

Identificación de clústeres de casos de COVID-19 en la provincia Santiago de Cuba

Identification of clusters in COVID-19 cases in the Santiago de Cuba province

Adrian Palu Orozco^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-3534-3831>
Eloy Rafael Oliveros² <https://orcid.org/0000-0002-8948-9556>
Luis Eugenio Valdés García¹ <https://orcid.org/0000-0003-1613-4305>
Luis Enrique Bergues Cabrales³ <https://orcid.org/0000-0001-8094-392X>
Larisa Zamora Matamoros² <https://orcid.org/0000-0003-2210-0806>
Digna Bandera Jiménez¹ <https://orcid.org/0000-0002-7044-3902>
Adriana Rodríguez Valdés¹ <https://orcid.org/0000-0002-6862-8713>
Carlos Alberto Fernández Cairó² <https://orcid.org/0000-0003-3382-8229>
Mónica Rubio Rojas² <https://orcid.org/0000-0002-2287-6770>
Daniel Castro Castro² <https://orcid.org/0000-0001-9102-7601>

¹Centro Provincial de Higiene y Epidemiología. Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. Santiago de Cuba, Cuba.

²Universidad de Oriente, Santiago de Cuba. Cuba.

³Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

*Autor para la correspondencia: adrianpalu@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: A partir de la aparición de la epidemia COVID-19 se conforma un equipo multidisciplinario en Santiago de Cuba con participación de varias instituciones y activado por el Consejo de defensa provincial. El análisis integrado epidemiológico, la gestión gubernamental y la respuesta social resultarían determinantes en el control de la enfermedad.

Objetivos: Identificar posibles grupos de casos con COVID-19 en la provincia Santiago de Cuba y caracterizar su transmisión según variables epidemiológicas.

Métodos: Se desarrolló un estudio ecológico, comparándose los clústeres de transmisión de COVID-19. Se resumieron variables de interés y se realizó análisis de redes sociales desde el punto de vista de las relaciones entre casos y contactos, así como análisis espacial.

Resultados: Se identificaron cinco grupos espaciales de transmisión en los municipios, uno en Palma Soriano, uno en Contramaestre y tres en Santiago de Cuba. Los antecedentes patológicos personales (hipertensión y procesos respiratorios), el sexo femenino, los casos sintomáticos y el promedio de 22 a 27 contactos por cada confirmado fueron las variables más relevantes. Se identificó fuente de infección introducida en 51 % (25/49). Además, se identificaron redes sociales complejas en la transmisión de la enfermedad.

Conclusiones: La transmisión de COVID-19 en la provincia Santiago de Cuba mostró grupos de casos y contactos con redes sociales epidemiológicas características para cada municipio, así como el modo de transmisión de acuerdo a la fuente de infección, relaciones de familiaridad o cercanía social y la relación de distancia espacial entre contactos, aspectos que influyeron en las bajas tasas de incidencia de la enfermedad, con predominio en su forma sintomática, edades jóvenes y en mujeres.

Palabras clave: epidemia COVID-19; análisis espacial de clúster; análisis de redes sociales; método epidemiológico.

ABSTRACT

Introduction: From the onset of COVID-19 epidemic, a multidisciplinary team is formed in Santiago de Cuba with the participation of several institutions and activated by the Provincial Defense Council. Integrated epidemiological analysis, government management and social response would be decisive in controlling the disease.

Objectives: To identify possible groups of COVID-19 cases in the Santiago de Cuba province and to describe the transmission according to epidemiological variables.

Methods: An ecological study was carried out, comparing COVID-19 transmission clusters. Variables of interest were summarized and analysis of social contact networks was carried out from the point of view of the relationships between cases and contacts, as well as spatial analysis.

Results: Five spatial transmission groups were identified in the municipalities, one in Palma Soriano, one in Contramaestre and three in Santiago de Cuba. The personal pathological antecedents (hypertension and respiratory processes), female sex, symptomatic cases and the average of 22 to 27 contacts for each confirmed were the most relevant variables. A source of introduced infection was identified in 51% (25/49). In addition, complex social networks were identified in the transmission of the disease.

Conclusions: The transmission of COVID-19 in Santiago de Cuba province showed groups of cases and contacts with characteristic epidemiological social networks for each municipality, as well as the mode of transmission according to the source of infection, relationships of familiarity or social closeness and the relationship of spatial distance between contacts, which influenced on the low incidence rates of the disease, with predominance of symptomatic form, young ages and in women.

Keywords: COVID-19 epidemic; cluster spatial analysis; social network analysis; epidemiological method.

Recibido: 24/06/2020

Aprobado: 16/07/2020

Introducción

En Cuba, el enfrentamiento a la epidemia por COVID-19 ha venido a demostrar dos importantes aspectos. Primero, la necesidad de entender y atender a la salud como un proceso complejo y producto social. Segundo, la urgencia de enfoques multidisciplinarios para el enfrentamiento a situaciones de complejidad sanitaria. Por tales motivos, se conforma el grupo asesor, a solicitud del Consejo de Defensa, en la provincia Santiago de Cuba. Este grupo multidisciplinario está integrado por epidemiólogos, microbiólogos, otros profesionales de la salud, matemáticos, físicos, estadísticos, sociólogos, cibernéticos y meteorólogos, pertenecientes a diversas instituciones.

La epidemia de COVID-19 ha sido estudiada desde diversos puntos de vista: la modelación matemática, la biología molecular, el desarrollo de posibles vacunas, entre otros. Sin embargo, el análisis integrado de técnicas de análisis de redes sociales, la gestión geoespacial y la investigación epidemiológica, ha sido poco explorado.^(1,2,3)

El análisis espacial de clúster corresponde con el tipo de evento a caracterizar y de diferentes elementos de interés en la investigación epidemiológica, como el lugar de trabajo, los lugares de contacto, el porcentaje de la población confirmada, entre otros. En lo sucesivo, la palabra clústeres será referida al grupo espacial de casos.^(4,5)

Las aplicaciones del análisis espacial de clúster cobran cada vez más importancia. La Universidad Johns Hopkins ofrece datos sobre el análisis de redes sociales y clúster de transmisión de COVID-19 en Estados Unidos donde se evidencia la influencia de los clústeres en la dinámica de transmisión. Además, *Peng* y *Nagata* aportan un algoritmo de clúster para identificar similitudes entre países

por medio del uso de la prueba Kullback-Leibler. Estos autores interrelacionan las diferencias entre la distribución empírica de casos en 24 países y la distribución espacial de clúster de casos.^(6,7)

Por otra parte, *Desjardins* y otros⁽⁸⁾ reportan el uso de la variable tiempo y la espacial para identificar clústeres de transmisión. La realización de un análisis prospectivo con el programa SaTScan permite la identificación de clústeres activos y emergentes.

No estamos conscientes del análisis de redes sociales y uso de sistemas de información geográfica de forma integrada para caracterizar clúster de transmisión de COVID-19, en Cuba y particularmente en la provincia Santiago de Cuba. Desde la perspectiva epidemiológica, un análisis integrado de este tipo es necesario para explicar la baja transmisión de COVID-19 y los 15 días consecutivos sin reporte de casos en la provincia. Por eso, el objetivo de este trabajo es identificar posibles clústeres espaciales de transmisión de COVID-19 en la provincia Santiago de Cuba y caracterizar la transmisión de la enfermedad según variables epidemiológicas.

Métodos

Se realizó un estudio observacional ecológico en este estudio no se trabajó directamente con pacientes, solo con la información disponible por registros oficiales, manteniéndose su confidencialidad y con apego a los principios de ética del Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba (Minsap) y la Declaración de Helsinki.

Definiciones operacionales

Fueron definidos los casos sospechosos, confirmados y contactos según los criterios establecidos por el Minsap, a su vez regidos por los de la Organización Mundial de la Salud (OMS). El caso confirmado fue la persona con SARS-CoV-2 identificado por medio de la prueba Reacción en Cadena de la Polimerasa en tiempo real (PCR-RT; del inglés, *Polimerase Chain Reaction in Real Time*) independiente de los signos y síntomas clínicos. Se realizó el PCR-RT en el laboratorio de Biología molecular del Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Santiago de Cuba. Se llevó a cabo este procedimiento experimental bajo la norma ISO-9001, la cual se rigió por las normas establecidas por la OMS.

El caso sospechoso fue la persona con enfermedad respiratoria aguda y cumplió al menos una de las siguientes condiciones en los últimos 14 días anteriores al inicio de los síntomas: contacto con un caso confirmado o probable de COVID-19; haber trabajado/permanecido en un centro de atención sanitaria con pacientes confirmados a SARS-CoV-2, pacientes con enfermedades respiratorias agudas y/o procedente de un país con transmisión activa de la enfermedad.

El contacto fue definido como el individuo aparentemente sano sin síntomas de la enfermedad y declarado/identificado mediante investigación epidemiológica relacionado directamente con un caso sospechoso o confirmado. Los contactos fueron clasificados de primer o segundo orden. Los de primer orden fueron convivientes dentro del hogar, las personas familiares y allegados que frecuentaron el hogar, colegas de trabajo y sociogrupos cercanos. Los de segundo orden fueron las personas que visitaron ocasionalmente el hogar, contactos ocasionales sociales, del trabajo u otros.

Se hizo el análisis de redes sociales a partir de las relaciones caso-contacto, fundamentado en la teoría de grafos. Se definió el nodo del grafo como el caso confirmado o contacto y la arista como la relación bidireccional existente entre ellos.

Fuente de datos

El período de estudio correspondió desde el 20 de marzo al 13 de mayo de 2020 (15 días mantenidos sin reportes de casos de COVID-19, a partir del último notificado el 28 de abril de 2020).

El tamaño de la muestra fue 3 272 registros de casos sospechosos y contactos ingresados en los centros para COVID-19 en la provincia Santiago de Cuba. Se reportan 49 casos de la enfermedad confirmados con SARS-CoV-2 a partir de la prueba PCR-RT.

Los datos fueron obtenidos de las bases oficiales del Sistema de Información Estadística del Centro Provincial de Higiene y Epidemiología y del Centro de Vigilancia Provincial, ambos de Santiago de Cuba.

Como unidades muestrales espaciales se contemplaron las delimitaciones territoriales de los municipios, consejos populares y áreas de salud de la provincia según división político administrativa de Cuba de agosto de 2010. Para el análisis espacial se utilizaron bases cartográficas georeferenciadas del grupo empresarial GEOCUBA, División Oriente Sur, con proyección geodésica WGS-84. Se definió como clúster de casos el área geográfica que comprendió como mínimo tres casos confirmados con SARS-CoV-2, relacionados entre sí o por sus contactos. En este caso, el radio máximo fue de 600 m a partir de la triangulación de los casos.

Técnicas y procedimientos

Para el análisis estadístico, se resumieron variables cuantitativas y cualitativas, elaborándose tablas de contingencia. Las bases de datos fueron montadas en Libre Office Calc V 6.4.4.2 posteriormente analizadas en EpiInfo. Para el resumen de datos diarios (casos, muestras de laboratorio), se utilizó el DASHBOARD, programado en una plataforma Python Software Foundation y desplegado en la intranet de la Universidad de Oriente. Además, se usó otro DASHBOARD desarrollado por profesionales de otras universidades del país.

El análisis de datos para redes sociales fue realizado con el programa Ábaco Vínculos V 1.0 B MI, perteneciente a la empresa DATYS. Ábaco Vínculos es un módulo de minería de redes que brinda herramientas de visualización y análisis de redes sociales. Estos análisis confirmaron la presencia de clústeres de interés epidemiológico y las relaciones entre confirmados y contactos.

Para la gestión de la información geoespacial, se diseñó una plataforma en ambiente web, lenguaje de programación PHP y librerías Bootstrap y JQuery. Se usaron bases cartográficas planimétricas digitales de Cuba (escala máxima 1:2000), bajo proyección geodésica WGS-84. Para la visualización de las calles, se utilizaron las bases de OpenStreepMap del servidor OSM. La visualización de la cartografía Leaflet fue implementada sobre la plataforma QGIS 2.18 y PostgreSQL 10 como gestor de bases de datos con su extensión geoespacial Postgis 1.5.3. Las distancias entre los centroides de los clústeres de casos fueron determinadas directamente en la plataforma diseñada. La precisión de este método fue de 0,01 metros.

Toda la información se computó en una microcomputadora ubicada en DATYS, con microprocesador Core I-3, 8 Gb de RAM y sistema operativo Windows-10.

Variables, medidas e indicadores

Se utilizaron como variables la edad, sexo, dirección, municipio, sexo, antecedentes patológicos personales, categoría epidemiológica de caso (confirmado, sospechoso o contacto), resultado del PCR-RT, fecha de inicio de síntomas, fecha de ingreso, fecha de confirmación, síntomas y signos. Se adicionó la fecha de entrada a Cuba y país de procedencia para el caso de los viajeros.

Para la caracterización epidemiológica de los clústeres se utilizaron frecuencias absolutas y relativas (en porcentajes) de las variables de interés. Como indicador de riesgo epidemiológico (para cada municipio y provincia), se utilizó la tasa de incidencia de COVID-19, denominada TI. Esta tasa fue calculada por la expresión siguiente:

$$TI = \left[\frac{\text{Casos confirmados}}{\text{Población media}} \right] 10^n, \text{ donde } n \text{ fue el tamaño de la población.}$$

Para el análisis de las redes sociales se calcularon el número de nodos y aristas de cada clúster. A partir de estos datos, se estimó el Indicador social de transmisión (IST) que expresa de forma sintética el promedio de personas que teóricamente fueron necesarias para que se estableciera la transmisión en dicha red social. Este indicador se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$IST = \left[\frac{\text{Número de aristas en la red}}{\text{Casos confirmados}} \right].$$

Resultados

En la provincia Santiago de Cuba la transmisión fue iniciada por el municipio Palma Soriano, a partir de dos viajeros: uno procedente de España y otro de Estados Unidos. Se identificaron el primer y último caso el 20 de marzo y 28 de abril, respectivamente. Se confirmaron 49 personas con SARS-CoV-2, en la provincia Santiago de Cuba (tasa de $4,7 \times 10^5$ habitantes). Se muestran variables epidemiológicas de interés para los municipios Palma Soriano, Contramaestre y Santiago de Cuba. Además, el total de cada una de las variables fue mostrada para la provincia (tabla 1).

Tabla 1 - Resumen de variables epidemiológicas en tres municipios y provincia Santiago de Cuba

Variables		Municipios			Provincia Santiago de Cuba
		Palma Soriano	Contramaestre	Santiago de Cuba	
IT*		20/3/2020	23/3/2020	27/3/2020	20/3/2020
FT*		28/4/2020	22/4/2020	28/4/2020	28/4/2020
TI*		0,49x10 ⁵	0,77x10 ⁵	0,66x10 ⁵	0,46x10 ⁵
Grupos de edad	0-18	3 (6,1 %)		6 (12,3 %)	9 (18,4 %)
	19-40	3 (6,1 %)	1 (2,1%)	13 (26,5 %)	17 (34,7 %)
	41-50	0 (0,0 %)	2 (4,1%)	10 (20,4 %)	12 (24,5 %)
	51-60	0 (0,0 %)		3 (6,1 %)	3 (6,1 %)
	60 y más	0 (0,0 %)	5 (10,2 %)	3 (6,1 %)	8 (16,3 %)
Sexo	Femenino	0 (0,0 %)	4 (8,2 %)	22 (44,9 %)	26 (53,1 %)
	Masculino	6 (12,2 %)	4 (8,2 %)	13 (26,5 %)	23 (46,9 %)
APP	HTA*	0 (0,0 %)	4 (8,2 %)	7 (14,3 %)	11 (22,5 %)
	Asma bronquial	2 (4,1 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	2 (4,1 %)
Síntomas	Sí	6 (12,2 %)	3 (6,1 %)	20 (40,8 %)	29 (59,2 %)
	No	0 (0,0 %)	5 (10,2 %)	15 (30,7 %)	20 (40,8 %)
Número de contactos	1er orden	90 (6,3 %)	42 (2,9 %)	408 (28,6 %)	540 (37,8 %)
	2do orden	72 (5,0 %)	101 (7,1 %)	714 (50,0 %)	887 (62,2 %)
	Promedio por confirmado	27	17	32	34
	Acumulado	162 (11,3 %)	143 (10,1%)	1122 (78,6%)	1 427 (100%)
Ingresados	Sospechosos	179 (6,4 %)	197 (7,0 %)	1615 (57,4 %)	1 991 (70,7 %)
	Contactos	100 (3,6 %)	82 (2,9 %)	593 (21,1 %)	775 (27,5 %)
	Confirmados	6 (0,2 %)	8 (0,3 %)	35 (1,2 %)	49 (1,7 %)
	Acumulado	285 (10,1 %)	287 (10,2 %)	2 243 (79,7 %)	2 815 (100 %)
Fallecidos		0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (100%)	2 (100 %)

IT: Inicio de transmisión. FT: Fin de transmisión. TI: Tasa de incidencia. APP: Antecedentes patológicos personales. HTA: Hipertensión arterial.

Todos los porcentajes fueron calculados para N = 49 casos.

El estudio epidemiológico realizado reveló la existencia de redes sociales complejas de libre escala y con particularidades propias de cada municipio (tabla 2).

Tabla 2 - Resumen de variables de interés relacionadas con el análisis espacial y de redes sociales

Variables		Municipios				
		Palma Soriano	Contra-maestre	Santiago de Cuba		
				Área Frank País García	Área 30 de noviembre	Área Boniato
Red social	Nodos	113	140	158	121	122
	Aristas	185	179	192	134	134
Indicador de red social	IST	30,83	22,37	3,12	3,73	4,40
Distancia entre centroides	Mínima	60,00 m	643,75 m	115,00 m	600,00 m	647,00 m
	Máxima	100,00 m	1 684,93 m	815,00 m	1 200,00 m	2 600,00 m

Discusión

En la provincia Santiago de Cuba se inicia la transmisión de COVID-19 el 20 de marzo de 2020 y se reporta el último caso el 28 de abril de 2020. Hasta el cierre de esta investigación (11 de mayo de 2020) se acumularon 49 casos (tasa de incidencia de 4,68 x 100 000 habitantes), siendo la cuarta provincia con tasa más baja de Cuba.

El predominio de casos con COVID-19 en la provincia Santiago de Cuba y los clústeres identificados fueron en edades jóvenes. Este hallazgo se puede explicar a partir de la propia dinámica demográfica y por ser además la población económicamente activa. No descartamos que otros aspectos no identificados en este estudio puedan influir en estos resultados. Este hallazgo difiere del resto del país (50 a 59 años) con 400 casos sin variación entre sexo. En contraste en Estados Unidos predominó en mayores de 85 años (tasa de 17,2 x 10⁵ habitantes). En Hubei (China) 86,6 % de los casos predominaron en el grupo de 30-79 años; en Wuhan el porcentaje fue de 89,8 %.^(9,10)

El predominio de la HTA en los clústeres estudiados guarda relación con el predominio del grupo de edad para el cual esta enfermedad hace su debut. Además, esta se corresponde con una de las principales causas de morbilidad general para la provincia Santiago de Cuba. Investigaciones en el área clínica evidencian que la HTA tiene un rol esencial en la evolución desfavorable de pacientes con COVID-19. Esto ha sido explicado, entre otros factores, a partir del papel de la Angiotensina II en la transportación del SARS-CoV-2. *Giralt-Herrera* y otros plantea que los coronavirus se unen a sus células diana a través de una proteína cuya unidad de superficie S1 se acopla a la enzima convertidora de Angiotensina II como receptor. *Salazar* y otros refieren que la edad vascular y las patologías asociadas puede ser una explicación de la relación entre edad y formas severas de COVID-19.^(11,12)

Las formas asintomáticas (29 pacientes, 40,8 %) no predominaron en Santiago de Cuba en concordancia con *Nishiura* y otros y 46 % en Japón. En contraste *Sijia Tian* y otros reportan 5,08 % de formas asintomáticas en Beijing y 1,2 % de formas asintomáticas en Hubei, China. A pesar del porcentaje de asintomáticos en la provincia Santiago de Cuba, la tasa de transmisión es baja en los tres municipios y en la provincia. Esto puede ser explicado porque el sistema sanitario de atención primaria garantizó la detección oportuna de casos de COVID-19, con aislamiento en centros especializados, unido al cumplimiento de las medidas dictadas por el gobierno cubano y el accionar efectivo de la población.^(13,14,15)

Henrique y otros reportan que el aislamiento horizontal, reduce el número total de infectados y “aplana la curva de crecimiento de la enfermedad”. Un aporte de este estudio es el uso del IST calculado a partir del análisis de redes sociales. Este indicador revela que la cantidad de personas promedio necesarias para “sostener” la transmisión es mayor en el municipio Palma Soriano (30

individuos). Epidemiológicamente este hallazgo indica transmisión de bajo nivel; dispersión de la transmisión; aislamiento efectivo, elevado número de contactos; distancias espaciales entre casos lo suficientemente grande para disminuir el riesgo de transmisión (contacto poco efectivo), aspectos corroborados con las revisiones de historias epidemiológicas y demostrados por las bajas tasas de incidencia.⁽¹⁶⁾

Desde el punto de vista biofísico, el término distancia suficientemente grande significa la distancia a partir de la cual un caso con COVID-19 (sintomático o no) no puede infectar a un individuo. En Santiago de Cuba, el subgrupo de modelación matemática estimó la distancia entre 8-9 m (sin rozamiento del aire) y 3-4 m (con rozamiento) para un diámetro de la gota de saliva de 1 mm en estornudo sin nasobuco (resultados no publicados). En contraste a estos resultados, en China, Estados Unidos, Brasil y Colombia las redes sociales exhiben aleatoriedad, gran densidad y alto grado de relación nodal. En esos estudios se usan otros indicadores diferentes al IST propuesto en este estudio.^(17,18)

La mayor interrelación, densidad y conexión de los clústeres de casos (identificados con 1) permite sugerir que estos son de tipo familiar o de sociogrupos cercanos. Estos clústeres contribuyeron a la transmisión de COVID-19 en la provincia Santiago de Cuba, a pesar de que esta sea baja. Además, la agrupación de clústeres de casos concuerda con los hallazgos de las historias epidemiológicas y confirman que la transmisión en Santiago de Cuba es por clústeres de casos, fundamentalmente de tipo familiar y con fuente de infección conocida.

Los autores de este manuscrito son del criterio de que en Santiago de Cuba el accionar del gobierno, la movilización y participación social organizada, la adopción de medidas de protección individual y colectiva unido al accionar del sistema de salud influyeron en la interrupción de la evolución natural de la epidemia. Ello condicionó cortes en las cadenas de transmisión, bajas tasas de transmisión y por ende clústeres pequeños con redes sociales poco complejas y características particulares de una epidemia controlada.

En la ciudad de Santiago de Cuba, los clústeres identificados en este estudio coinciden con los hallados por *Palú Orozco* y otros en investigación para caracterizar la dinámica de la transmisión por dengue, con lo cual se asume que la dinámica social, las características socio-culturales, entre otros factores, modelan la ocurrencia, transmisión y propagación de eventos epidémicos.⁽¹⁹⁾

La transmisión de COVID-19 en la provincia Santiago de Cuba mostró grupos de casos y contactos con redes sociales epidemiológicas características para cada municipio, así como el modo de transmisión de acuerdo a la fuente de infección, relaciones de familiaridad o cercanía social y la relación de distancia espacial entre contactos, aspectos que influyeron en las bajas tasas de incidencia de la enfermedad, con predominio en su forma sintomática, edades jóvenes y en mujeres.

Agradecimientos

Los autores, previo consentimiento, agradecen la ayuda técnica del resto de los miembros del grupo asesor, tales como: Itciar Arias Portales, Sergio Miranda Reyes, Manuel de Jesús Salvador Álvarez, Virgen Céspedes Delis, Laritza González Fernández, Marlon César Texidor Garzón, Carlos Portuondo Pujol, Yisel Cordies Griñan, Yisel Rodríguez Aldana, Antonio Rafael Selva Castañeda, Erick Eduardo Ramírez-Torres, Alexander Alexei Suárez León, Sandy Sánchez Domínguez, Roberto Labrada Claro y Marlon Cobas Batista.

Además, agradecemos a DATYS, la Universidad de Oriente, Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, Dirección provincial de Salud Pública, Gobierno de Santiago de Cuba y Ministerio del Interior.

Referencias bibliográficas

1. Ortega Lenis D, Arango Londoño D, Muñoz E, Cuartas Daniel E, Caicedo D, Mena J, *et al.* Predictions of a SEIR model for COVID-19 cases in Cali-Colombia. *Rev Salud Pública.* 2020[17/06/2020]22(2):e286432. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642020000202101&lng=en
2. Serrano Barrera OR. Predicción de la inmunogenicidad de la proteína del SARS-CoV-2 responsable de la infección COVID-19 en humanos. *Rev. electron. Zoilo.* 2020[17/06/2020];45(3). Disponible en: <http://www.revzoilomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/2270>
3. Vilar Scavuzzi de Carvalho AR, Cezarotti Filho ML, Pires de Azevedo PC, Silveira Filho RN, Barbosa FT, Matos Rocha TJ, *et al.* Epidemiology, diagnosis, treatment, and future perspectives concerning SARS-COV-2: a review article. *Rev. Assoc. Med. Bras.* 2020[17/06/2020];66(3). Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42302020000300370&lng=en
4. Valbuena-Garcia AM, Rodriguez-Villamizar LA. Análisis espacial en epidemiología: revisión de métodos. *Rev. Univ. Ind. Santander. Salud.* 2018[16/05/2020];50(4). Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072018000400358&lng=en
5. Declat-Barreto J. Exploratory Spatial Data Analysis of COVID-19 infection rates and population vulnerability indicators. *Union of Concerned Scientists.* 2020[16/05/2020]. Disponible en: <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/2020-04/UCS-COVID-19-Population-Vulnerability-Analysis-Methods.pdf>
6. The Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University. 2020. 2019 Novel Coronavirus COVID-19 (2019-nCoV) Data Repository by Johns Hopkins CSSE. <https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19>
7. Peng Y, Hiro Nagata M. Statistical analysis of the Chinese COVID-19 data with Benford's Law and clustering. *Laboratório de Aprendizado de Máquina em Finanças e Organizações (LAMFO).* 2020[16/05/2020]. Disponible en: <https://lamfo-unb.github.io/2020/04/21/COVID-China-EN/>
8. Desjardins A, Hohlb D. Rapid surveillance of COVID-19 in the United States using a prospective space-time scan statistic: Detecting and evaluating emerging clusters. *Elsevier. Applied Geography.* 2020[16/05/2020];(118). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622820303039>
9. Shikha Garg LK, Whitaker M, O'Halloran A, Cummings C, Holstein R, Prill M, *et al.* Hospitalization rates and characteristics of patients hospitalized with laboratory-confirmed coronavirus disease 2019. *Centers for Disease Control and Prevention. Morbidity and Mortality Weekly Report.* Weekly. 2020[16/05/2020];69(15). Disponible en: <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/69/wr/mm6915e3.htm?s%20cid=mm6915e3%20w>
10. Zhiliang H, Song CC, Guangfu J, Yaling C, Xin X, Hongxia M, Wei C, *et al.* Clinical characteristics of 24 asymptomatic infections with COVID-19 screened among close contacts in Nanjing, China. *China. Science China. Life Sciences.* 2020[acceso: 22/05/2020];63(5). Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11427-020-1331-4>
11. Ministerio de Salud Pública. Anuario estadístico de salud. 2019. La Habana, Cuba. 2020[22/05/2020]. Disponible en: <http://bvscuba.sld.cu/anuario-estadistico-de-cuba/>
12. Giralt-Herrera A, Rojas-Velázquez JM, Leiva-Enríquez J. Relación entre COVID-19 e Hipertensión Arterial. *Revista Habanera de Ciencias Médicas.* 2020[22/05/2020]. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/3246>
13. Hiroshi N, Tetsuro K, Takeshi M, Ayako S, Sungmok J, Katsuma H, *et al.* Estimation of the asymptomatic ratio of novel coronavirus infections (COVID-19). *International Journal of Infectious Diseases.* medRxiv 2020.02.03.20020248; doi: <https://doi.org/10.1101/2020.02.03.20020248>
14. Guan W, Ni Z, Yu Hu Y, Liang WH, Ou CQ, Jian-xing He JX, *et al.* Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med.* 2020;382:1708-20. Doi. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032>
15. Díaz-Canel Bermúdez M, Núñez-Jover J. Gestión gubernamental y ciencia cubana en el enfrentamiento a la COVID-19. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba.*

- 2020[22/06/2020];10(2). Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/881>
16. Duczmal Luiz H, Almeida Leite AC, Duczmal Bulgarelli D, Alves Lindgren CR, Costa Oliveira F, Lima Max Sousa de, *et al.* Vertical social distancing policy is ineffective to contain the COVID-19 pandemic. *Cad. Saúde Pública.* 2020[22/05/2020];36(5):e00084420. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2020000506002&lng=en
17. China CDC Weekly. The Epidemiological Characteristics of an Outbreak of 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19)-China, 2020[22/05/2020]. Disponible en: [TheEpidemiologicalCharacteristicsofanOutbreakof2019NovelCoronavirusDiseases28COVID-1929E28094China2C20201.pdf](http://www.chinacdc.gov.cn/EN/202005/2020051929E28094China2C20201.pdf)
18. Alvarez Cabrera CE, Andrade Lotero EJ, Gauthier Umaña V. Modelos epidemiológicos en redes: una presentación introductoria. *Boletín de Matemáticas.* 2020;22(1):21-37. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bolma/article/viewFile/51844/51641>
19. Palú Orozco A, Vera Sánchez M, Orozco González MI, Brito Moreno AL. Gestión espacial de riesgos entomoecológicos en Santiago de Cuba. *Medisan.* 2017[26/05/2020];21(6):695-702. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017000600008&lng=es

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Adrián Palu Orozco: Realizó procesamiento estadístico y redacción del artículo. Revisó y aprobó la versión final del documento.

Eloy Rafael Oliveros: Realizó DASHBOARD en línea con resumen de información.

Luis Eugenio Valdés García y Luis Enrique Bergues Cabrales: Asesoramiento técnico y revisó la versión final del documento.

Larisa Zamora Matamoros: Realizó procesamiento estadístico.

Digna Bandera Jiménez y Adriana Rodríguez Valdés: Realizó recogida de dato primario.

Carlos Alberto Fernández Cairó y Mónica Rubio Rojas: Realizó análisis de redes sociales.

Daniel Castro Castro: Realizó análisis matemático y resumen de variables de interés.