

## Original

# Variación espacial y detección de puntos críticos de COVID-19 en Panamá: un análisis basado en datos del censo

## *Spatial variation and detection of COVID-19 hotspots in Panama: an analysis based on census data*

Roger Bonilla-Carrión<sup>1,2</sup>, Ronald Evans-Meza<sup>1,2</sup>, Roberto Salvatierra-Durán<sup>1,2</sup>

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica
2. Coordinación de Investigación, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

Recibido: 30/03/2024

Aprobado: 25/04/2024

### Correspondencia:

Roger Bonilla Carrión

Email: [roger.bonilla@uhsalud.com](mailto:roger.bonilla@uhsalud.com)

ORCID: [0000-0002-8789-4494](https://orcid.org/0000-0002-8789-4494)

### Citar como:

Bonilla-Carrión R, Evans-Meza R, Salvatierra-Durán R. Variación espacial y detección de puntos críticos de COVID-19 en Panamá: un análisis basado en datos del censo. Rev Hisp Cienc Salud. 2024; 10(1):22-31. DOI: [10.56239/rhcs.2024.101.711](https://doi.org/10.56239/rhcs.2024.101.711)

### Resumen:

El COVID-19, una enfermedad infecciosa de origen zoonótico, se ha propagado globalmente impactando significativamente a Panamá. La identificación de zonas de riesgo (hotspots) mediante técnicas geoepidemiológicas es esencial para implementar medidas de control efectivas.

**Objetivo:** Analizar espacialmente la epidemia de COVID-19 en Panamá usando datos recientes del Censo, para comprender mejor la distribución del virus y sus patrones geográficos, particularmente la agrupación espacial. **Materiales y Métodos:** Se utilizaron datos del Censo de Población y Vivienda de Panamá (2023), que incluían la incidencia de COVID-19 en los hogares y el tamaño del hogar para calcular la tasa de COVID-19. Se geocodificaron los 82 distritos de Panamá. Los análisis estadísticos se realizaron con GEODA, aplicando el I de Morán global, análisis de puntos críticos locales Getis-Ord GI\* y los Indicadores Locales de Asociación Espacial (LISA) para detectar conglomerados de riesgo. Los mapas se graficaron en R. **Resultados:** La tasa de COVID-19 mostró conglomeración espacial en los distritos de Panamá (I de Morán=0.672, p=0.001). Se identificaron conglomerados significativos en seis distritos de Herrera: Chitré (GI\*=0.022, LISA=2.34, p=0.011), Santa María (GI\*=0.02, LISA=1.07, p=0.02), Pesé (GI\*=0.02, LISA=1.12, p=0.002), Parita (GI\*=0.021, LISA=1.11, p=0.003), Los Pozos (GI\*=0.017, LISA=0.52, p=0.038) y Ocú (GI\*=0.018, LISA=0.54, p=0.013); siete distritos de Los Santos: Las Tablas (GI\*=0.022, LISA=2.23, p=0.002), Macaracas (GI\*=0.021, LISA=1.97, p=0.001), Guararé (GI\*=0.023, LISA=2.38, p=0.001), Pedasí (GI\*=0.022, LISA=1.87, p=0.005), Los Santos (GI\*=0.023, LISA=2.19, p=0.001), Pocrí (GI\*=0.022, LISA=1.88, p=0.014) y Tonosí (GI\*=0.02, LISA=1.14, p=0.008); y Mariato en Veraguas (GI\*=0.017, p=0.024). **Conclusión:** La distribución del COVID-19 presenta patrones geográficos específicos. Las áreas identificadas deben priorizarse para medidas de control y prevención del virus y otras enfermedades similares.

**Palabras Clave:** COVID-19, análisis espacial, zonas de riesgo, geoepidemiología, Panamá (Fuente: DECS-BIREME).

### Abstract:

COVID-19, an infectious disease of zoonotic origin, has spread globally, significantly impacting Panama. Identifying risk areas (hotspots) using geoepidemiological techniques is essential for implementing effective control measures. **Objective:** To conduct a spatial analysis of the COVID-19 epidemic in Panama using recent census data to better understand the virus's distribution characteristics and explore its geographic patterns, particularly spatial clustering.

**Materials and Methods:** Data from the 2023 Population and Housing Census of Panama were used, which included information on COVID-19 incidence in households and household size to calculate the COVID-19 rate. The 82 districts of Panama were geocoded for the study. Statistical analyses were conducted using GEODA, applying the global Moran's I, Getis-Ord GI\* local hotspot analysis, and Local Indicators of Spatial Association (LISA) to detect COVID-19 risk clusters. Maps were generated using R. **Results:** The COVID-19 rate showed spatial clustering in Panama's districts (Moran's I=0.672, p=0.001). Significant local clusters were identified in six districts of Herrera province: Chitré (GI\*=0.022, LISA=2.34, p=0.011), Santa María (GI\*=0.02, LISA=1.07, p=0.02), Pesé (GI\*=0.02, LISA=1.12, p=0.002), Parita (GI\*=0.021, LISA=1.11, p=0.003), Los Pozos (GI\*=0.017, LISA=0.52, p=0.038) and Ocú (GI\*=0.018, LISA=0.54, p=0.013); seven districts in Los Santos province: Las Tablas (GI\*=0.022, LISA=2.23, p=0.002), Macaracas (GI\*=0.021, LISA=1.97, p=0.001), Guararé (GI\*=0.023, LISA=2.38, p=0.001), Pedasí (GI\*=0.022, LISA=1.87, p=0.005), Los Santos (GI\*=0.023, LISA=2.19, p=0.001), Pocrí (GI\*=0.022, LISA=1.88, p=0.014) and Tonosí (GI\*=0.02, LISA=1.14, p=0.008); and Mariato in Veraguas (GI\*=0.017, p=0.024).

**Conclusion:** The distribution of COVID-19 exhibits specific geographic patterns based on spatial clustering. These findings suggest that identified areas should be prioritized for virus control and prevention measures for COVID-19 and similar future outbreaks.

**Keywords:** COVID-19, Spatial Analysis, Risk Areas, Geoepidemiology, Panama (Source: NLM-MeSH).

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica
2. Coordinación de Investigación, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

**Recibido:** 30/03/2024

**Aprobado:** 25/04/2024

#### Correspondencia:

Roger Bonilla Carrión

Email: [roger.bonilla@uhispano.ac.cr](mailto:roger.bonilla@uhispano.ac.cr)

ORCID: [0000-0002-8789-4494](https://orcid.org/0000-0002-8789-4494)

#### Citar como:

Bonilla-Carrión R, Evans-Meza R, Salvatierra-Durán R. Variación espacial y detección de puntos críticos de COVID-19 en Panamá: un análisis basado en datos del censo. *Rev Hisp Cienc Salud.* 2024; 10(1):22-31. DOI: [10.56239/rhcs.2024.101.711](https://doi.org/10.56239/rhcs.2024.101.711)

## Introducción

El COVID-19 es una enfermedad infecciosa de origen zoonótico potencialmente mortal que se ha propagado epidémicamente a nivel mundial<sup>1-12</sup>. En Panamá, el primer caso de COVID-19 se registró el 8 de marzo de 2020, en una mujer de 40 años que ingresó al país en un vuelo procedente de España<sup>13</sup>. El 13 de marzo de 2020, se decretó el Estado de Emergencia en todo el país debido a la pandemia<sup>14</sup>. Para el 28 de enero de 2023, el total de casos activos era casi 900, con 834 personas en aislamiento domiciliario, 64 hospitalizadas en sala y 1 paciente en Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)<sup>15</sup>. Hasta el 1 de marzo de 2023, se reportaron 1,031,273 casos confirmados, 8,604 fallecidos y 1,020,206 recuperados de COVID-19<sup>16</sup>.

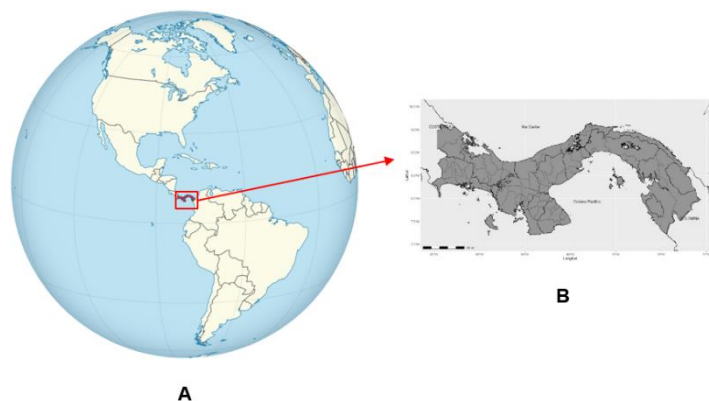
La utilización de técnicas geoepidemiológicas para identificar zonas de riesgo (hotspots) es esencial para implementar medidas de control efectivas en áreas específicas. Aunque en Panamá se han realizado numerosas investigaciones sobre la epidemiología, diagnóstico y tratamiento del COVID-19<sup>17</sup>, pocas han abordado la distribución geográfica del virus y su variación espacial.

El objetivo de este artículo es llevar a cabo un análisis espacial de la epidemia de COVID-19 en Panamá utilizando los datos recientes del Censo de Panamá, con el fin de mejorar la comprensión de las características actuales de la distribución del virus y explorar sus patrones geográficos, especialmente su agrupación espacial.

## Metodología

La República de Panamá es un país de América Central, ubicado entre los 7° y los 10° grados de latitud norte y los 77° y 83° grados de longitud oeste (Fig. 1). Panamá está dividida en 10 provincias, 6 comarcas indígenas (4 de ellas a nivel provincial) y 82 distritos, que fueron geocodificados para este estudio. El mapa en formato shapefile que contiene los polígonos fue obtenido del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia<sup>18</sup>, y las capas de información fueron creadas en R<sup>19</sup>.

Para evaluar los patrones espaciales de la distribución del COVID-19 en los distritos de Panamá, se realizó un estudio descriptivo transversal que incluyó los 81 distritos del país. Se llevó a cabo un análisis SIG de la base de datos de casos de COVID-19 para toda el área de estudio a nivel de distritos.



**Fig 1.** Ubicación de Panamá en las Américas (A) y el área de estudio (B).

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica
2. Coordinación de Investigación, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

**Recibido:** 30/03/2024

**Aprobado:** 25/04/2024

**Correspondencia:**

Roger Bonilla Carrión

**Email:** roger.bonilla@uhispano.ac.cr

**ORCID:** 0000-0002-8789-4494

**Citar como:**

Bonilla-Carrión R, Evans-Meza R, Salvatierra-Durán R. Variación espacial y detección de puntos críticos de COVID-19 en Panamá: un análisis basado en datos del censo. *Rev Hisp Cienc Salud.* 2024; 10(1):22-31. DOI: 10.56239/rhcs.2024.101.711

Los datos sobre los casos de COVID-19 fueron recopilados del XII Censo de Población y VIII de Vivienda de Panamá<sup>20</sup>, realizado a inicios del año 2023. El Censo incluía una pregunta acerca de la incidencia del COVID-19 en el hogar (numerador) y el tamaño del hogar (denominador) para el cálculo de la tasa de COVID-19, calculada a nivel de distritos. Los datos del Censo están disponibles en el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) (<https://www.inec.gob.pa>).

Se construyó una base de datos de un sistema de información geográfica (SIG) para evaluar los patrones espaciales de COVID-19 en Panamá. La hoja de cálculo de Excel con el registro de casos de COVID-19 se guardó como un archivo shapefile utilizando R<sup>19</sup>. El número de casos se calculó por cada distrito para permitir el análisis espacial.

Para el análisis estadístico, se utilizó el programa GEODA para realizar análisis espacial, incluyendo el I de Morán global, análisis de puntos críticos locales Getis-Ord GI\* y los Indicadores Locales de Asociación Espacial (LISA) para detectar conglomerados de riesgo de COVID-19 en el territorio de Panamá. Los mapas resultantes fueron graficados en R.

### **Análisis de Datos**

Se realizó un análisis exploratorio univariado de los datos espaciales para investigar la autocorrelación espacial global del número de casos de COVID-19 en los distritos de Panamá, en donde se asume normalidad y aleatoriedad. Se utilizó el índice global de autocorrelación

espacial (I de Moran) para evaluar la dependencia espacial entre distritos con respecto a la presencia de casos de COVID-19. La estadística I de Moran global se evalúa en términos de una hipótesis nula de que los casos de COVID-19 se distribuyen espacialmente de forma aleatoria entre los distritos. El estadístico I de Moran, que es similar al coeficiente de correlación de Pearson<sup>21</sup> se calcula como:

$$I = \frac{N}{S_0} \sum_i \sum_j w_{ij} \frac{(x_i - \mu)(x_j - \mu)}{\sum_i (x_i - \mu)^2}$$

donde  $N$  es el número de distritos;  $w_{ij}$  es el elemento en la matriz de peso espacial correspondiente a la observación de pares  $i, j$ ; y  $x_i$  y  $x_j$  son observaciones para las áreas  $i$  y  $j$  con media  $\mu$  y

$$S_0 = \sum_i \sum_j w_{ij}$$

El cálculo del estadístico I de Morán fueron realizados en GeoDa<sup>22</sup>, versión 1.14.0 (<http://geodacenter.asu.edu/>).

Se realizó el análisis de puntos críticos locales Getis-Ord GI\*, y un análisis de indicadores locales de asociación espacial LISA para identificar conglomerados de alta y bajas tasas de COVID-19. Se considera a los distritos como un grupo de valores de tasa Alto-Alto (es decir, un gran número de casos de COVID-19 por distrito rodeado de tasas altas), Bajo-Bajo, Alto-Bajo o Bajo-Alto en relación con los distritos vecinos.

La hipótesis nula plantea que no existe autocorrelación espacial ni asociación de casos entre los distritos. Usamos una continuidad espacial, la propiedad de

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica
2. Coordinación de Investigación, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

**Recibido:** 30/03/2024

**Aprobado:** 25/04/2024

#### Correspondencia:

Roger Bonilla Carrión

Email: [roger.bonilla@uhispano.ac.cr](mailto:roger.bonilla@uhispano.ac.cr)

ORCID: [0000-0002-8789-4494](https://orcid.org/0000-0002-8789-4494)

#### Citar como:

Bonilla-Carrión R, Evans-Meza R, Salvatierra-Durán R. Variación espacial y detección de puntos críticos de COVID-19 en Panamá: un análisis basado en datos del censo. Rev Hisp Cienc Salud. 2024; 10(1):22-31. DOI: [10.56239/rhcs.2024.101.711](https://doi.org/10.56239/rhcs.2024.101.711)

compartir un límite o vértice común, para los distritos de Panamá para evaluar características inusuales en la distribución de conexión<sup>23</sup>. En este artículo utilizamos el método de continuidad Queen de primer orden como el más adecuado<sup>24</sup>. Con base en los resultados de la distribución de conexión, construimos un archivo de ponderación de continuidad de continuidad Queen de primer orden para los distritos que comparten límites y vértices comunes. El archivo de pesos se utilizó para cálculos espaciales locales posteriores: Getis-Ord GI\* y LISA. El estadístico GI\* de Getis-Ord GI\*<sup>25</sup> se calcula como

$$G_i^* = \frac{\sum_j w_{ij} x_j - \bar{X} \sum_j w_{ij}}{S \sqrt{\frac{n \sum_j w_{ij}^2 - (\sum_j w_{ij})^2}{n-1}}}$$

Donde  $x_j$  es la observación para el área  $j$ ,  $w_{ij}$  es el peso espacial entre las áreas  $i$  y  $j$ ,  $n$  es el total de áreas y

$$\bar{X} = \frac{\sum_j x_j}{n}, \quad S = \sqrt{\frac{\sum_j x_j^2}{n} - (\bar{X})^2}$$

El estadístico  $I_i$  local de asociación espacial LISA<sup>(23)</sup> se calcula como

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{X})$$

Donde  $x_i$  es la observación para el área  $i$ ,  $\bar{X}$ , es el promedio de la observación correspondiente,  $w_{ij}$  es el peso espacial entre  $i$  y  $j$ , y

$$S_i^2 = \frac{\sum_j (x_j - \bar{X})^2}{n-1}$$

$n$  es el total de áreas. El análisis de puntos críticos locales Getis-Ord GI\*, y los indicadores locales de asociación espacial LISA fueron realizados en GeoDa<sup>22</sup>, versión 1.14.0

(<http://geodacenter.asu.edu/>).

#### Consideraciones Éticas

Este estudio no trabajó directamente con personas individuales, sino que utilizó la base de datos del XII Censo de Población y VIII de Vivienda de Panamá, proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). Esta base de datos es de acceso público y está anonimizada, garantizando la privacidad de los individuos.

Según la Ley Reguladora de Investigación Biomédica (Ley 9234), cuando se trabaja con bases de datos públicas y anonimizadas, no es necesario someter la investigación a la valoración de un Comité Ético Científico. Esto asegura que el estudio cumple con las normativas éticas vigentes y respeta la confidencialidad de los datos utilizados.

#### Resultados

Se estudiaron los 82 distritos de Panamá, en los cuales se reportó un total de 933,505 casos de COVID-19 en el Censo, desde el inicio de la pandemia en 2020 hasta el final del año 2022. El Censo se realizó a principios de 2023.

En la Fig. 2 y Tabla 1 se presentan las tasas de COVID-19 por distritos en el período 2020-2022 (por cada 1000 habitantes). La tasa nacional de COVID-19 fue de 229.7 casos por cada 100 mil habitantes. Los distritos con las tasas más altas de COVID-19 fueron Taboga (Panamá) con 416.9 y Chitré (Herrera) con 383.4. En la provincia de Los Santos, los distritos de Las Tablas (336.1),

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica
2. Coordinación de Investigación, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

Recibido: 30/03/2024

Aprobado: 25/04/2024

**Correspondencia:**

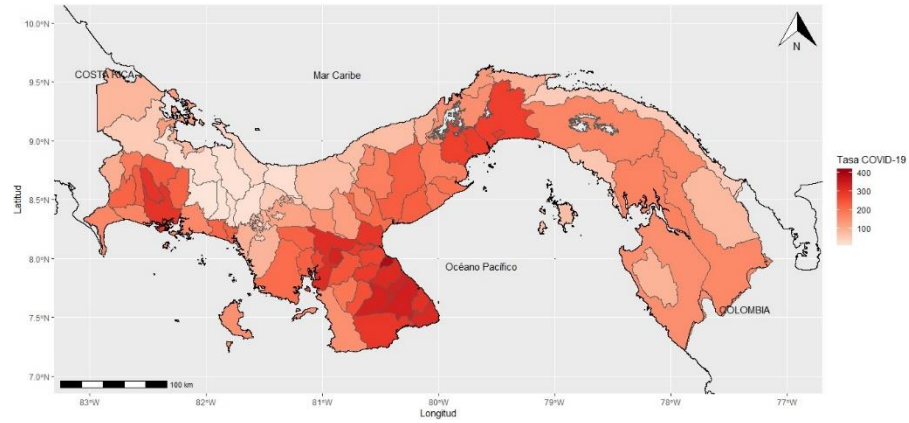
Roger Bonilla Carrión

Email: roger.bonilla@uhsalud.com

ORCID: 0000-0002-8789-4494

**Citar como:**

Bonilla-Carrión R, Evans-Meza R, Salvatierra-Durán R. Variación espacial y detección de puntos críticos de COVID-19 en Panamá: un análisis basado en datos del censo. Rev Hisp Cienc Salud. 2024; 10(1):22-31. DOI: 10.56239/rhcs.2024.101.711



**Figura 2.** Tasa de COVID-19 por distritos. Panamá, 2020-2022 (por 1000 habitantes).

**Tabla 1.** Población, Casos y tasa de COVID-19 por provincias y distritos. Panamá, 2020-2022 (por 1000 habitantes).

Provincia/ distritos	Población	Casos	Tasa	Provincia/ distritos	Población	Casos	Tasa
<b>PANAMÁ</b>	<b>4 064 780</b>	<b>933 505</b>	<b>229.7</b>	<b>PANAMÁ</b>	<b>1 439 575</b>	<b>393 631</b>	<b>273.6</b>
<b>BOCAS DEL TORO</b>	<b>150 228</b>	<b>12 651</b>	<b>70.0</b>	Balboa	1 989	136	68.4
Bocas Del Toro	17 274	2 133	123.5	Chepo	65 588	10 729	163.6
Changuinola	101 091	8 239	81.5	Chimán	3 142	179	57.0
Chiriquí Grande	12 495	934	74.7	Panamá	1 100 000	303 028	275.5
Almirante	28 368	1 375	48.5	San Miguelito	280 777	79 305	282.4
<b>COCLÉ</b>	<b>206 204</b>	<b>61 934</b>	<b>230.0</b>	Taboga	1 089	454	416.9
Aquadulce	49 005	14 254	290.9	<b>VERAGUAS</b>	<b>259 791</b>	<b>59 473</b>	<b>228.9</b>
Antón	59 194	13 404	226.4	Atalaya	17 507	5 731	327.4
La Pintada	29 698	5 199	175.1	Calobre	11 666	1 427	122.3
Natá	19 741	4 133	209.4	Cañazas	16 933	1 932	114.1
Olá	6 300	954	151.4	La Mesa	12 238	2 708	221.3
Penonomé	104 326	23 990	230.0	Las Palmas	18 071	1 550	85.8
<b>COLÓN</b>	<b>281 950</b>	<b>30 900</b>	<b>141.7</b>	Montijo	6 784	1 796	264.7
Colón	240 722	35 753	148.5	Río De Jesús	4 822	1 096	227.3
Chagrés	10 968	1 080	98.5	San Francisco	10 107	1 414	139.9
Donoso	12 274	856	69.7	Santa Fe	18 023	1 245	69.1
Portobelo	10 320	1 330	128.9	Santiago	109 605	33 877	309.1
Santa Isabel	4 111	387	94.1	Soñá	28 244	5 857	207.4
Omar Torrijos	3 561	560	157.3	Mariato	5 791	840	145.1
<b>CHIRIQUÍ</b>	<b>471 071</b>	<b>108 378</b>	<b>230.1</b>	<b>COM KUNA YALA</b>	<b>32 016</b>	<b>1 498</b>	<b>46.8</b>
Alanje	18 677	3 129	165.8	Kuna Yala	32 016	1 498	46.8
Barú	58 307	9 044	160.6	<b>COM EMBERÁ</b>	<b>12 358</b>	<b>973</b>	<b>78.7</b>
Boquerón	21 001	4 842	230.6	Cémaco	9 547	728	76.3
Boquete	23 562	5 577	236.7	Sambú	2 811	245	87.2
Bugaba	68 870	15 210	220.9	<b>COM NGÁBE BUGLÉ</b>	<b>212 084</b>	<b>3 524</b>	<b>16.6</b>
David	156 498	45 860	293.0	Besiko	31 422	211	6.7
Dolega	37 678	11 088	294.3	Mironó	21 800	206	9.4
Gualaca	9 831	2 180	221.7	Müna	47 200	586	12.4
Remedios	4 388	999	227.7	Nole Duima	20 709	390	18.8
Renacimiento	22 429	2 186	97.5	Nürüm	17 637	637	47.5
San Felix	6 881	1 501	218.1	Kankintú	19 751	217	11.0
San Lorenzo	8 031	1 264	157.4	Kusapin	17 047	504	29.6
Tolé	13 193	1 182	89.6	Jirondai	25 804	405	15.7
Tierras Altas	23 525	4 316	183.5	Santa Catalina	10 714	168	15.7
<b>DARIÉN</b>	<b>54 235</b>	<b>8 095</b>	<b>100.3</b>	<b>PANAMÁ OESTE</b>	<b>653 665</b>	<b>171 833</b>	<b>262.9</b>
Chepigana	12 983	1 921	148.0	Arraiján	299 079	83 111	277.9
Pinozana	21 523	3 435	159.6	Capira	45 629	8 017	175.7
Santa Fe	19 729	3 339	169.2	Chame	28 535	5 636	197.5
<b>HERRERA</b>	<b>122 071</b>	<b>38 972</b>	<b>319.3</b>	La Chorrera	258 221	70 930	274.7
Chitré	60 957	23 368	383.4	San Carlos	22 201	4 139	186.4
Las Minas	6 842	1 246	187.6				
Los Pozos	6 928	1 732	250.0				
Ocú	16 116	3 932	244.0				
Parita	9 695	2 601	268.3				
Pesé	13 009	3 647	280.3				
Santa María	8 724	2 446	280.4				
<b>LOS SANTOS</b>	<b>98 400</b>	<b>31 747</b>	<b>322.4</b>				
Guararé	12 107	4 009	331.1				
Las Tablas	30 440	10 232	336.1				
Los Santos	30 028	9 458	315.0				
Macaracas	8 965	2 983	332.7				
Pedasi	4 942	1 558	315.3				
Pocri	3 025	910	300.8				
Tonosí	8 959	2 597	289.9				

**Fuente:** Elaboración propia con datos del XII Censo de Población y VIII de Vivienda de Panamá, año 2023 y el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica
2. Coordinación de Investigación, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

Recibido: 30/03/2024

Aprobado: 25/04/2024

**Correspondencia:**

Roger Bonilla Carrión

Email: roger.bonilla@uhsalud.ac.cr

ORCID: 0000-0002-8789-4494

**Citar como:**

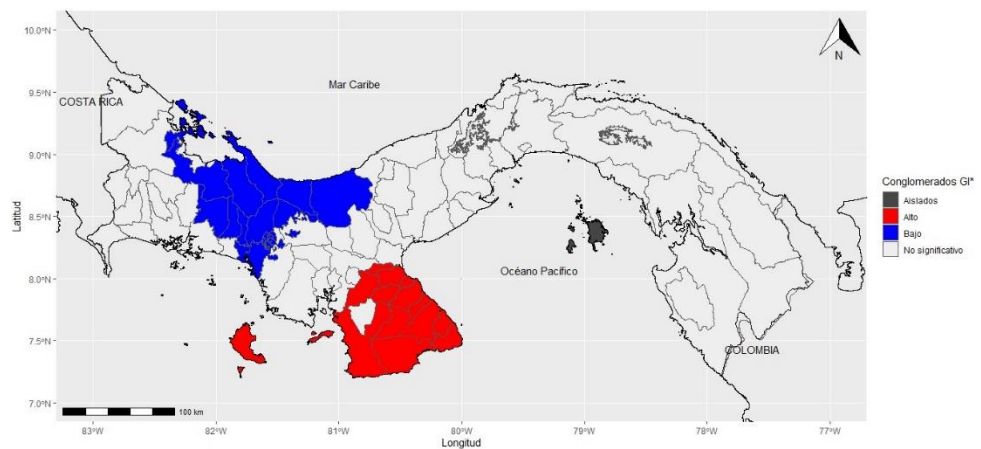
Bonilla-Carrión R, Evans-Meza R, Salvatierra-Durán R. Variación espacial y detección de puntos críticos de COVID-19 en Panamá: un análisis basado en datos del censo. Rev Hisp Cienc Salud. 2024; 10(1):22-31. DOI: 10.56239/rhcs.2024.101.711

Macaracas (332.7) y Guararé (331.1) también presentaron altas tasas. Por otro lado, las tasas más bajas se registraron en los distritos de la comarca indígena de Ngäbe Buglé: Besiko (6.7), Mironó (9.4), Kankintú (11.0), Müna (12.4) y Bledeshia (15.7).

La tasa de COVID-19 en Panamá mostró evidencia estadística de conglomeración espacial en los distritos, utilizando la

matriz de continuidad Queen de primer orden ( $I$  de Morán=0.672,  $p=0.001$ ), rechazando la hipótesis de distribución aleatoria de las tasas.

En la Fig. 3 y la tabla 2 se identifican los conglomerados significativos de COVID-19 mediante el análisis de autocorrelación de Getis-Ord  $G_i^*$  para el período 2020-2022.



**Figura 3.** Identificación de conglomerados significativos de COVID-19 con el análisis de autocorrelación de Getis-Ord  $G_i^*$ . Panamá, 2020-2022.

**Tabla 2.** Estadísticos de Getis-Ord  $G_i^*$  para los conglomerados de altas tasas de COVID-19. Panamá, 2020-2022.

Provincia	Distrito	Población	Casos	Tasa	$G_i^*$	$p$
Herrera	Chitré	60 957	23 368	383.4	0.022	0.011
Los Santos	Las Tablas	30 440	10 232	336.1	0.022	0.002
Los Santos	Macaracas	8 965	2 983	332.7	0.021	0.001
Los Santos	Guararé	12 107	4 009	331.1	0.023	0.001
Los Santos	Pedasí	4 942	1 558	315.3	0.022	0.005
Los Santos	Los Santos	30 028	9 458	315.0	0.023	0.001
Los Santos	Pocrí	3 025	910	300.8	0.022	0.014
Los Santos	Tonosí	8 959	2 597	289.9	0.020	0.008
Herrera	Santa María	8 724	2 446	280.4	0.020	0.020
Herrera	Pesé	13 009	3 647	280.3	0.020	0.002
Herrera	Parita	9 695	2 601	268.3	0.021	0.003
Herrera	Los Pozos	6 928	1 732	250.0	0.017	0.038
Herrera	Ocú	16 116	3 932	244.0	0.018	0.013
Veraguas	Mariato	5 791	840	145.1	0.017	0.024

**Fuente:** Elaboración propia con datos del XII Censo de Población y VIII de Vivienda de Panamá, año 2023 y el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica
2. Coordinación de Investigación, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

Recibido: 30/03/2024

Aprobado: 25/04/2024

**Correspondencia:**

Roger Bonilla Carrión

Email: [roger.bonilla@uhispano.ac.cr](mailto:roger.bonilla@uhispano.ac.cr)

ORCID: [0000-0002-8789-4494](https://orcid.org/0000-0002-8789-4494)

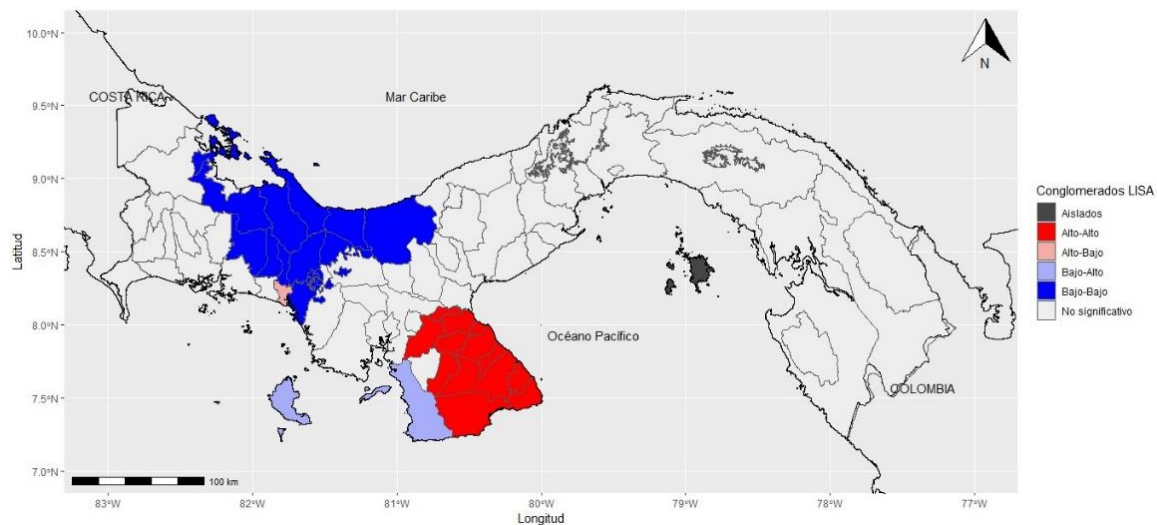
**Citar como:**

Bonilla-Carrión R, Evans-Meza R, Salvatierra-Durán R. Variación espacial y detección de puntos críticos de COVID-19 en Panamá: un análisis basado en datos del censo. Rev Hisp Cienc Salud. 2024; 10(1):22-31. DOI: [10.56239/rhcs.2024.101.711](https://doi.org/10.56239/rhcs.2024.101.711)

Estos conglomerados de altas tasas se localizaron en la península de Azuero, que incluye partes de las provincias de Herrera, Los Santos y Veraguas. Los conglomerados de bajas tasas se localizaron en los distritos de la comarca indígena de Ngäbe Buglé. En la Fig. 4 y la tabla 3 se identifican los conglomerados significativos de COVID-19 con el análisis

de autocorrelación de LISA para el período 2020-2022.

Los conglomerados de altas tasas de COVID-19 se localizaron en partes de la península de Azuero, abarcando gran parte de las provincias de Herrera y Los Santos. Los conglomerados de bajas tasas se localizaron en los distritos de la comarca indígena de Ngäbe Buglé.



**Figura 4.** Identificación de conglomerados significativos de COVID-19 con el análisis de autocorrelación de LISA. Panamá, 2020-2022.

**Tabla 3.** Estadísticos de LISA para los conglomerados de altas tasas de COVID-19. Panamá, 2020-2022.

Provincia	Distrito	Población	Casos	Tasa	LISA c	p
Herrera	Chitré	60 957	23 368	383.4	2.340	0.011
Los Santos	Las Tablas	30 440	10 232	336.1	2.230	0.002
Los Santos	Macaracas	8 965	2 983	332.7	1.966	0.001
Los Santos	Guararé	12 107	4 009	331.1	2.381	0.001
Los Santos	Pedasí	4 942	1 558	315.3	1.865	0.005
Los Santos	Los Santos	30 028	9 458	315.0	2.186	0.001
Los Santos	Pocrí	3 025	910	300.8	1.883	0.014
Los Santos	Tonosí	8 959	2 597	289.9	1.139	0.008
Herrera	Santa María	8 724	2 446	280.4	1.066	0.020
Herrera	Pesé	13 009	3 647	280.3	1.118	0.002
Herrera	Parita	9 695	2 601	268.3	1.106	0.003
Herrera	Los Pozos	6 928	1 732	250.0	0.520	0.038
Herrera	Ocú	16 116	3 932	244.0	0.544	0.013

**Fuente:** Elaboración propia con datos del XII Censo de Población y VIII de Vivienda de Panamá, año 2023 y el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica
2. Coordinación de Investigación, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

**Recibido:** 30/03/2024

**Aprobado:** 25/04/2024

**Correspondencia:**

Roger Bonilla Carrión

**Email:** [roger.bonilla@uhsalud.ac.cr](mailto:roger.bonilla@uhsalud.ac.cr)

**ORCID:** [0000-0002-8789-4494](https://orcid.org/0000-0002-8789-4494)

**Citar como:**

Bonilla-Carrión R, Evans-Meza R, Salvatierra-Durán R. Variación espacial y detección de puntos críticos de COVID-19 en Panamá: un análisis basado en datos del censo. *Rev Hisp Cienc Salud.* 2024; 10(1):22-31. DOI: [10.56239/rhcs.2024.101.711](https://doi.org/10.56239/rhcs.2024.101.711)

## Discusión

La tasa de COVID-19 en Panamá presentó evidencia estadística de conglomeración espacial en los distritos del país. El análisis espacial local mostró que los conglomerados de altas tasas de COVID-19 se localizaron principalmente en la península de Azuero, que abarca gran parte de las provincias de Herrera y Los Santos, y una parte de la provincia de Veraguas. En contraste, los conglomerados de bajas tasas de COVID-19 se ubicaron en los distritos de la comarca indígena de Ngäbe Buglé.

Este patrón puede explicarse en parte por la densidad poblacional y las medidas de distanciamiento, variables que están asociadas con las tasas de COVID-19<sup>26</sup>. En regiones densamente pobladas, donde el distanciamiento social es más difícil de mantener, las tasas de COVID-19 tienden a ser más altas, como es el caso de la península de Azuero. Por el contrario, en regiones con menor densidad poblacional y mayor capacidad para el distanciamiento, las tasas de COVID-19 son menores. No obstante, aún existen factores de la epidemiología del COVID-19 que no han sido estudiados y que podrían influir en estos patrones, lo cual sugiere la necesidad de investigaciones adicionales.

Este estudio presenta tres limitaciones principales. Primero, los datos de COVID-19 y de población provienen de respuestas autodeclaradas en el Censo, lo cual puede generar un subregistro. Aunque no se realizó un análisis distrital de la cobertura del Censo, a nivel

nacional se estimó en un 95%<sup>20</sup>. Este subregistro podría haber influido en la identificación de algunos conglomerados de altas tasas en distritos urbanos de las provincias de Panamá, Panamá Oeste o Chiriquí. Sin embargo, un análisis preliminar con estimaciones poblacionales a nivel provincial mostró una asociación significativa del 99%, lo que sugiere que el impacto del subregistro no fue crítico.

Segundo, los conglomerados de COVID-19 pueden explicarse por factores de confusión no considerados en este estudio, como el nivel de urbanización, densidad poblacional, nivel de pobreza y otras variables sociodemográficas. Finalmente, debido a las diferentes políticas de salud implementadas en cada región para manejar el COVID-19, los resultados, inferencias y recomendaciones de este estudio no pueden generalizarse a otras regiones. Sin embargo, este estudio es pionero en investigar la variación espacial y la detección de puntos críticos de COVID-19 en Panamá utilizando datos censales, llenando un vacío de conocimiento desde un enfoque geográfico.

En conclusión, los resultados de los análisis estadísticos indicaron que la distribución del COVID-19 sigue patrones geográficos específicos basados en la agrupación espacial. Se recomienda que las áreas identificadas como conglomerados sean priorizadas para las medidas de control y prevención del COVID-19 y futuros virus.

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica
2. Coordinación de Investigación, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

**Recibido:** 30/03/2024

**Aprobado:** 25/04/2024

#### Correspondencia:

Roger Bonilla Carrión

**Email:** [roger.bonilla@uhispano.ac.cr](mailto:roger.bonilla@uhispano.ac.cr)

**ORCID:** [0000-0002-8789-4494](https://orcid.org/0000-0002-8789-4494)

#### Citar como:

Bonilla-Carrión R, Evans-Meza R, Salvatierra-Durán R. Variación espacial y detección de puntos críticos de COVID-19 en Panamá: un análisis basado en datos del censo. *Rev Hisp Cienc Salud*. 2024; 10(1):22-31. DOI: [10.56239/rhcs.2024.101.711](https://doi.org/10.56239/rhcs.2024.101.711)

#### Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Hispanoamericana por la provisión de recursos logísticos y tecnológicos, así como por el apoyo administrativo brindado por la Escuela de Medicina, los cuales fueron esenciales para la ejecución de este estudio. También extendemos nuestro agradecimiento al Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) de Panamá por suministrar la información base que permitió la realización de este análisis.

#### Financiamiento

Autofinanciado

#### Conflictos de interés

Los autores niegan tener conflictos de interés.

#### Referencias Bibliográficas

1. Carr D. Sharing research data and findings relevant to the novel coronavirus (COVID-19) outbreak. Wellcome Trust [Internet]. 2020 [Consultado 15 marzo 2024]. Disponible en: <https://wellcome.ac.uk/press-release/sharing-research-data-and-findings-relevant-novel-coronavirus-covid-19-outbreak>
2. Chakraborty C, Lee S-S, Sharma A, Bhattacharya M, Sharma G. The 2019 novel coronavirus disease (COVID-19) pandemic: A zoonotic prospective. *Asian Pac J Trop Med* [Internet]. 2020;13(6):242. Doi: [10.4103/1995-7645.281613](https://doi.org/10.4103/1995-7645.281613)
3. Contini C, Di Nuzzo M, Barp N, Bonazza A, De Giorgio R, Tognon M, et al. The novel zoonotic COVID-19 pandemic: An expected global health concern. *J Infect Dev Ctries* [Internet]. 2020;14(3):254–64. Doi: [10.3855/jidc.12671](https://doi.org/10.3855/jidc.12671)
4. Evans R, Bonilla R, Salvatierra R, González L. Una Pandemia en Perspectiva 100. Universidad Hispanoamericana [Internet]. 2022 [Consultado 15 marzo 2024]. Disponible

en:

<https://uh.ac.cr/investigaciones/detalle/un-a-pandemia-en-perspectiva-100->

5. Lai Y-J, Chang C-M, Lin C-K, Yang Y-P, Chien C-S, Wang P-H, et al. Severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 and the deduction effect of angiotensin-converting enzyme 2 in pregnancy. *J Chin Med Assoc* [Internet]. 2020;83(9):812–6. Doi: [10.1097/JCMA.0000000000000362](https://doi.org/10.1097/JCMA.0000000000000362)
6. Goubar A, Bitar D, Cao WC, Feng D, Fang LQ, Desenclos JC. An approach to estimate the number of SARS cases imported by international air travel. *Epidemiol Infect* [Internet]. 2009;137(7):1019–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1017/S0950268808001635>
7. Guan W-J, Ni Z-Y, Hu Y, Liang W-H, Ou C-Q, He J-X, et al. Clinical characteristics of 2019 novel coronavirus infection in China [Internet]. bioRxiv. 2020. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1101/2020.02.06.20020974>
8. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet* [Internet]. 2020;395(10223):497–506. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)
9. Posid JM, Bruce SM, Guarnizo JT, Taylor ML, Garza BW. SARS: Mobilizing and maintaining a public health emergency response. *J Public Health Manag Pract* [Internet]. 2005;11(3):208–15. Doi: [10.1097/00124784-200505000-00005](https://doi.org/10.1097/00124784-200505000-00005)
10. Tam T. Fifteen years post-SARS: Key milestones in Canada's public health emergency response. *Can Commun Dis Rep* [Internet]. 2018;44(5):98–101. Doi: [10.14745/ccdr.v44i05a01](https://doi.org/10.14745/ccdr.v44i05a01)
11. Velavan TP, Meyer CG. The COVID-19 epidemic. *Trop Med Int Health* [Internet]. 2020;25(3):278–80. Doi: [10.1111/tmi.13383](https://doi.org/10.1111/tmi.13383)

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica
2. Coordinación de Investigación, Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

**Recibido:** 30/03/2024

**Aprobado:** 25/04/2024

#### Correspondencia:

Roger Bonilla Carrión

Email: [roger.bonilla@uhsalud.com](mailto:roger.bonilla@uhsalud.com)

ORCID: [0000-0002-8789-4494](https://orcid.org/0000-0002-8789-4494)

#### Citar como:

Bonilla-Carrión R, Evans-Meza R, Salvatierra-Durán R. Variación espacial y detección de puntos críticos de COVID-19 en Panamá: un análisis basado en datos del censo. *Rev Hisp Cienc Salud*. 2024; 10(1):22-31. DOI: [10.56239/rhcs.2024.101.711](https://doi.org/10.56239/rhcs.2024.101.711)

12. Zhang H, Liu Y, Chen F, Mi B, Zeng L, Pei L. The effect of sociodemographic factors on COVID-19 incidence of 342 cities in China: a geographically weighted regression model analysis. *BMC Infect Dis* [Internet]. 2021;21(1):428. Doi: [10.1186/s12879-021-06128-1](https://doi.org/10.1186/s12879-021-06128-1)
13. Ministerio de Salud (MINSA). Panamá confirma primer caso de COVID-19. [Internet]. 2020 [Consultado 16 marzo 2024]. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pa>
14. TVN Canal 14. Panamá decreta estado de emergencia por coronavirus. [Internet]. 2020 [Consultado 16 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.tvn14.com/>
15. La Estrella de Panamá. Casos de Covid-19 en Panamá siguen a la baja; se reportan dos nuevos fallecidos. [Internet]. 2023 [Consultado 16 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.laestrella.com.pa/>
16. Datosmacro.com. Panamá COVID-19 Crisis del coronavirus 2023. [Internet]. 2023 [Consultado 16 marzo 2024]. Disponible en: <https://datosmacro.expansion.com>
17. Rivera-Gutiérrez R de J, Ramírez M, Rodríguez A, Hernández J. COVID-19 en Panamá y el Mundo: Una revisión de la literatura. *Rev Med Cient* [Internet]. 2021 [Consultado 17 marzo 2024];32(1):37-60. Disponible en: <https://revistamedicocientifica.org/index.php/rmc/article/view/553>
18. Instituto Geográfico Nacional. Servicios OGC. [Internet]. 2024 [Consultado 30 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.snitcr.go.cr/>
19. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria; 2021. Disponible en: <https://www.R-project.org>
20. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censos Nacionales de Población y Vivienda. [Internet]. 2024 [Consultado 30 marzo 2024]. Disponible en: [https://www.inec.gob.pa/redpan/index\\_censospma.html](https://www.inec.gob.pa/redpan/index_censospma.html)
21. Getis A, Cliff, A.D. & Ord, J.K. Spatial autocorrelation. London: Pion; 1973. *Prog Hum Geogr* [Internet]. 1995;19(2):245–9. Doi: [10.1177/030913259501900205](https://doi.org/10.1177/030913259501900205)
22. Anselin L, Ibnu S, Youngihn K. GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. *Geogr Anal*. 2006;38(1):5-22.
23. Anselin L. Local indicators of spatial association—LISA. *Geogr Anal* [Internet]. 1995;27(2):93–115. Doi: [10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x)
24. Tsai P-J, Lin M-L, Chu C-M, Perng C-H. Spatial autocorrelation analysis of health care hotspots in Taiwan in 2006. *BMC Public Health* [Internet]. 2009;9(1):464. Doi: [10.1186/1471-2458-9-464](https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-464)
25. Griffith DA. Art, geography/GIScience, and mathematics: A surprising interface. *Ann Am Assoc Geogr* [Internet]. 2023;113(1):1–12. Doi: [10.1080/24694452.2022.2086101](https://doi.org/10.1080/24694452.2022.2086101)
26. Carozzi F. Urban density and Covid-19. *SSRN Electron J* [Internet]. 2020. Doi: [10.2139/ssrn.3643204](https://doi.org/10.2139/ssrn.3643204)

