



## ORIGINAL

# Propuesta de análisis territorial para enfrentar la pandemia por SARS-CoV-2 basado en el perfil de neumonía e influenza en Ecuador 2016-2018



Paulina Ríos Quituzaca<sup>a,b,\*</sup>, Lilian Calderón<sup>b</sup>, Santiago Piedra<sup>c</sup>, Jhon Guerrero<sup>a</sup> y Alberto Narvárez<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Médicas, Quito, Ecuador

<sup>b</sup> Universidad de Sao Paulo, Facultad de Medicina de Ribeirao Preto, Sao Paulo, Brasil

<sup>c</sup> Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín. Quito, Ecuador

Recibido el 20 de junio de 2020; aceptado el 7 de enero de 2021

Disponible en Internet el 23 de febrero de 2021

## PALABRAS CLAVE

COVID-19;  
Neumonía;  
Pandemia;  
Población vulnerable;  
virus SARS;  
Riesgo

## Resumen

**Objetivo:** Analizar determinantes sociodemográficos relacionados con IRAg y calcular un índice de priorización en los cantones de Ecuador para identificar áreas vulnerables para transmisión COVID-19.

**Diseño:** Estudio observacional ecológico descriptivo.

**Emplazamiento:** Doscientos veinticuatro cantones de Ecuador con fuentes de datos secundarios de información hospitalaria.

**Participantes:** La unidad de medida fueron 224 cantones de Ecuador, en los cuales se analizó tasas de morbilidad y letalidad por IRAg con datos de egresos hospitalarios (2016-2018).

**Mediciones principales:** Se estructuraron 8 variables sociodemográficas y se aplicaron pruebas correlacionales (modelo de regresión múltiple). El índice de priorización considera criterios de eficiencia, eficacia, tamaño de efecto y equidad; usando la suma para cada indicador, se calculó el puntaje de priorización.

**Resultados:** Factores asociados con morbilidad por IRAg fueron: escolaridad, urbanización y densidad poblacional; para mortalidad fueron escolaridad y etnia (indígena) IRR:1,09 (IC95%:1,06-1,15), IRR:1,02 (IC95%:1,02-1,03) respectivamente. Con letalidad se asociaron los cantones con población mayor de 60 años (IRR:1,05 IC95%:1,03-1,07). Se obtuvo 86 cantones de alta prioridad, mayoritariamente localizados en la región sierra centro y la provincia de Morona Santiago.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [paulina.riosq@gmail.com](mailto:paulina.riosq@gmail.com) (P. Ríos Quituzaca).

*Conclusiones:* Morbimortalidad por IRA grave en Ecuador se asoció a factores sociales y demográficos. Los ejercicios de priorización que consideran estos factores permiten identificar territorios vulnerables durante la propagación de enfermedades respiratorias. Determinantes sociales propios de cada territorio deben sumarse a factores individuales conocidos, para analizar riesgo y vulnerabilidad por COVID.

© 2021 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## KEYWORDS

COVID-19;  
Pneumonia;  
Pandemics;  
Vulnerable population;  
SARS virus;  
Risk

## Proposal for territorial analysis to face the SARS-CoV-2 pandemic based on the Profile of pneumonia and Influenza in Ecuador 2016-2018

### Abstract

*Objective:* The present study seeks to analyse sociodemographic determinants related to severe acute respiratory infections (SARI) and calculate the prioritization index in the cantons of Ecuador to identify areas probably most vulnerable to COVID-19 transmission.

*Design:* This descriptive ecological observational study.

*Setting:* 224 cantons (geographical area) of Ecuador with secondary data sources of hospital information.

*Participants:* The unit of measurement was 224 cantons of Ecuador, in which analysed morbidity and lethality rates for SARI using hospital release data (2016-2018).

*Main measurements:* Eight sociodemographic indicators were structuralized, and correlation tests applied for a multiple regression model. The prioritization index was created with criteria of efficiency, efficacy, effect size (IRR) and equity. Using the sum of the index for each indicator, the prioritization score was calculated and localized in a territorial map.

*Results:* Morbidity associated factors where: school attendance years, urbanization and population density; for mortality resulted: school attendance and ethnics (indigenous) IRR: 1.09 (IC95%:1.06-1.15) and IRR: 1.024 (IC95%:1.02-1.03) respectively. With lethality where related cantons, with population older than 60 years, IRR: 1.049 (IC95%: 1.03-1.07); 87 cantons had high priority mostly localized in the mountain region and the Morona Santiago Province.

*Conclusions:* Morbidity and mortality of SARI in Ecuador are associated to social and demographic factors. Prioritization exercises considering these factors permit the identification of vulnerable territories facing respiratory disease propagation. The social determinants characteristic for each territory should be added to known individual factors to analyse the risk and vulnerability for COVID in the population.

© 2021 The Authors. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Antecedentes

La neumonía e influenza se han mantenido dentro de las primeras causas de muerte en Ecuador y aunque en los últimos años ha cedido a las enfermedades crónicas, en el 2011 se situó en el quinto lugar como causa de muerte<sup>1</sup>. La tasa de incidencia anual de neumonía e influenza ya sea por causa bacteriana, viral o no definida corresponde a 1,8 casos por cada 1.000 habitantes (29 a 31 mil casos anuales), y mantiene una curva de comportamiento estacional con pico en mayo y noviembre-diciembre, llegando a ser en el 2018 la tercera causa de egresos hospitalarios<sup>2,3</sup>.

La enfermedad por el nuevo coronavirus (COVID-19) forma parte del grupo de las infecciones respiratorias agudas graves (IRAG). El virus causante de la COVID (SARS-CoV-2) se suma a la circulación de otros virus respiratorios como H1N1, H3N2, virus sincitial respiratorio los cuales son parte de la vigilancia epidemiológica de las IRA graves en Ecuador<sup>4,5</sup> porque mantienen una circulación activa. Los coronavirus son virus RNA con envoltura que causan

enfermedades respiratorias de diversa gravedad, desde el resfriado común hasta la neumonía mortal<sup>6</sup>. Dos coronavirus causan infecciones respiratorias en los seres humanos mucho más graves y de mayor letalidad que el SARS-CoV-2 y han causado brotes importantes de neumonía mortal en el siglo XXI: MERS-Cov y SARS-Cov<sup>7</sup>.

La alerta epidemiológica mundial sobre el nuevo coronavirus (SARS-CoV-2) fue publicada el 30 de enero de 2020 por la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>8</sup>. El gobierno de Ecuador, un país localizado en la región noreste de América del Sur, declaró Emergencia Sanitaria el 11 de marzo, después de que el primer caso fue reportado el 29 de febrero en Babahoyo-Los Ríos<sup>9</sup>. El mayor predominio de casos se encuentra en la región costa (provincia del Guayas), con etapa de transmisión comunitaria en las provincias de Guayas, Pichincha y Azuay y con progresiva expansión a todo el país<sup>10</sup>.

Ecuador posee una población de 17.464.092 habitantes, densidad poblacional de 61,6 h. por Km<sup>2</sup>. Ecuador, de acuerdo con la división político-administrativa del censo

2010, está formado por 24 provincias y 224 cantones, que constituyen circunscripciones territoriales conformadas por parroquias con una población residente de al menos 50.000 habitantes<sup>11,12</sup>, ubicados en 4 regiones naturales (Costa, Sierra, Amazonia y Galápagos). El 66% de la población vive en el área urbana. La esperanza de vida al nacer es de 79,1 años de las mujeres y de 73,7 años para los hombres. El 10,9% de la población es adulta mayor de 60 años. La pobreza extrema es del 8,4%, empleo 40,6%, desempleo 5,7% en mujeres y 3,6% en hombres. El gasto total en salud como porcentaje del PIB en el año 2014 fue del 9,2<sup>13,14</sup>.

La actual pandemia del SARS-CoV-2 posee una alta transmisibilidad con un número de reproducción básico ( $R_0$ ) de 5,7 (95% CI 3,8-8,9)<sup>15</sup> y mayor gravedad en personas con comorbilidades<sup>6</sup> y en mayores de  $\geq 50$  años<sup>6,16</sup>. Si bien el riesgo de propagación de un patógeno está influenciado por factores específicos del mismo, el impacto en la población puede estar influenciado por factores relacionados con determinantes sociales y la vulnerabilidad.

Las condiciones socioeconómicas, la estructura de los sistemas de salud, la relevancia de la salud en los presupuestos nacionales, los recursos sanitarios, el comportamiento migratorio, los mecanismos de movilización de la población, la etnia<sup>17</sup>, la educación, el trabajo, la vivienda, los servicios básicos, los hábitos de vida<sup>16,17</sup> entre otros, ponen a prueba la organización y preparación de los estados frente a la pandemia<sup>18</sup>.

La vulnerabilidad social es más que la simple exposición al riesgo (situaciones adversas). Constituye una combinación de eventos, procesos o rasgos que entrañan adversidades potenciales con la incapacidad de respuesta e inhabilidad para adaptarse a los riesgos existentes o potenciales<sup>19,20</sup>. Una persona vulnerable es aquella cuyo entorno personal, familiar, relacional, profesional, socioeconómico o hasta político padece alguna debilidad y en consecuencia, se encuentra en una situación de riesgo<sup>21</sup>.

Una de las estrategias importantes para reducir el impacto social, económico y político frente a una pandemia, es el uso de herramientas analíticas para evaluar el riesgo y la vulnerabilidad de las poblaciones. Realizar un análisis geográfico histórico de los factores de riesgo de morbilidad grave y mortalidad por IRAG y conocer su distribución a nivel cantonal, nos permitiría identificar las áreas geográficas más vulnerables en la etapa de transmisión comunitaria sostenida de COVID-19 presente en Ecuador. Por ello, el objetivo del presente estudio fue identificar los determinantes sociales, demográficos y ambientales relacionados con las IRA graves y utilizarlos para identificar territorios geográficos vulnerables mediante la aplicación de ejercicios de priorización.

## Métodos

Se realizó un estudio ecológico descriptivo. Se utilizó como unidad de análisis los cantones, como datos agregados. Se construyeron un total de doce indicadores, cuatro de efecto y ocho de determinación sociodemográfica, divididos en 3 criterios: magnitud, riesgo y determinantes sociodemográficos.

Para los indicadores de magnitud se obtuvieron las bases de datos de egresos hospitalarios de Ecuador en el periodo

2016-2018 del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Se utilizó la Clasificación Internacional de Enfermedades Décima Revisión (CIE-10) para obtener todos los egresos hospitalarios del libro X del CIE-10 (enfermedades del sistema respiratorio). Se seleccionaron los códigos J09-J18, correspondientes a infecciones de vías respiratorias inferiores causantes de IRAG<sup>22</sup>. El reporte de egresos hospitalarios incluye unidades de salud del sector público como privado.

Los indicadores de riesgo se obtuvieron sumando los casos de los tres años y se calcularon las tasas de mortalidad general dividiendo la suma de los casos para la población trianual y tasas de letalidad por neumonía por cada uno de los 224 cantones.

Los indicadores de determinación sociodemográfica fueron definidos en base a los criterios de vulnerabilidad como edad, etnia y otros identificados en estudios a nivel individual<sup>23,24</sup>, identificando información disponible en bases de datos oficiales. Los ocho indicadores fueron: proporción de población urbana, densidad poblacional, altura promedio de los cantones, proporción de mayores de 60 años, promedio de años de escolaridad, proporción de mestizos, proporción de indígenas, proporción de afroecuatorianos. Las fuentes de datos de estos indicadores fueron tomados de las proyecciones de población del INEC por cantón<sup>25</sup>. La información de la altitud promedio por cantones se tomó del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)<sup>26</sup>.

Se realizó un análisis de correlación de Spearman de los eventos (tasas de egresos, mortalidad, letalidad y número de casos) con cada uno de los ocho indicadores de determinación sociodemográfica. Para evaluar el tamaño de efecto, se seleccionaron seis variables sociodemográficas que presentaron asociaciones estadísticamente significativas. Se aplicó el modelo de regresión de Poisson, y se calculó las razones de tasas de incidencia con IC95% (incidence rate ratio [IRR] por sus siglas en inglés).

Para la priorización de los territorios, se transformaron los indicadores de cada valor cantonal en la proporción de percentiles utilizando la metodología de transformación nominal de Narváez y Moreira<sup>27</sup>, con el siguiente método:

Percentil en proporción =  $(V. \text{obs.} - V. \text{mínimo}) / (V. \text{máximo} - V. \text{mínimo})$

- V. obs. = valor observado de cada casillero.
- V. mínimo = valor más bajo de la serie.
- V. máxim = valor más alto de la serie.

Posteriormente se ponderaron los percentiles de las variables con puntajes de 1 y 2, con base a los criterios de eficiencia, eficacia, tamaño de efecto y vulnerabilidad (tabla 1).

Se calculó un puntaje de priorización sumando los percentiles de cada uno de los 224 cantones. Se realizó un mapa por cantones con los puntajes de priorización mediante el programa SIG ArcGis para visualizar los patrones de comportamiento geográfico e identificar las áreas de mayor riesgo.

Para establecer categorías de prioridad, se ordenaron los puntajes en forma descendente y se calculó el porcentaje relativo y acumulado de egresos hospitalarios de cada cantón. Se hizo un gráfico de Pareto con los porcentajes

**Tabla 1** Criterios y ponderación de los indicadores seleccionados

Criterio	Categoría	Indicador	Criterio de ponderación	Ponderación		
Magnitud Riesgo	Morbilidad grave	1. Número de egresos hospitalarios	Eficiencia	2		
	Morbilidad grave	2. Tasa de egresos hospitalarios por 1000		2		
Determinantes sociodemográficos	Muerte	3. Tasa de defunciones por 1000 habitantes	Efectividad	1		
		4. Tasa de letalidad		2		
	Determinantes sociodemográficos		5. Proporción población urbana	Eliminada no significativa		
			6. Densidad poblacional		Tamaño de efecto	1
			7. Altura promedio cantones		Tamaño de efecto	1
			8. Proporción de mayores 60 años		Tamaño de efecto	2
			9. Promedio años de escolaridad		Tamaño de efecto	2
			10. Proporción de mestizos		Eliminada no significativa	
			11. Proporción de indígenas			Tamaño de efecto y vulnerabilidad
			12. Proporción de afroecuatorianos		Eliminada no significativa	

Fuente: elaboración propia.

acumulados y se establecieron tres puntos de corte en los puntos de inflexión de la curva, con los cuales se clasificó los cantones en cuatro niveles de prioridad: muy alta, alta, media y baja.

Para los cálculos se utilizó el programa Microsoft Excel 8.0<sup>®</sup> y el programa STATA 16.0<sup>®</sup>.

## Resultados

### Indicadores de magnitud, riesgo y determinantes sociodemográficos

Se observó que las tasas de neumonía se encuentran dispersas. Algunos cantones de la Amazonia como Morona Santiago y de la región Sierra Centro, presentan tasas altas de morbilidad y mortalidad. Mientras que la población mayor de 60 años, la cual se considera vulnerable, está ubicada mayoritariamente en los cantones de las provincias de Sierra Central (fig. 1).

### Indicadores sociodemográficos relacionados con magnitud y riesgo

Los factores asociados a un mayor número de casos de IRAG fueron: el promedio de años de escolaridad (IRR = 1,81, p = 0,000) así como la proporción de población que habita en áreas urbanas y de mayor densidad. Las tasas de IRAG se asociaron al promedio de años de escolaridad, seguido de población mayor de 60 años y población que se autoidentifica indígena. Mientras que para las tasas de letalidad y mortalidad general, la proporción de cantones con población mayor de 60 años fue el factor asociado con mayor tamaño de efecto (IRR) (tabla 2).

### Ejercicio de priorización de cantones con criterios de ponderación

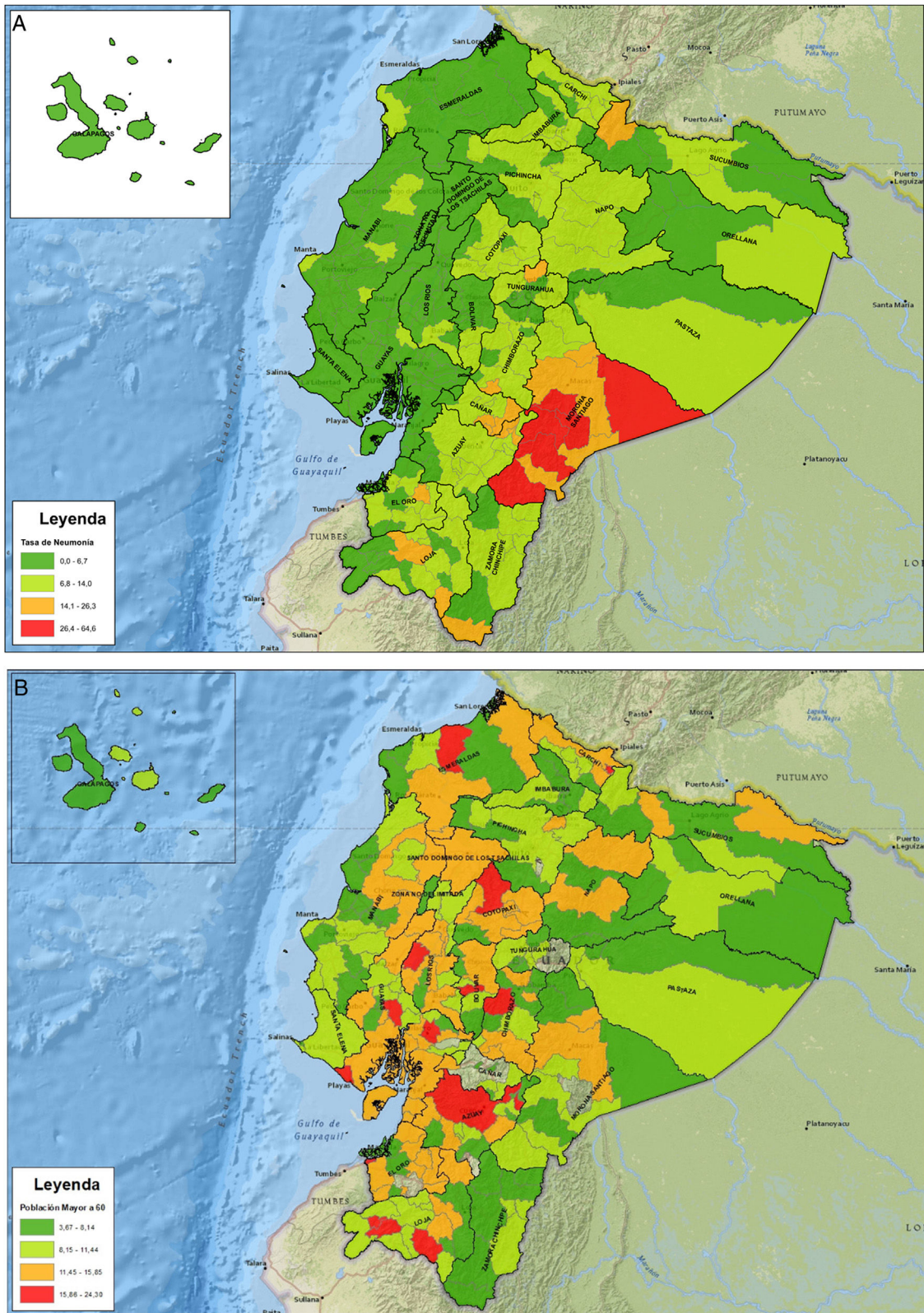
Se diferenciaron los cantones por prioridad, donde se identificó que aquellos de la región Sierra Centro, junto a varios cantones de la provincia de Morona Santiago prevalecen como los de mayor vulnerabilidad, y por ende «alta prioridad» para las intervenciones preventivas, de control y mitigación (fig. 2).

Finalmente, posterior al ejercicio de priorización, se identificaron 15 cantones como prioridad «muy alta» (6,7%), 71 cantones con prioridad alta (32,14%), 87 cantones de prioridad media (38,84%) y 50 cantones de prioridad baja (22,32%) (fig. 3). El detalle de los cantones con prioridad muy alta, alta, media y baja se puede visualizar en el anexo suplementario.

## Discusión

Las infecciones respiratorias representan una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en la población general a nivel mundial. Estudios de base poblacional en países de elevados ingresos económicos han proporcionado información clave sobre la epidemiología y etiología de estas infecciones. Sin embargo, existe poca información disponible de países de bajos y medianos ingresos<sup>28</sup>.

Aunque la principal afectación de la COVID-19 sea a personas mayores de 60 años o con comorbilidades, existen factores poblacionales que están relacionados con las IRAG como: el saneamiento y prácticas higiénicas<sup>29</sup>, la vulnerabilidad económica<sup>30</sup>, la urbanización<sup>31</sup> o la etnia<sup>17</sup>. Varios estudios han identificado a nivel individual factores que podrían estar relacionados con mayor morbilidad (egresos hospitalarios) para IRAG<sup>23,24</sup>. El presente estudio amplía dicho análisis, identificando cantones que podrían tener mayor riesgo de morbilidad grave y letalidad, frente a una



**Figura 1** Cantones de Ecuador 2016- 2018. A) Tasa de neumonía. B) Proporción de población mayor de 60 años. La figura muestra los mapas de la tasa de IRA grave por cantón, así como los cantones con la mayor proporción de población mayor de 60 años. Se puede observar que las tasas de neumonía se encuentran dispersas y sobre todo afectan fuertemente a la provincia de Morona Santiago, y varios cantones de la región Sierra Centro. Mientras que la población mayor de 60 años, la cual se considera vulnerable, está ubicada mayoritariamente en los cantones de las provincias de Sierra Central. Fuente: elaboración propia. INEC egresos hospitalarios 2016-2018 J08- J18 y proyecciones poblacionales del censo 2010.

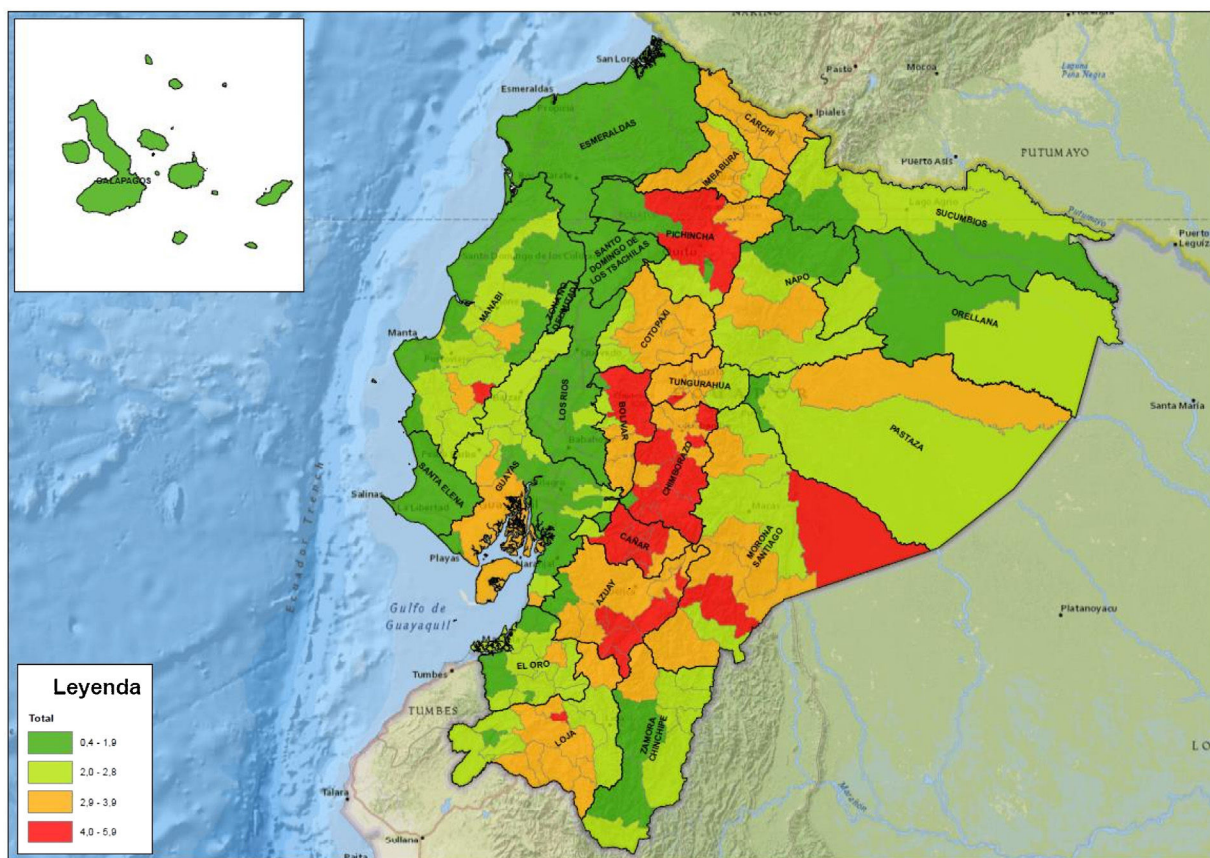
**Tabla 2** Determinaciones sociales de la morbilidad por egresos hospitalarios. Ecuador, 2016-2018

	Proporción de población urbana n = 220	Densidad hab. por Km <sup>2</sup> n = 221	Altura promedio por cantón msnm n = 221	Proporción de población mayor de 60 años n = 221	Promedio de años de escolaridad por cantón n = 221	Proporción de población indígena n = 221	Proporción de población mestiza n = 221	Proporción de población afro n = 221
<i>Número de casos de IRAG</i>								
<i>rho</i>	0,321	0,407	0,077	-0,114	0,341	0,233	-0,098	0,130
<i>Valor p</i>	0,000	0,000	0,300	0,096	0,000	0,001	0,120	0,055
IRR	1,021	1,008			1,807	1,000		
IC95%	1,01-1,01	1,00-1,00			1,80-1,82	1,01-1,01		
<i>Tasa de IRAG</i>								
<i>rho</i>	-0,039	-0,183	0,573	0,165	0,138	0,357	0,235	-0,446
<i>Valor p</i>	0,561	0,007	0,000	0,014	0,043	0,000	0,001	0,000
IRR			1,000	1,024	1,099	1,024	1,016	
IC95%			1,00-1,00	1,01-1,04	1,06-1,15	1,02-1,03	1,01-1,02	
<i>Tasa de letalidad por IRAG</i>								
<i>rho</i>	0,052	0,262	0,024	0,314	-0,106	-0,223	0,173	0,045
<i>Valor p</i>	0,448	0,000	0,669	0,000	-0,102	0,001	0,009	0,501
IRR		1,000		1,049		0,988	0,997	
IC95%		1,00-1,00		1,03-1,07		0,98-0,99	0,99-1,00	
<i>Tasa de mortalidad general</i>								
<i>rho</i>	-0,002	0,012	0,522	0,375	0,075	0,127	0,378	-0,383
<i>Valor p</i>	0,972	0,900	0,000	0,000	0,249	0,052	0,000	0,000
IRR			1,000	1,033		1,011	1,017	1,001
IC95%			1,00-1,00	1,01-1,06		1,00-1,02	1,01-1,03	0,98-1,02

En la tabla 2 se presenta los resultados de las correlaciones de los indicadores analizados, así como la razón de tasa de incidencia (IRR) con el IC95%, obtenida a partir de los coeficientes de regresión de Poisson. Los factores asociados a un mayor número de casos de IRA grave son el promedio de años de escolaridad (IRR = 1,81, p = 0,000) así como la proporción de población que habita en áreas urbanas y de mayor densidad. Las tasas de IRA graves también se asocia al promedio de años de escolaridad, seguido de población mayor de 60 años y población que se autoidentifica indígena. Mientras que para las tasas de letalidad y mortalidad general, la proporción de cantones con población mayor de 60 años fue el factor asociado con mayor tamaño de efecto (IRR).

IRR: incidence-rate ratios.

Fuente: elaboración propia.



**Figura 2** Mapa con la puntuación de prioridad obtenida en los cantones de Ecuador.

La figura muestra los cantones de Ecuador diferenciados por prioridad, identificando que en los de la región Sierra Centro, junto a varios cantones de la provincia de Morona Santiago que prevalecen como los de mayor vulnerabilidad, y por ende «alta prioridad» para las intervenciones preventivas, de control y mitigación. Fuente: elaboración propia.

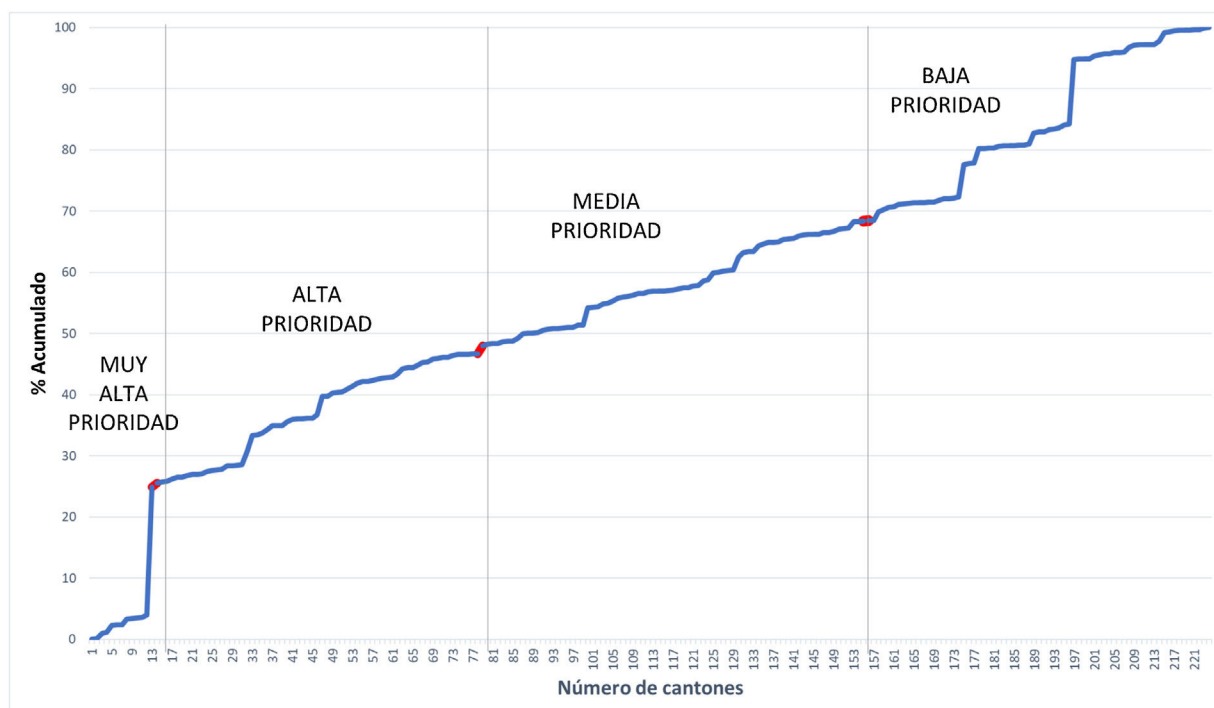
diseminación de la pandemia con presencia de neumonía severa<sup>32</sup>.

A pesar de que diversos estudios reportan mayor incidencia de IRAG, particularmente para influenza en niños de 0 a 14 años<sup>33,34</sup>, en el presente estudio los cantones con mayor proporción de personas mayores de 60 años tuvieron mayor morbilidad y letalidad por IRAG. Se ha reportado mayor letalidad por coronavirus entre adultos mayores<sup>35,36</sup> y este sería un factor importante para valorar la mayor vulnerabilidad que podrían tener algunos cantones de Ecuador.

La desigualdad social, la pobreza y sus correlatos ambientales pueden aumentar significativamente la susceptibilidad individual a una infección<sup>37</sup>. Los cantones con mayores tasas de IRAG y mayor riesgo de morbilidad fueron aquellos cuyo promedio de años de escolaridad de la población fue más bajo. La escolaridad es un determinante social asociado a empleo y por ende al nivel socioeconómico<sup>38</sup>. Las regiones especialmente de la Sierra y Amazonia ecuatoriana se caracterizan por presentar el más bajo producto interno bruto (PIB) per cápita (Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo)<sup>39</sup>. Si consideramos que las crisis de enfermedades infecciosas tienen un impacto económico sustancial, aquellos cantones se verán afectados gravemente en su economía familiar. Grantz et al.<sup>40</sup> estudiaron los factores sociodemográficos de la pandemia de influenza de 1918 en Chicago, utilizando datos históricos, mediante el modelo de Poisson encontraron que

por cada 10% de aumento en la tasa de analfabetismo, la tasa de mortalidad por neumonía aumentó en un 32,2%. Otro estudio realizado en pacientes infectados por el virus de la influenza A (H1N1) en España en 2009-2010 por González<sup>41</sup>, encontró que el riesgo de hospitalización en pacientes con bajos niveles de educación fue OR 0,44 (IC 95% 0,31-0,63).

La población que se autoidentifica mestiza en Ecuador es el 71,9% y la indígena del 7,2%<sup>42</sup>. Las tasas más altas de morbimortalidad por IRAG, en este estudio, se observaron en cantones con mayor población indígena y mestiza. Crighton et al. y Marrie et al. observaron que las poblaciones indígenas en Canadá, experimentaron tasas más altas de morbimortalidad por neumonía e influenza que otras poblaciones, con excepción de las personas mayores de 65 años<sup>17,43</sup>. La influenza H1N1 se presenta con mayores tasas de mortalidad y peor pronóstico en grupos étnicos minoritarios en todo el mundo<sup>44</sup>. En los Estados Unidos de Norteamérica, la primera ola de la pandemia de H1N1 en el 2009, afectó desproporcionadamente a pacientes hospitalizados que eran afroamericanos, asiáticos e hispanos en comparación con blancos no hispanos<sup>45</sup>. El hacinamiento, el precario nivel de saneamiento ambiental y las prácticas de higiene deficientes aumentan la incidencia de infecciones respiratorias principalmente en poblaciones indígenas de bajo nivel socioeconómico con elevadas tasas de natalidad, tabaquismo y alcoholismo<sup>33,46</sup>.



**Figura 3** Curva de Pareto de los cantones por grupos prioritarios. Ecuador 2016-2018.

Fuente: elaboración propia con datos de la investigación.

La mayor urbanización y densidad poblacional de los cantones presentaron correlación significativa con morbilidad y letalidad por IRAG. Un estudio en Cuba<sup>47</sup> realizó un análisis clínico y epidemiológico sobre neumonía comunitaria en 350 niños entre 28 días y 15 años. Se encontró que la neumonía era predominante en aquellos que vivían en sitios más poblados por el mayor riesgo de transmisión cruzada debido a la aglomeración existente, facilitándose así el contagio de patógenos respiratorios. Resultados similares se encontraron en un estudio que usó datos entre 2007 y 2014 con 1.743 pacientes para verificar si el estado socioeconómico se relacionaba con la hospitalización por influenza. Se encontró asociación estadísticamente significativa entre las personas que vivían en áreas más pobladas y en distritos urbanos<sup>48</sup>. En la pandemia de 1918-1919 en Inglaterra y Gales las tasas de mortalidad fueron 30-40% mayor en áreas urbanas que en rurales<sup>49</sup>. Entre 2007 y 2014, en Tennessee (EE. UU.), las hospitalizaciones por influenza aumentaron en personas que vivían en áreas densamente pobladas<sup>48</sup>. Las poblaciones urbanas tienen mayor densidad poblacional que áreas rurales, por lo cual estos hallazgos pueden estar relacionados con la densidad poblacional.

Se identificó que los cantones más vulnerables se distribuyeron especialmente en la región Sierra Centro y la provincia de Morona Santiago en la Amazonia, lo que podría significar una mayor carga de enfermedad para la población, y para el sistema de salud (9.259.000 habitantes de los 87 cantones en prioridad muy alta y alta). La tasa de médicos por 10.000 habitantes es la más baja en las provincias de Bolívar, Chimborazo y Cotopaxi. Es preocupante observar que el incremento de la tasa de profesionales médicos entre los años 2005 al 2014 fue menor comparado con el resto del país<sup>50,51</sup>. Aunque los estudios en Ecuador identificaron

factores de riesgo tales como la altura (msnm), así como la autoidentificación étnica, Khan et al., 2009, analizaron que dichos factores se relacionaron más con «casos graves», lo cual posiblemente está relacionado con el difícil y limitado acceso a centros de salud, donde las familias solo buscan tratamiento cuando las personas están gravemente enfermas<sup>52</sup>. Se recomienda hacer énfasis en los factores de acceso geográfico, donde cantones especialmente de la Amazonia podrían verse afectados tanto en el incremento de casos como en la accesibilidad a servicios de salud.

La actualización de información de los determinantes sociales fue una limitación del estudio (los datos se obtuvieron del censo del año 2010, situación que podría haber cambiado en los últimos 10 años). El análisis se basó en fuentes de datos secundarios, por lo cual no fue posible confirmar que se cumpla el antecedente de fiebre para considerar una IRAG, como lo recomienda la PAHO en la guía de vigilancia para considerarlo IRAG<sup>22</sup>. No se incluyó a los códigos CIE 10 relacionados con las infecciones respiratorias superiores. Este estudio además, no incluyó datos sobre estado nutricional como posible cofactor, ni las condiciones en el interior de los hogares como habitabilidad, vivienda y dotación de servicios básicos (agua, luz, alcantarillado y tecnologías) que permitan mantener condiciones de prevención de transmisibilidad viral y cumplir estrategias de autoaislamiento social en condiciones de seguridad.

El coronavirus COVID-19 es una enfermedad respiratoria cuya transmisión indudablemente será mayor. Cuando no se cuenta con preparativos tempranos y eficaces, las sociedades pueden sufrir perturbación social y económica<sup>53</sup>. La mayor distribución de esta enfermedad es en las provincias de la costa y en áreas urbanas, por donde ingresó la enfermedad, sin embargo, al ser parte del grupo de las enfermedades



respiratorias, se asume que su distribución en Ecuador será masiva.

Este estudio orienta a identificar los cantones que pudieran ser más vulnerables ante la presencia de la COVID-19 y contribuye a planificar y extremar las estrategias de respuesta efectiva a la pandemia (prevención de morbilidad, letalidad y mortalidad en el sistema de salud). El sistema de salud se debe preparar para prevenir y atender una mayor carga de morbilidad grave en aquellos cantones identificados como de prioridad muy alta y alta. Además de que se dirijan los recursos humanos y económicos prioritariamente a estas áreas.

El presente estudio propone una alternativa metodológica para realizar ejercicios de priorización a nivel geográfico, haciendo uso de indicadores de magnitud, riesgo y determinantes sociodemográficos relacionados significativamente como criterios de equidad. Con esto se logra identificar y visualizar áreas vulnerables para la toma de decisiones alcanzando un manejo equitativo de recursos. Se recomienda que estos análisis sean elaborados en fases de preparación con otros eventos de potencial epidémico, incluyendo más información disponible de determinantes relacionados, así como actualizar continuamente los análisis cuando se disponga de encuestas más recientes.

### Lo conocido sobre el tema/Qué aporta este estudio

El coronavirus COVID-19 es una enfermedad cuya transmisión indudablemente será mayor y su impacto más grave cuando no se cuenta con preparativos tempranos y eficaces, y las sociedades pueden sufrir alteración social y económica.

Se ha reportado mayor letalidad por coronavirus entre adultos mayores y con comorbilidades, pero existen otros factores a nivel ecológico para valorar la mayor vulnerabilidad que podrían tener algunos cantones de Ecuador. La desigualdad social, el hacinamiento, la pobreza y sus correlatos ambientales aumentan la incidencia de infecciones respiratorias principalmente en poblaciones indígenas de bajo nivel socioeconómico con elevadas tasas de natalidad, tabaquismo y alcoholismo y pueden aumentar significativamente la susceptibilidad individual a una infección, en especial en la COVID-19.

El presente estudio utiliza una metodología basada en casos y tasas de morbilidad, letalidad y mortalidad, así como factores sociodemográficos de vulnerabilidad relacionados estadísticamente, e identificó los cantones que podrían tener mayor riesgo de morbilidad grave y letalidad, frente a una diseminación de la pandemia con presencia de neumonía severa. Estos se distribuyeron especialmente en la región Sierra Centro y algunos de la Amazonia ecuatoriana, lo que podría significar una mayor carga de enfermedad para la población donde los sistemas de salud ya presentan problemas de accesibilidad.

El sistema de salud debe contar con análisis de priorización basados en criterios de magnitud y de vulnerabilidad, para prevenir y atender una mayor carga de morbilidad grave en áreas identificadas como de prioridad y así dirigir los recursos humanos y económicos de manera más equitativa.

### Financiación

Mediante el programa de doctorado en convenio entre la Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Médicas, y la Universidad de Sao Paulo, FMRP, financian la formación de profesores universitarios, mediante la concesión de becas que incluyen permiso de trabajo, pasajes, estadía y coste parcial de publicaciones científicas.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Agradecimientos

A Christian Mendes, ingeniero geógrafo, consultor independiente, la licenciada Rocío del Carmen Padilla, docente de la carrera de Enfermería de la Universidad Central de Ecuador, Diana Jeanneth Solís, estudiante de Medicina y Jonathan David Mena, médico general.

### Bibliografía

1. Montoya R, Arauz V, Días C. Revista informativa. OPS/OMS Ecuador. OPS/OMS. Representación Ecuador. Edición No. 32, 2014;32. Disponible en: [https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=documentos-2014&alias=509-boletin-informativo-n0-32-junio-2014-1&Itemid=599](https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=documentos-2014&alias=509-boletin-informativo-n0-32-junio-2014-1&Itemid=599).
2. Ministerio de Salud Pública. Vigilancia de Infecciones respiratorias agudas graves (IRAG) en hospitales centinela. Quito; 2018. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2018/03/INFLUENZA-SE-09-JO-9-3-20180001.pdf>.
3. INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Bastidas José, Herrera Margot. Registro estadístico de camas y egresos Hospitalarios. Boletín técnico 01-2019-ECEH [Internet]. Dirección de Estadísticas Sociodemográficas; 2019 [consultado 19 Oct 2020]. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/Camas\\_Egresos\\_Hospitalarios/Cam\\_Egre\\_Hos\\_2018/Boletin-tecnico%20ECEH.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Camas_Egresos_Hospitalarios/Cam_Egre_Hos_2018/Boletin-tecnico%20ECEH.pdf).
4. World Health Organization. Manejo clínico de la infección respiratoria aguda grave presuntamente causada por el nuevo coronavirus. (2019-nCoV).
5. Ministerio de Salud Pública. Ecuador. Guía operativa de vigilancia epidemiológica de las enfermedades tipo influenza e infecciones respiratorias agudas graves (IRAG). 2008.
6. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The Lancet*. 2020;395(10223):507-13.

7. Coronavirus y síndromes respiratorios agudos (COVID-19, MERS y SARS) - Enfermedades infecciosas - Manual MSD versión para profesionales.
8. World Health Organization. Declaración del Director General de la OMS sobre la reunión del Comité de Emergencia del Reglamento Sanitario Internacional acerca del nuevo coronavirus (2019-nCoV). 2020.
9. Comité de Operaciones de Emergencia Nacional. Informe de Situación COVID-19 Ecuador. 2020;(031):1-11. Available from: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2020/04/Informe-de-Situación-No031-Casos-Coronavirus-Ecuador-09042020.pdf>
10. Ministerio de Salud Pública. Subsecretaría de Vigilancia de la Salud Pública. Boletín epidemiológico COVID-2019 Ecuador. Boletín No. 30. Quito; 2020 mar.
11. Valle C. INEC. Reseña Histórica de la Cartografía en el INEC. Quito [Internet]. 2015 [consultado 9 Dic 2019]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/Reseña-Histórica-de-la-Cartografía-en-el-INEC.pdf>
12. Fundación Interamericana de Cultura y Desarrollo, Ministerio de Cultura del Ecuador. Atlas de Infraestructura y Patrimonio Cultural de las Américas. Ecuador [Internet]. Primera edición. México; 2011 [consultado 18 Oct 2020]. Disponible en: <https://oibc.oei.es/documents/statistic.documents/documents/22/atlas.ec.pdf?1521544163>
13. Malo-Serrano M, Malo-Corral N. Reforma de salud en Ecuador: nunca más el derecho a la salud como un privilegio. *SciELO Peru*. 2014;31:754-61.
14. Pan American Health Organization. Salud en las Américas. Resumen: panorama regional y perfiles del país. Edición 2017 [Internet]. 1.ª ed. Washington D.C.; 2017. [consultado 20 Ago 2020]. Disponible en: <https://www.paho.org/salud-en-las-americas-2017/wp-content/uploads/2017/09/print-version-spanish.pdf>
15. Sanche S, Lin YT, Xu C, Romero-Severson E, Hengartner N, Ke R. High contagiousness and rapid spread of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. *Emerg Infect Dis*. 2020;26(7.).
16. Ma C, Gu J, Hou P, Zhang L, Bai Y, Guo Z, et al. Incidence, clinical characteristics and prognostic factor of patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *medRxiv*. 2020;21:1-9.
17. Crighton EJ, Elliott SJ, Moineddin R, Kanaroglou P, Upshur R. A spatial analysis of the determinants of pneumonia and influenza hospitalizations in Ontario (1992-2001). *Soc Sci Med*. 2007;64:1636-50.
18. States U, Jernigan DB, Team CDCC-R. Update: Public Health Response to the Coronavirus Disease 2019 Outbreak —. *Morb Mortal Wkly Rep MMWR*. 2020;69:216-9.
19. CEPAL ECLAC. Vulnerabilidad sociodemográfica: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas. LC/R2086. 2002;577(XXVIII):169. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/13051>.
20. Delisle Lescay D. Impactos territoriales de los encadenamientos productivos generados por la actividad turística en el proyecto «Santo Ángel por dentro», en el municipio de La Habana Vieja. *Rev Noved En Poblac*. 2016;12:13-23.
21. Araujo González R. Vulnerabilidad y riesgo en salud: ¿dos conceptos concomitantes? *Rev Noved En Poblac*. 2015;11:89-96.
22. OPS, OMS. Guía operativa para la vigilancia nacional de la Infección Respiratoria Aguda Grave (IRAG) [Internet]. 2014. p. 1-67. Disponible en: [http://www.who.int/influenza/surveillance\\_monitoring/fluid/en/](http://www.who.int/influenza/surveillance_monitoring/fluid/en/)
23. Arrieta-Flórez R, Caro-Gómez EE. Social Determinants and Disparities of Morbidity from Acute Respiratory Diseases (ARD) in children from 1 to 4 years in Colombia. *Rev Gerenc Políticas Salud*. 2010;9:137-56.
24. Sonogo M, Pellegrin MC, Becker G, Lazzarini M. Risk factors for mortality from acute lower respiratory infections (ALRI) in children under five years of age in low and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *PLoS One*. 2015;10:e0116380.
25. INEC. Proyecciones Poblacionales [Internet]. Instituto Nacional de Estadística y Censos. [consultado 27 Oct 2020]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
26. United States Geological Survey. Ecuador | USGS.gov. 2010. [consultado 08 Ago 2020]. Disponible en: <https://www.usgs.gov/countries-and-continent/ecua>
27. Narváez A, Moreira J. Dirección Nacional de Control y Mejoramiento de la Salud Pública, Ministerio de Salud Pública del Ecuador. *Boletín Epidemiológico Ecuador*. 2009;6:12.
28. Viboud C, Boëlle P-Y, Cauchemez S, Lavenu A, Valleron A-J, Flahault A, et al. Risk factors of influenza transmission in households. *Br J Gen Pract*. 2004;54(506):684-9.
29. Enebeli U, Amadi A, Iro O. The Association between water, sanitation and hygiene practices and the occurrence of childhood pneumonia in Abia State, Nigeria. *Int J Res Sci Innov*. 2019;6:55-60.
30. Sands P, El Turabi A, Saynisch PA, Dzau VJ. Assessment of economic vulnerability to infectious disease crises. Vol. 388,. *The Lancet*, Lancet Publishing Group. 2016:2443-8.
31. Neiderud CJ. How urbanization affects the epidemiology of emerging infectious diseases. *Afr J Disabil*. 2015;5(1.).
32. Guan W, Liu J, Yu C. CT Findings of Coronavirus Disease (COVID-19) Severe Pneumonia. *AJR Am J Roentgenol*. 2020;W1-2.
33. Rudge JW, Inthaphone N, Pavlicek R, Paboriboune P, Flaissier B, Monidarin C, et al. «Epidemiology and aetiology of influenza-like illness among households in metropolitan Vientiane Lao PDR»: A prospective, community-based cohort study. *PLoS ONE*. 2019;14.
34. Guerrier G, Goyet S, Chheng ET, Rammaert B, Borand L, Te V, et al. Acute viral lower respiratory tract infections in cambodian children. *Pediatr Infect Dis J*. 2013;32:e8-13.
35. Nguyen DNT, Mai LQ, Bryant JE, Hang NLK, Hoa LNM, Nadjm B, et al. Epidemiology and etiology of influenza-like-illness in households in Vietnam; it's not all about the kids! *J Clin Virol*. 2016;82:126-32.
36. Monto AS, Malosh RE, Petrie JG, Thompson MG, Ohmit SE. Frequency of acute respiratory illnesses and circulation of respiratory viruses in households with children over 3 surveillance seasons. *J Infect Dis*. 2014;210(11):1792-9.
37. Farmer P. Social inequalities and emerging infectious diseases. Vol. 2. *Emerging Infectious Diseases*. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 1996:259-69.
38. PAHO (Pan American Health Organization). Determinantes e inequidades en salud. *Salud en las Américas*, Edición de 2012. 2012;22.
39. Banco Central del Ecuador. Cuentas Regionales. Aplicativo. Cuentas provinciales 2014 [Internet]. 2014 [consultado 17 Jun 2019]. Disponible en: <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/293-cuentas-provinciales/%20Accessed%2015%20April2016>
40. Grantz KH, Rane MS, Salje H, Glass GE, Schachterle SE, Cummings DAT. Disparities in influenza mortality and transmission related to sociodemographic factors within Chicago in the pandemic of 1918. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2016;113:13839-44.
41. González-Candelas F, Astray J, Alonso J, Castro A, Cantón R, Galán JC, et al. Sociodemographic factors and clinical conditions associated to hospitalization in Influenza A (H1N1) 2009 Virus Infected Patients in Spain, 2009-2010. *PLoS ONE*. 2012;7:e33139.
42. Ulloa WNF. Las Cifras de las Nacionalidades y Pueblos Indígenas: mirada desde el Censo de Población y Vivienda 2010. [consultado 24 Jun 2019]; Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec>

- /Bibliotecas/Estudios/Estudios\_Socio-demograficos/Poblacion\_Indigena\_del\_Ecuador.pdf
43. Marrie TJ, Carriere KC, Jin Y, Johnson DH. Hospitalization for Community Acquired Pneumonia in Alberta First Nations Aborigines Compared with Non-First Nations Albertans. *Can Respir J*. 2004;1-8.
  44. Saidel-Odes L, Borer A, Schlaeffer F, Nativ R, Livshiz-Riven I, Shemer Y, et al. Risk factors for community-acquired pneumonia with influenza A/H1N1 in southern Israel. *Int J Infect Dis*. 2011;15:e470-4.
  45. Truelove SA, Chitnis AS, Heffernan RT, Karon AE, Haupt TE, Davis JP. Comparison of patients hospitalized with pandemic 2009 Influenza A (H1N1) virus infection during the first two pandemic waves in Wisconsin. *J Infect Dis*. 2011;2011:828-37.
  46. Wertheim HFL, Nadjm B, Thomas S, Agustiningsih D, Malik S, Nguyen DNT, et al. Viral and atypical bacterial aetiologies of infection in hospitalised patients admitted with clinical suspicion of influenza in Thailand, Vietnam and Indonesia. *Influenza Other Respir Viruses*. 2015;9:315-22.
  47. Santana Rodríguez A, Montesino Becerra M, Jiménez Valladares J, Gallardo Pimentel C, López Rodríguez L. Caracterización del cáncer de piel facial. Pinar del Río. 2007. *Rev Cienc Med Pinar Rio*. 2008;12:1-12.
  48. Sloan C, Chandrasekhar R, Mitchel E, Schaffner W, Lindegren M Lou. Socioeconomic disparities and influenza hospitalizations, Tennessee, USA. *Emerg Infect Dis*. 2015;21:1602-10.
  49. Chowell G, Bettencourt LMA, Johnson N, Alonso WJ, Viboud C. The 1918-1919 influenza pandemic in England and Wales: Spatial patterns in transmissibility and mortality impact. *Proc R Soc B Biol Sci*. 2008;275:501-9.
  50. INEC. Fascículos Provinciales. Censo de población y vivienda. 2010 [Internet]. Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2010 [consultado 17 Jun 2019]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/fasciculos-provinciales/>
  51. INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos dirección responsable de la información estadística y contenidos. Anuario de estadísticas de salud: Recursos y actividades de salud 2014. Dirección de Estadísticas Sociodemográficas [Internet]. 2014 [consultado 13 Jun 2019]. Disponible en: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/Recursos\\_Actividades\\_de\\_Salud/Publicaciones/Anuario\\_Rec\\_Act\\_Salud\\_2014.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Recursos_Actividades_de_Salud/Publicaciones/Anuario_Rec_Act_Salud_2014.pdf)
  52. Khan AJ, Hussain H, Omer SB, Chaudry S, Ali S, Khan A, et al. High incidence of childhood pneumonia at high altitudes in Pakistan: A longitudinal cohort study. *Bull World Health Organ*. 2009;87:193-9.
  53. World Health Organization, Programa Mundial de influenza, OMS. Preparación y respuesta ante una pandemia de influenza. Documento de orientación de la OMS. [Internet]. 2009 [consultado 27 Oct 2020]. Disponible en: [https://www.who.int/csr/swine\\_flu/Preparacion.Pand\\_ESP.pdf](https://www.who.int/csr/swine_flu/Preparacion.Pand_ESP.pdf)