164	0,15250	633,20	-0,40400	0,68624
Mes6junio	0,15930	0,08102	606,90	1,96600	0,04976
Mes7julio	0,12530	0,08102	606,90	1,54700	0,12246
Mes8agosto	0,23230	0,08102	606,90	2,86700	0,00429
Mes9septiembre	0,45490	0,06880	586,30	6,61200	0,00000
Asia:VI_cardiovasc_death_rate	-0,00019	0,00049	219,80	-0,38600	0,69955
Europe:VI_cardiovasc_death_rate	-0,00011	0,00050	218,00	-0,23100	0,81752
North America:VI_cardiovasc_death_rate	-0,00158	0,00104	209,20	-1,52400	0,12902
Oceania:VI_cardiovasc_death_rate	-0,00434	0,00312	632,20	-1,39300	0,16412
South America:VI_cardiovasc_death_rate	-0,00331	0,00105	221,20	-3,16100	0,00180
Asia:VI_human_development_index	0,07342	0,23630	294,20	0,31100	0,75618
Europe:VI_human_development_index	0,27180	0,23230	288,70	1,17000	0,24300
North America:VI_human_development_index	0,42030	0,30690	264,20	1,36900	0,17204
South America:VI_human_development_index	0,81080	0,31560	283,90	2,56900	0,01072

El modelo muestra que, según los residuales por región, se cumple el supuesto de distribución normal, lo cual incide en que no se aprecian sesgos en las inferencias realizadas para las variables y la variable respuesta, casos de muertes por millón de COVID (Tabla IV).

**Tabla IV.** Validación de los residuales del modelo lineal mixto estimado.

Jarque Bera Test
\$África
X-squared = 2,0877, df = 2, p-value = 0,3521
\$Asia
X-squared = 1,7944, df = 2, p-value = 0,4077
\$Europe
X-squared = 20,232, df = 2, p-value = 4,043e-05
\$North America`
X-squared = 1,2141, df = 2, p-value = 0,545
\$Oceanía
X-squared = 0,25294, df = 2, p-value = 0,8812
\$South America`
X-squared = 3,6139, df = 2, p-value = 0,1642

La estimación permite inferir que no sólo el IDH tiene incidencia sobre las muertes por COVID, también la prevalencia del riesgo cardiovascular, sin embargo, no indican la edad mediana, la prevalencia en casos de diabetes o de mayores de 65 años.

## Segundo Modelo lineal Mixto

Al realizar una descomposición del Índice de desarrollo humano, se encuentra que la cantidad de muertes por COVID tiene variación significativa debido al nivel de ingresos per cápita por país, pero no son significativas la escolaridad media o la esperanza de vida, los otros componentes del IDH. En la tabla 4 se aprecian los resultados del segundo modelo.

**Tabla V.** Tabla ANOVA para el segundo Modelo Lineal Mixto

Response: newres			
	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
continent	27,806	6	0,0001022
VI_cardiovas	25,301	1	4,90E-07
LING	10,892	1	0,0009659

En la tabla de efectos se puede apreciar que los efectos son positivos para el riesgo cardiovascular y para el nivel de ingresos brutos per cápita.

**Tabla VI.** Tabla de efectos fijos y aleatorios para el segundo modelo lineal mixto.

Random effects:					
Groups	Name	Variance	Std.Dev,		
Location	(Intercept)	0,1163	0,3411		
Residual	0,2032	0,4508			
Fixed effects:					
	Estimate	Std. Error	Df	t value	Pr(> t )
Africa	-1,6450	0,5769	91,8700	-2,851	0,00538
Asia	-1,8200	0,6507	91,2200	-2,796	0,0063
Europe	-1,6590	0,6715	89,1400	-2,47	0,01541
North América	-1,3760	0,6413	87,9100	-2,145	0,03468
Oceanía	-1,8190	0,7818	84,2400	-2,326	0,02239
South América	-1,1490	0,6265	87,8100	-1,834	0,07009
VI_cardiovasc_death_rate	0,0005	0,0001	571,4000	5,03	6,58E-07
LING	0,2088	0,0633	84,6400	3,3	0,00141

Las técnicas estadísticas han facilitado determinar unas asociaciones entre la prevalencia de muertes por COVID y otras covariables que interactúan por continente, como el IDH y la tasa de enfermedades cardiovasculares lo cual muestra que las incidencias de las muertes dependen de algunas condiciones por cada región. El aumento de muertes no tiene una dependencia significativa con la edad mediana, ni con la prevalencia de diabetes

o la tasa de adultos mayores de 65 años, ya que no se aprecia ni en las evidencias de dispersión, correlación, o significancia global entre la variable respuesta y éstas otras. Sólo se muestra incidencia que puede variar un poco por región, que indican que, con un aumento en la prevalencia de casos de riesgo cardiovascular, mayor IDH, así como un avance en el tiempo, hay mayores casos de muertes por COVID, de forma significativa.

Lo anterior resalta además que las regiones con mayores muertes coinciden con mayores índices de Desarrollo Humano, que son Norte América, Sur América y Europa, excepto por Oceanía, quizás porque aún no hay una alta propagación del virus. El resultado sobre el Índice de Desarrollo Humano muestra que la escolaridad, la esperanza de vida, el ingreso bruto per cápita, tienen incidencia sobre la cantidad de casos y muertes por COVID, lo cual podría ser explicado por las regiones que impactan más esta pandemia, es decir, Sudamérica (principalmente Argentina y Brasil, por ser más altos sus IDH), Norte América (Principalmente Estados Unidos), Europa y en menor escala, Asia, ya que tienen buenas condiciones, pero probablemente se expandió con más rapidez el contagio, lo cual se aprecia en especial, en Sudamérica, donde hay una tasa de contagios muy alta (70,6) comparada con Norteamérica (42.5), Europa (23), o Asia (32.4). Por otro lado, los picos más altos de muertes se presentan entre julio y agosto, meses donde hubo ausencia de confinamientos en estas regiones principalmente.

No cabe duda de que la Pandemia por Covid-19 ha causado una crisis mundial, sobre la cual es necesario deducir las posibles implicaciones sociales que pueda generar. Sin embargo, algunas de las condiciones políticas y económicas podrían quizás ser claves para su control, incluso, para no generar peores impactos a largo plazo. En este sentido, el análisis del comportamiento de ciertas condiciones como el IDH durante la pandemia y su asociación positiva con las muertes, por lo menos en el corto plazo, puede sugerir que es probable que prime mantener la economía, sostener el ingreso, antes que la salud lo que genera grandes controversias. Aunque, el desarrollo tiene como característica el aumento de los niveles de bienestar y de interdependencia e interacción entre los individuos de una región, por el incremento y variedad de espacios de estudio, trabajo, esparcimiento, ocio, entre otros, que implican e incentivan el acercamiento entre los sujetos incrementando y facilitando ostensiblemente

las posibilidades de contagios por la transmisión del virus.

Sin embargo, es indiscutible que un alto nivel de IDH puede potenciar e incrementar las probabilidades de enfrentar satisfactoriamente la pandemia y disminuir sus efectos devastadores (Bhattacharya, 2020), aportando la infraestructura requerida para mitigar los contagios y prevenir las muertes; además un mayor capital e infraestructura social, exhiben mejores condiciones para una recuperación post pandemia. Cobra vigencia el falso dilema economía versus derechos humanos, como lo plantea Bachelet y Segato (2020), se debe procurar salvar ambos, que la economía funcione para asegurar la reproducción social a la par que se salvaguarda la salud y vida de las personas, evitando que ambos se colapsen.

No es factible una recuperación económica, sin un control de la pandemia, en ese sentido los gobiernos, según la situación de cada país, deben hacer un enorme esfuerzo fiscal en la determinación de medidas del corto plazo como el ingreso básico de emergencia, y combinar con otras de mediano y largo plazo para entregar transferencias monetarias permanentes, tanto para las personas en situación de pobreza, como para la población de ingresos bajos no pobres y los medios bajos, lo que redundara en un avance significativo hacia un ingreso básico universal, con montos que permitan erradicar el flagelo la pobreza, a la vez que democratiza la distribución del ingreso CEPAL (2020a). La situación actual ha puesto de manifiesto lo imperativo de reducir las desigualdades regionales conexas al desarrollo (Orozco Rivera, 2021), al menos en la historia reciente; y de forma paralela la necesidad de una intervención estatal efectiva para promover el desarrollo y la cooperación allí donde el mercado ha propiciado desigualdades y la pandemia ha profundizado la brecha para el logro de los objetivos sociales de supervivencia y bienestar.

Para el caso de América Latina y el Caribe, como consecuencia del COVID-19, se vislumbra una contracción del PIB del 9,1% y un aumento del desempleo de 5,4 puntos porcentuales CEPAL (2020). Para responder de forma acertada a la mayor reducción de la actividad económica registrada en la historia reciente, es imperativo implementar un nuevo modelo de desarrollo en la región, y para ello se requiere generar información desde diferentes perspectivas que aporten a su construcción. Dicho índice depende de la esperanza de vida al nacer, de los años de escolaridad alcanzables, el ingreso bruto per cápita, aspectos que tienen asociación con los casos de mortalidad por el virus, sin embargo, los hallazgos permiten apreciar cómo a mayor IDH mayor impacto sobre las muertes por COVID-19, donde las variables relacionadas con mayor actividad industrial, social y comercial han tenido mayor continuidad, poco confinamiento, más contagios y, por ende, más muertes.

Es así como, en lo referente al sector productivo, que tiene incidencia en el ingreso bruto per cápita, como componente del IDH, la CEPAL (2020b) sugiere tener en cuenta la vocación específica de las empresas y priorizar la protección de los empleados, los consumidores y la sociedad en general, sugiriendo clasificar las firmas por el nivel de esencialidad de sus productos y servicios; el potencial para dinamizar la economía, su impacto económico y el riesgo de transmisión asociado.

Los resultados son consistentes con Shahbazi y Khazaei (2020), quienes identificaron el papel del IDH en las tasas de incidencia y mortalidad de COVID-19 en el mundo, encontraron una correlación directa significativa entre la incidencia y la tasa de mortalidad y el IDH. En la misma línea, Huerta (2020), afirma como el desarrollo, que se asocia con mejores niveles de bienestar social, también acarrea mayores grados de interdependencia e interacción entre la población, asociados a su vez, con mayores niveles de contagio del virus; por tanto, las áreas con mejores condiciones de desarrollo y de capital

social son las más afectadas negativamente por el virus en el corto plazo.

Por su parte, Cotes, M. (2020), plantea que sus resultados transgreden la lógica, pues la mortalidad resulta superior en los países con mayor IDH, y presenta información de % de mortalidad, que muestran que los países con mayor IDH tienen una mortalidad por encima del promedio mundial: aunque la situación no parece replicarse cuando se trata de análisis micro, como es el caso de un estudio descriptivo regional, llevado a cabo en dos barrios del Estado de Ceará, donde de Araujo y de Morais (2020), argumentan que a menor IDH mayor muertes por COVID19.

## Conclusiones

La edad media de la población es mucho más alta en Europa, seguida de Oceanía, Norteamérica, Suramérica y por último África, sin embargo, la tasa de mortalidad es mucho más alta en América en general, seguido de Europa, África y Asia, aspecto que no parece indicar asociación alguna con la edad media prevalente.

La cantidad de nuevas muertes durante los primeros seis meses de pandemia por COVID-19 no tiene una asociación lineal igual con respecto al índice de Desarrollo Humano para todos los continentes, ya que los diagramas de dispersión no se aprecian todos con una correlación positiva, por la línea de suavización en ascendencia.

A medida que avanzó el tiempo, se presentan más nuevas muertes por millón en las regiones de Norte América, Sur América, Oceanía, y ligeramente, Asia. No sólo el IDH tiene incidencia sobre las muertes por COVID, también la prevalencia del riesgo cardiovascular, sin embargo, no indican la edad mediana, la prevalencia en casos de diabetes o de mayores de 65 años.

Al realizar una descomposición del Índice de Desarrollo Humano, se encuentra que la cantidad

de muertes por COVID tiene variación significativa debido al nivel de ingresos per cápita por país, pero no son significativas la escolaridad media o la esperanza de vida, los otros componentes del IDH. En la tabla 4 se aprecian los resultados del segundo modelo. Los efectos son positivos para el riesgo cardiovascular y para el nivel de ingresos brutos per cápita, lo que sugiere que el incremento en el nivel de ingresos brutos es un aspecto asociado al aumento en cantidad de nuevas muertes por COVID, razón por la cual, se puede inferir que los países con mayores industrias, actividad económica que pudo tener mayor continuidad a pesar de la pandemia. Lo anterior confirma la inferencia previa del IDH y permite indicar que la escolaridad o esperanza media de vida no es tan relevante para los casos de muertes vistos por la pandemia.

## Referencias

- Bachelet, M. & Segato, R. L. (2020). *Covid-19 y derechos humanos: La pandemia de la desigualdad*. Editorial Biblos.
- Bhattacharya, D. (2020). Desafíos iniciales en la implementación de los ODS: tendencias regionales y experiencias de cada país. Estado global de los ODS.
- Caetano, F., Araújo, J. & Khan, A. (2019). Factores condicionantes do desenvolvimento socioeconômico na América Latina: uma análise sob a perspectiva do PIB e dos indicadores globais de governança. *Interações (Campo Grande)*, 20(1), 95-109. Epub April 08, 2019. <https://dx.doi.org/10.20435/inter.v0i0.1646>
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2020), “Enfrentar los efectos cada vez mayores del COVID-19 para una reactivación con igualdad: nuevas proyecciones”, Informe Especial COVID-19, N° 5, Santiago, 15 de julio
- CEPAL. (2020a). Salud y economía: una convergencia necesaria para enfrentar el COVID-19 y retomar la senda hacia el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe.
- Cotes, M. (2020) La verdad en los tiempos del COVID-19. consultado <https://mauriciocotes.wordpress.com/2020/05/12/la-verdad-en-los-tiempos-del-covid-19/>
- Cruz, M. P., Santos, E., Cervantes, M. V., & Juárez, M. L. (2021). COVID-19, una emergencia de salud pública mundial. *Revista Clínica Española*, 221(1), 55-61.
- de Araujo, I. & de Morais, A. (2020). COVID-19 no Estado do Ceará: Impacto do índice de desenvolvimento humano (IDH) na casuística. *Brazilian Journal of Health and Pharmacy*, 2(3), 21-30.
- Díaz-Reyna, D., Pineda-Cásares, F., Andrade-Galicia, A., Aguilar-García, C. R., Gutiérrez-Ortiz, M., & Gelover-Manzo, R. (2021). Frecuencia de anosmia y disgeusia en pacientes hospitalizados con SARS-CoV-2. *Medicina Interna de México*, 37(1), 56-61.
- García, M., Castellana, N., Rapelli, C., Koeli, L. & Catalana, M. (2014). Criterios de información y predictivos para la selección de un modelo lineal mixto. *SaberEs*(6), 61-76.
- García de León, A. (2020). Indicadores básicos y tendencias espacio-temporales en 20 países por mortalidad COVID-19.
- Gilani, S., Roditi, R. & Naraghi, M. (2020). COVID-19 and anosmia in Tehran, Iran. *Medical Hypotheses*, 109757.
- Huerta, M. (2020). Capital Social, Covid-19 y Desarrollo Regional. Comentarios a Una Relación Relevante. *Panorama Económico*, 16(32), 51-70.

- Khazaei, Z., Sohrabivafa, M., Darvishi, I., Naemi, H., & Goodarzi, E. (2020). Relation between obesity prevalence and the human development index and its components: an updated study on the Asian population. *Journal of Public Health*, 1-7.
- Lorenzo, C. (2020). Medición de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la Unión Europea a través de indicadores compuestos. *Documentos de trabajo (Fundación Carolina): Segunda época*, (2), 1.
- Maciel, J. A. C., Castro-Silva, I. I., & Farias, M. R. D. (2020). Initial analysis of the spatial correlation between the incidence of COVID-19 and human development in the municipalities of the state of Ceará in Brazil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 23, e200057.
- Mangaraj, B. K. & Aparajita, U. (2020). Constructing a generalized model of the human development index. *Socio-Economic Planning Sciences*, 70, 100778.
- Matrajt, L. & Leung, T. (2020). Evaluating the effectiveness of social distancing interventions to delay or flatten the epidemic curve of coronavirus disease. *Emerging infectious diseases*, 26(8), 1740.
- Namayandeh, S. M., Khazaei, Z., Najafi, M. L., Goodarzi, E. & Moslem, A. (2020). GLOBAL Leukemia in Children 0-14 Statistics 2018, Incidence and Mortality and Human Development Index (HDI): GLOBOCAN Sources and Methods. *Asian Pacific journal of cancer prevention: APJCP*, 21(5), 1487.
- Oldekop, J. A., Horner, R., Hulme, D., Adhikari, R., Agarwal, B., Alford, M., ... & Bebbington, A. J. (2020). COVID-19 and the case for global development. *World Development*, 134, 105044.
- Organização Pan-americana da Saúde. (2020). Como estimar a mortalidade pela doença do novo coronavírus (COVID-19). Informe científico. 4 de agosto de 2020. Disponible en: <https://covid19-evidence.paho.org/handle/20.500.12663/2248>
- Organização Pan-Americana da Saúde. (2020). Critérios de saúde pública para ajustar as medidas sociais e de saúde pública no contexto da doença causada pelo novo coronavírus (COVID-19), 12 de maio de 2020. Disponible en: <https://covid19-evidence.paho.org/handle/20.500.12663/1899>
- Organización Panamericana de la Salud. (2020). COVID-19 y comorbilidades en las Américas: Antecedentes - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/covid-19-comorbilidades-americas-antecedentes>
- Organización Panamericana de la Salud. (2020). Atlas y Mapas Interactivos de Emergencias en Salud de la OPS. Enfermedad por Coronavirus (COVID-19) en las Américas. Disponible en: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13224:paho-health-emergencias-interactive-atlas-and-maps&Itemid=39332&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=13224:paho-health-emergencias-interactive-atlas-and-maps&Itemid=39332&lang=es)
- Organización Mundial de la Salud (2020). Coronavirus (CoV) GLOBAL. Disponible en: <https://www.who.int/es/health-topics/nutrition>
- Organización Mundial de la Salud (2020a). Medidas decisivas de preparación, disposición a la acción y respuesta frente a la COVID-19. Orientaciones Provisionales. 24 de junio de 2020.
- Orozco Rivera, E. (2021). Presentación del Informe Regional de Desarrollo Humano 2021 del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Atrapados: Alta desigualdad y bajo crecimiento en América Latina y el Caribe.

- Orús A. (2020). Países con más casos de coronavirus en el mundo. Statista. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/1091192/paises-afectados-por-el-coronavirus-de-wuhan-segun-los-casos-confirmados/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2020). COVID-19: el desarrollo humano va camino de retroceder este año por primera vez desde 1990 | PNUD. Disponible en: [https://www.undp.org/content/undp/es/home/news-centre/news/2020/COVID19\\_Human\\_development\\_on\\_course\\_to\\_decline\\_for\\_the\\_first\\_time\\_since\\_1990.html](https://www.undp.org/content/undp/es/home/news-centre/news/2020/COVID19_Human_development_on_course_to_decline_for_the_first_time_since_1990.html)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2019). Informe Anual 2019. Disponible en: <https://annualreport.undp.org/es/>
- Ramírez, D. R., Saza, M. S. J., & Pallares, P. (2021). Desde la visión de las preferencias cual es el mejor manejo de la pandemia por SARS-CoV-2.
- Sanoussi, Y., Ahinkorah, B. O., Banke-Thomas, A. & Yaya, S. (2020). Assessing and decomposing inequality of opportunity in access to child health and nutrition in sub-Saharan Africa: evidence from three countries with low human development index. *International Journal for Equity in Health*, 19(1), 1-16.
- Shahbazi, F. & Khazaei, S. (2020). Socio-economic inequality in global incidence and mortality rates from coronavirus disease 2019: an ecological study. *New microbes and new infections*, 38, 100762.
- Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe (2020). ONU califica como «crisis sistémica del desarrollo humano» a pandemia de Covid-19 | SELA. Disponible en: <http://www.sela.org/es/prensa/servicio-informativo/20200430/si/64033/onu>
- Torres, I. & Herrera, R. (2021). Estrategias de Atención Primaria en salud en cinco países latinoamericanos. *AVFT–Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 40(7).
- Valencia, M., Salazar, J. & Correa, J. (2014). Prueba para normalidad sesgada en el modelo lineal mixto con intercepto aleatorio. *Rev. Fac. Cienc.*, 3(1), 56-69.
- Verbeke, G., Molenberghs, G. (2009). *Linear Mixed Models for Longitudinal Data*. New York: Springer.
- Zhang, W., Zhao, Y., Zhang, F., Wang, Q., Li, T., Liu, Z., ... & Zeng, X. (2020). The use of anti-inflammatory drugs in the treatment of people with severe coronavirus disease 2019 (COVID-19): The experience of clinical immunologists from China. *Clinical Immunology*, 108393.