

## ARTICLE / INVESTIGACIÓN

## Desempeño del sistema de vigilancia COVID-19 en Honduras 2020: Análisis de la ley de Benford

### Performance of the COVID-19 surveillance system in Honduras 2020: Benford's law analysis

Wendy Valladares<sup>1\*</sup>, José Bayardo Cabrera<sup>2</sup>

DOI. 10.21931/RB/2022.07.03.9

<sup>1</sup> Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Instituto de Investigaciones en Microbiología, Tegucigalpa, Honduras.<sup>2</sup> Universidad Tecnológica Centroamericana, Tegucigalpa, Honduras.Corresponding author: [wendy.valladares@unah.edu.hn](mailto:wendy.valladares@unah.edu.hn)

**Resumen:** El COVID-19 es una enfermedad infecciosa responsable hasta la fecha de 6,369,703 muertes a nivel mundial. Para poder controlarla es importante adaptar y reforzar los sistemas nacionales de salud y ampliar las capacidades en materia de vigilancia, siendo el reporte diario de nuevos casos y muertes por COVID-19, una de las principales herramientas para comprender y dar respuesta a la pandemia. El trabajo se centró en identificar inconsistencias en los datos reportados sobre casos y muertes confirmadas de COVID-19, por el sistema de salud hondureño durante el año 2020. Se analizaron los datos oficiales publicados entre el 11 de marzo y el 31 de diciembre de 2020, por el centro de recursos coronavirus de la Universidad Johns Hopkins, los datos fueron divididos en cuatro segmentos de análisis, el primero correspondió a los primeros 50 días de pandemia en el país, el segundo incluyó datos hasta el 24 junio, el tercero hasta el 1 diciembre y el cuarto incluyó todos los datos del 2020. Para el análisis se hizo uso de la ley de Benford, el cual es un fenómeno estadístico ampliamente usado que permite detectar datos anómalos en los sistemas de vigilancia de cada país. Hasta el 31 de diciembre el sistema de salud hondureño confirmó 121,827 casos positivos y 3,130 muertes por COVID-19 en Honduras. Respecto a la detección de datos anómalos el segundo segmento de análisis obtuvo un mejor resultado, sin embargo, se observó que el análisis acumulado correspondiente al 2020 no se ajustó a la Ley de Benford. En general, la vigilancia tuvo una mejoría en el desempeño después de los primeros 50 días de pandemia, no obstante, los datos referentes al 2020 revelan una disconformidad con la ley de Benford, lo que se interpreta como un desempeño de notificación no adecuado.

**Palabras clave:** COVID-19, distribuciones estadísticas, Honduras, monitoreo epidemiológico, notificación de enfermedades.

**Abstract:** COVID-19 is an infectious disease responsible to date for 6,369,703 deaths worldwide. To control it, it is essential to adapt and strengthen national health systems and expand surveillance capacities, with the daily report of new cases and deaths from COVID-19 being one of the main tools for understanding and responding to the pandemic. The work focused on identifying inconsistencies in the data reported on confirmed cases and deaths of COVID-19, by the Honduran health system during 2020. Official data published between March 11 and December 31 were analyzed. 2020, by the Johns Hopkins University coronavirus resource center, the data was divided into four analysis segments, the first corresponded to the first 50 days of the pandemic in the country, the second included data up to June 24, the third until December 1 and the fourth included all the data for 2020. For the analysis, Benford's law was used, a widely used statistical phenomenon that allows detecting anomalous data in the surveillance systems of each country. As of December 31, the Honduran health system confirmed 121,827 positive cases and 3,130 deaths from COVID-19 in Honduras. Regarding the detection of anomalous data, the second analysis segment obtained a better result; however, it was observed that the accumulated analysis corresponding to 2020 did not adjust to Benford's Law. In general, surveillance improved performance after the first 50 days of the pandemic; however, the data for 2020 reveal a non-conformity with Benford's law, which is interpreted as a notification performance unsuitable.

**Key words:** COVID-19, disease notification, epidemiological monitoring, Honduras, statistical distributions.

## Introducción

La enfermedad por coronavirus (COVID-19) es una enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-CoV-2<sup>1</sup>, fue detectada por primera vez en diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan, China<sup>2</sup>. Este virus se propagó rápidamente en muchos países de todos los continentes, por lo que el 11 de marzo de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) determinó caracterizar la COVID-19 como una pandemia<sup>3</sup>.

Previo a la pandemia del coronavirus, Honduras ya atravesaba una de las emergencias sanitarias más graves de su historia, el 10 de febrero del 2020, el Gobierno de Honduras mediante decreto ejecutivo declaró estado de emergencia sanitaria, en todo el territorio nacional<sup>4</sup>. Inicialmente se aplicaron diferentes medidas de prevención y control, entre ellas están el toque de queda obligatorio (entre 17 y el 29 de marzo de 2020), que posteriormente fue

**Citation:** Valladares, W; Cabrera, JB. Desempeño del sistema de vigilancia COVID-19 en Honduras 2020: Análisis de la ley de Benford. *Revis Bionatura* 2022;7(3) 9. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2022.07.03.9>

**Received:** 25 March 2022 / **Accepted:** 23 July 2022 / **Published:** 15 August 2022

**Publisher's Note:** Bionatura stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

**Copyright:** © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



modificado limitando la movilización a según el último dígito de la tarjeta de identidad o pasaporte, también se llevaron a cabo restricciones en la entrada y salida de las fronteras terrestres, marítimas y aéreas, así como la ejecución de campañas educativas<sup>5,6</sup>.

La OMS ha establecido guías para vigilancia epidemiológica, destacando la importancia de adaptar y reforzar los sistemas de salud y ampliar las capacidades en materia de vigilancia integral, ya que, para poder controlar el COVID-19 es necesario investigar todos los casos sospechosos y probables y confirmarlos por medio de pruebas de laboratorio, además es necesario realizar la vigilancia de la mortalidad, por medio de un monitoreo de las muertes y sus causas, sobre todo aquellas de tipo inespecífico que podrían representar casos de COVID-19 no diagnosticados<sup>1,7</sup>. En consecuencia, múltiples investigaciones han evidenciado la utilidad de la ley de Benford para la detección de datos anómalos en los sistemas de vigilancia de diferentes enfermedades incluyendo el COVID-19<sup>8-12</sup>.

Benford, demostró que para un conjunto de datos de cualquier índole (tributarios, lotería, o cualquier otro) existe una probabilidad de aparición de su primer dígito que responde a la siguiente forma: que el primer dígito sea 1 (30.1%), que sea dos (17.6%), tres (12.5%), cuatro (9.7%), cinco (7.9%), seis (6.7%), siete (5.8%), ocho (5.1%) y nueve (4.6%)<sup>13</sup>.

Lo encontrado en la ley de Benford se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$F_{\alpha} = \log\left(\frac{\alpha + 1}{\alpha}\right) \quad (1)$$

donde  $\alpha$  corresponde al dígito inicial de cada dato observado dentro del conjunto, estos hallazgos de Benford dieron pie a que sus aportes también se le conozca como la "ley del primer dígito", por esta razón, investigaciones anteriores destacan la importancia de la aplicación de la ley de Benford en periodos de pandemia<sup>14</sup>, es por ello que este estudio tuvo como objetivo identificar inconsistencias en los datos reportados sobre casos positivos y muertes confirmadas de COVID-19 por el sistema de salud hondureño durante el año 2020.

## Materiales y métodos

Para el desarrollo del presente estudio se obtuvieron los datos del sistema de salud hondureño concernientes al COVID-19 disponibles en el Centro de Ciencia e Ingeniería de Sistemas (CSSE) de la Universidad Johns Hopkins, los cuales se presentan de manera diaria y acumulada<sup>15</sup>. Los datos utilizados correspondían al periodo comprendido entre el 11 de marzo (debido a que en Honduras el primer caso se reportó en esta fecha) y el 31 de diciembre de 2020.

El análisis de los datos se dividió en cuatro segmentos: el primero, contemplando los primeros 50 días de la pandemia en el país, desde el 11 marzo hasta el 29 abril; el segundo a partir del día 51 de pandemia, es decir 30 abril hasta el 24 de junio, ya que el 24 de junio se realizó la inauguración del segundo Laboratorio de Biología Molecular en el país. El tercer segmento de análisis se realizó a partir del funcionamiento del este laboratorio, bajo el supuesto de una mejor vigilancia, desde el 25 junio hasta el 1 de diciembre, fecha en la cual el gobierno suspende las restricciones de movilidad tras el paso de los fenómenos naturales IOTA y ETA. Finalmente, se analizó el total de observaciones du-

rante el año 2020, del 11 de marzo hasta el 31 de diciembre, con el objetivo de observar los hechos relevantes en materia de reportes de vigilancia del COVID-19.

El tratamiento de los datos, así como los resultados encontrados se realizaron con el programa estadístico Stata 16.0 (StataCorp, Stata Statistical Software). Para la evaluación del sistema de vigilancia hondureño respecto al COVID-19, se evaluó el cumplimiento de la ley de Benford para los indicadores de casos y muertes confirmados, mediante la prueba  $\chi^2$  esto debido a que se buscó una prueba de bondad de ajuste, es decir, que tan probable es que los datos observados se apeguen a una distribución específica.

## Resultados y discusión

### Casos y muertes confirmadas por COVID-19 durante el año 2020

Los resultados del sistema de vigilancia hondureño reportan que hasta el 31 de diciembre de 2020 se realizaron 314,217 pruebas PCR para detectar COVID-19, de las cuales se confirmaron 121,827 casos positivos y 3,130 muertes debido a esta enfermedad. La figura 1 muestra el acumulado de casos y muertes confirmadas por COVID-19 y el total de pruebas PCR realizadas durante el 2020.

El promedio de pruebas PCR durante el año 2020 fue de 1,058 pruebas diarias, sin embargo, en el primer periodo de análisis (los primeros 50 días de pandemia desde el primer caso reportado) se estaban realizando en promedio 66 pruebas PCR diarias, mientras que en el lapso entre el 24 de junio hasta el 31 de diciembre de 2020 el número de pruebas ascendió a un promedio de 1,475 pruebas diarias.

Con relación a los casos confirmados, durante los primeros 50 días de pandemia se registraron 738 casos, y hasta el 24 junio 2020 el sistema de vigilancia del país reportó un total de 14,571, los demás segmentos de análisis se visualizan en la tabla 1.

En cuanto al número de muertes se reportaron 66 durante los primeros 50 días de pandemia, mientras que en el total del año 2020 el promedio de muertes diarias alcanzó una cifra de 10,5 ver los detalles en la tabla 2. El porcentaje de casos positivos durante el año 2020 fue de 35.7 %, mostrando un promedio de casos positivos diarios durante los primeros 50 días de 19.2 % y el promedio de casos diarios positivos más alto fue de 44.3 % el cual se observó entre 24 de junio y el 1 de diciembre. La figura 2 muestra el reporte diario de casos positivos y muertes confirmadas por COVID-19, así como el número de pruebas PCR diarias y el porcentaje de casos positivos durante el año 2020.

### Datos anómalos presentes en los casos confirmados por COVID-19

Para la detección de los datos anómalos se utilizó la distribución de la ley de primer dígito, las cuales se pueden observar en las figuras 3 y 4, para conocer si la distribución observada (barras grises de las figuras 3 y 4) se acerca a la esperada (línea roja) se utilizó la prueba de bondad de ajuste  $\chi^2$  (test chi2tail en stata) la cual se muestra en la tabla 1 y 2, donde se puede comprobar que los datos observados no siguen la ley de Benford. También es importante tener en cuenta que este análisis muestra los datos acumulados de los reportes del sistema de vigilancia de Honduras, es decir, el segundo segmento de análisis contiene el primero y así en sucesión hasta mostrar todos los reportes del año 2020. La figura 3 muestra la distribución observada del pri-

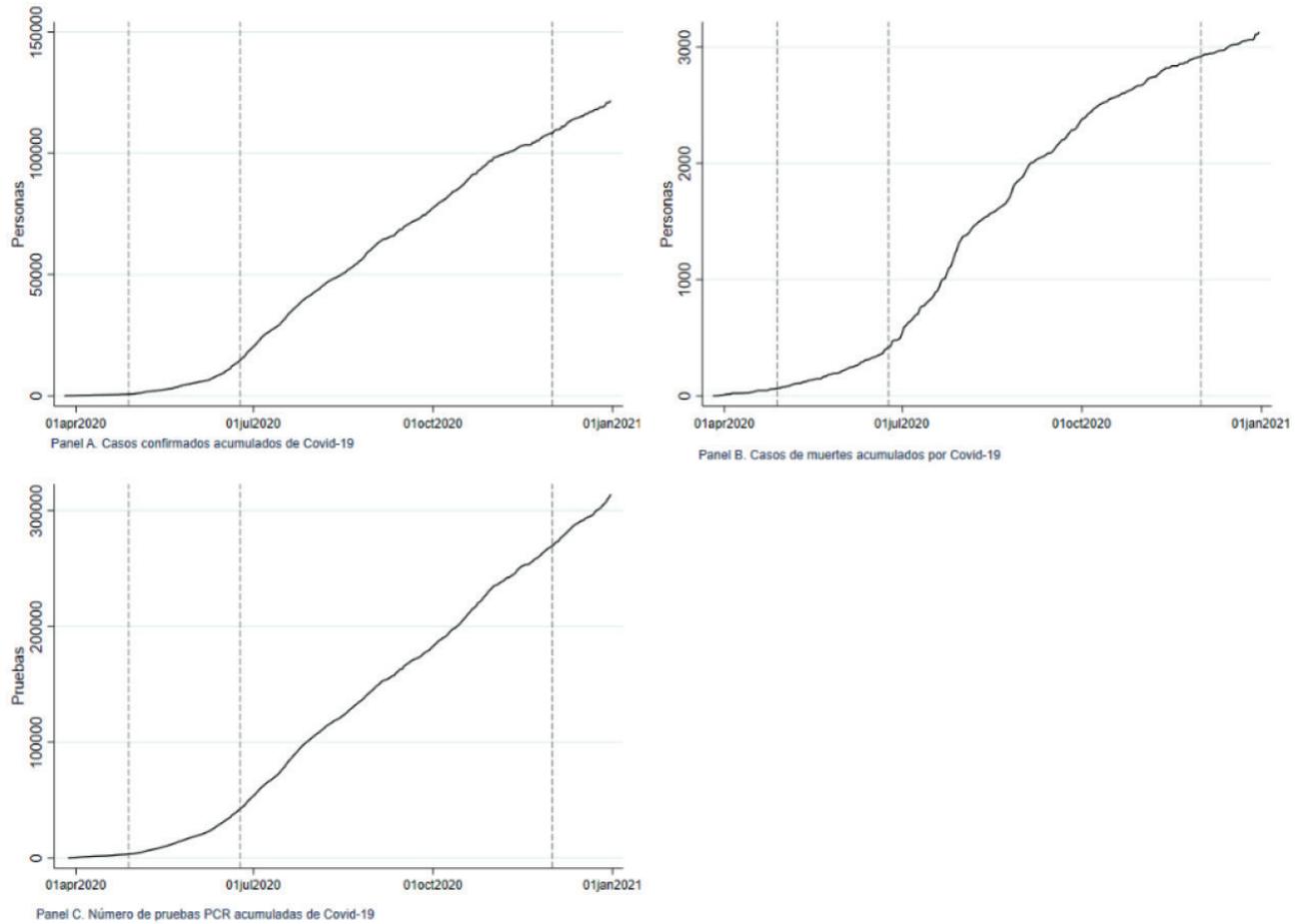


Figura 1. Reporte de COVID-19 del sistema de vigilancia hondureño durante el 2020.

mer dígito de los cuatro periodos de análisis para los casos positivos de COVID-19, lo cual refleja que ninguno de los periodos se asemeja estrictamente a la distribución de la ley de Benford.

En la tabla 1 se brinda el resultado de la prueba  $\chi^2$  el cual fue 0,048, mostrando que los datos observados en los primeros 50 días de pandemia no se asemejan a los esperados en la distribución de Benford. Para el segundo periodo (figura 2, panel B) el valor de  $\chi^2$  fue de 0,60 esto nos indica que los reportes observados hasta el 24 de junio se asemejan a los esperados sin llegar a mostrar un acercamiento considerable a dicha distribución. Para el tercer y cuarto periodo de análisis el valor p de  $\chi^2$  mostró un valor de 0,0000384899 y de 0,012 respectivamente, lo cual confirma lo que refleja la figura 3, es decir, que los datos observados de reportes de casos positivos durante el año 2020 no se asemejan a la distribución esperada.

#### Datos anómalos presentes en las muertes confirmadas por COVID-19

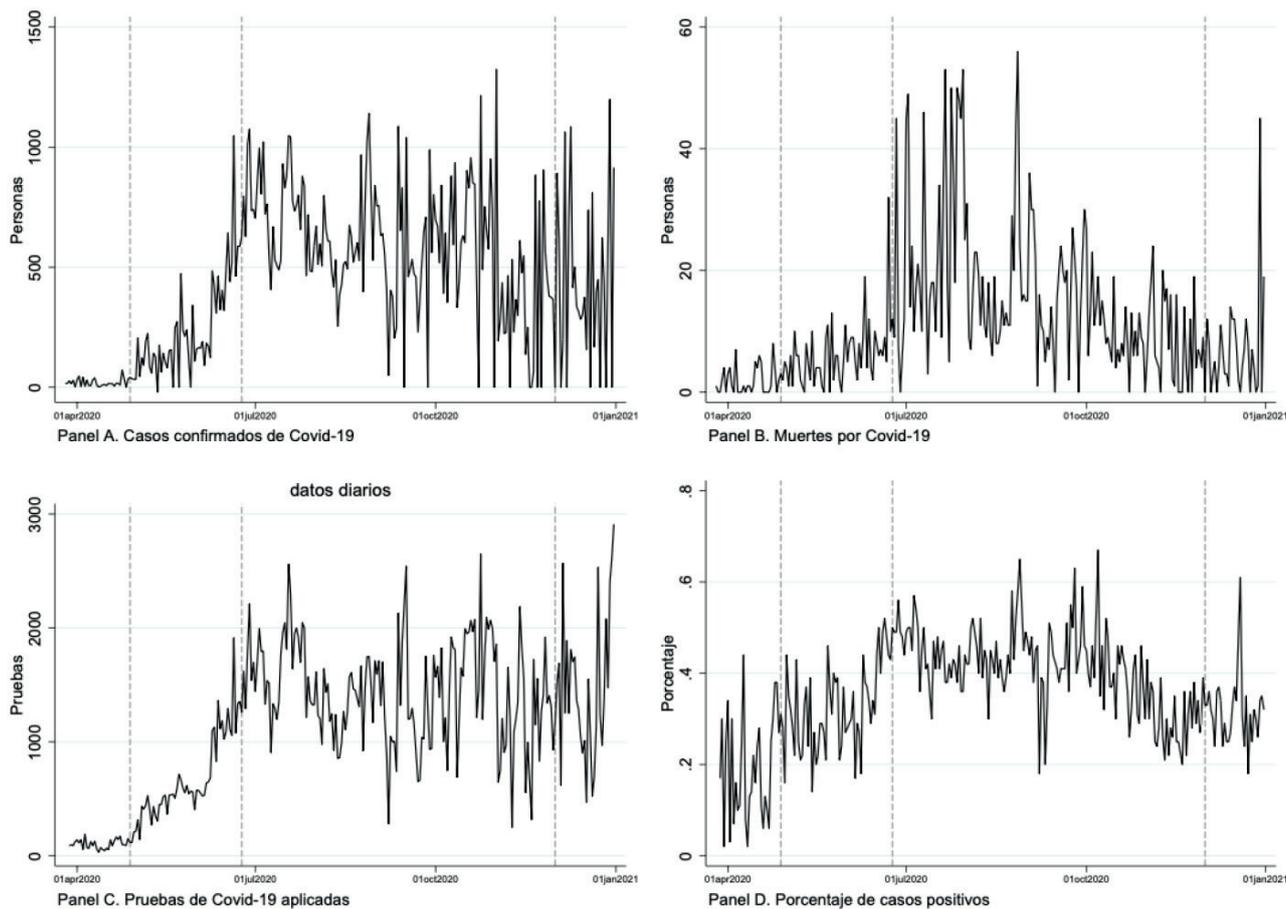
La tabla 1 y 2 también brindan información de los cuatro periodos de análisis sobre el número de datos esperados y el observado de primer dígito de los casos acumulados en las cifras de muertes y casos positivos, en el caso de la tabla 2 se muestran menos datos acumulados debido a que las muertes por COVID-19 comenzaron a ser reportadas a partir del día 26 de marzo del 2020, es decir, el día 17 de pandemia desde el primer caso positivo en Honduras. Asimismo, en la figura 4 se muestra la distribución observada del primer dígito de los cuatro periodos de análisis referentes a las muertes confirmadas como consecuencia

del COVID-19.

El resultado de la prueba  $\chi^2$  para el primer segmento resultó 0,78333 aproximándose bastante a la distribución esperada, cabe resaltar que para analizar este periodo se utilizó los primeros 50 días a partir de la primera muerte confirmada en el país. Para el segundo periodo (figura 4, panel B) el valor de  $\chi^2$  fue de 0,227 esto indica que los reportes observados de muertes hasta el 24 de junio se asemejan a los esperados. Para el tercer periodo de análisis el valor p de  $\chi^2$  mostró un valor de  $1,17949E^{-25}$  lo cual da evidencia que los datos no se asemejan a la distribución esperada. En el cuarto periodo de análisis el cual corresponde a todos los reportes de muertes por COVID-19 del sistema de vigilancia durante el año 2020, se encontró un valor de p de  $\chi^2$  de  $3,50E^{-28}$  por lo cual evidencia que los reportes de muertes durante el año 2020 no se asemejan a la distribución esperada expresada por la ley de Benford.

#### Discusión

Es necesario recopilar información acerca del número total de personas a las que se les han hecho pruebas de detección y no solo documentar los casos positivos, ya que el número de pruebas realizadas es utilizado como indicador del grado de actividad de la vigilancia<sup>7</sup>. Si analizamos el número total de pruebas de laboratorio notificadas por el sistema de vigilancia de salud de Honduras, las cuales incluían los reportes de laboratorios a nivel público y privado, ya que, a partir del 16 de abril 2020, se incorpora a los laboratorios privados en la detección de casos COVID-19<sup>16</sup>,



Fuente: CSSE Johns Hopkins University

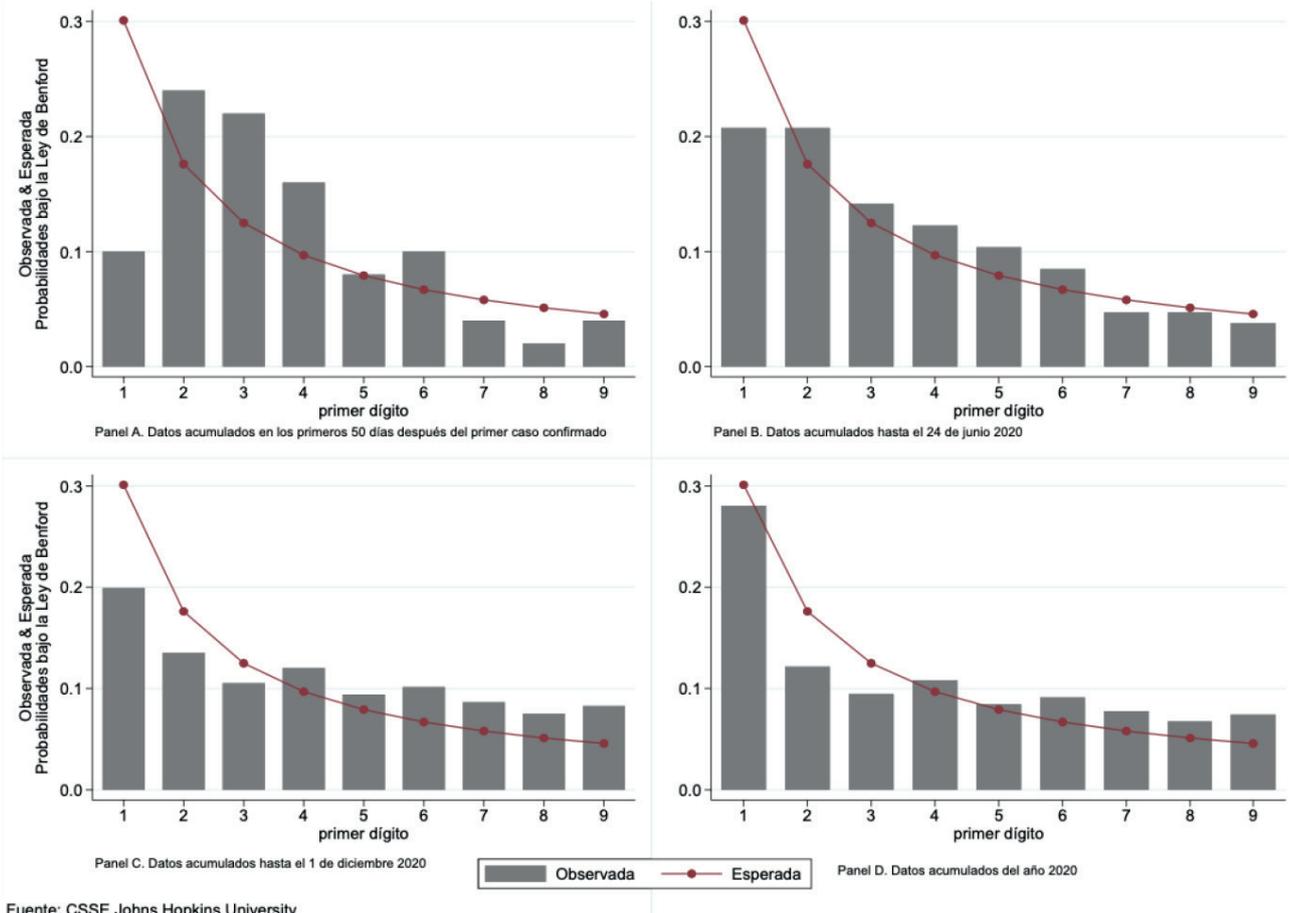
**Figura 2.** Reporte diario de COVID-19 del sistema de vigilancia hondureño durante el 2020.

veremos que fue relativamente bajo en comparación con la cantidad de análisis realizados por otros países Centroamericanos<sup>17</sup>. Sin embargo, este dato debe considerar varios factores, como la capacidad instalada en cada país o el número de profesionales de la salud, siendo que el sistema de salud hondureño evidenciaba muchas deficiencias en cuanto a infraestructura, personal y tecnología para el análisis, colapsando en sus principales centros asistenciales y generando una mora en la entrega de resultados<sup>4,18</sup>.

Por otro lado, la proporción de pruebas positivas nos indica la intensidad de la transmisión entre las personas, este valor dependerá del número de pruebas realizadas diariamente y del número de habitantes en cada país<sup>7</sup>. La información de los resultados evidencia que el número total de casos confirmados durante el año 2020 en Honduras es bajo, en comparación con otros países centroamericanos, superando en número de casos solo a Nicaragua y El Salvador<sup>15</sup>; en contraste, Honduras fue el tercer país centroamericano con mayor cantidad de muertes confirmadas por COVID-19, aún con la baja cantidad de pruebas realizadas, siendo superado únicamente por Guatemala y Panamá<sup>15</sup>. Es relevante considerar la escasa cantidad de Hospitales especializados con los que cuenta Honduras, lo que provoca el colapso de estos centros de manera recurrente, quienes por lo general cuentan con una ocupación de más del 70%, lo cual aumentó notablemente durante la pandemia<sup>19</sup>, lo que podría explicar el aumento en el número de muertes, ya que fue necesaria la creación de múltiples centros de triaje en el país, así como el apoyo de centros asistenciales privados, para controlar los casos severos.

Existen varios estudios donde se analiza los casos y muertes confirmadas por COVID-19 en los primeros meses de la pandemia, datos que difieren a la situación reportada en Honduras, en donde los registros son mucho menores<sup>20-23</sup>, sin embargo, se deben tomar en cuenta las diferencias políticas, económicas, culturales presentes en cada país, así como las fechas de corte utilizadas en cada estudio. Esto es importante ya que la oportuna vigilancia logra reducir la transmisión, así como la morbilidad y la mortalidad relacionadas con la enfermedad. Además, el implementar una vigilancia continua del COVID-19 es un punto clave para conocer la incidencia en los diferentes grupos con mayor probabilidad de presentar un cuadro severo y/o morir<sup>7</sup>.

En lo concerniente a la identificación de datos anómalos se observó un ajuste cercano en el segundo segmento de análisis, esto sugieren que la vigilancia se desempeñó mejor durante los primeros meses de pandemia, no obstante, el número de casos y muertes se incrementó gradualmente producto de la rápida propagación de la enfermedad, y si a esto sumamos la aparición tardía de los síntomas posterior al periodo de transmisión, además, que las personas asintomáticas de igual manera pueden transmitir el virus, lo que dificulta aún más la vigilancia<sup>24</sup>. A su vez, el comportamiento del primer dígito no se ajustó a la ley de Benford en el cuarto segmento de análisis, el cual corresponde al total de observaciones reportadas durante el año 2020, por lo que podemos afirmar que, en general los datos reportados por el sistema de vigilancia de COVID-19 durante el año 2020 reflejaron datos de mala calidad, lo que se



Fuente: CSSE Johns Hopkins University

**Figura 3.** Distribución de primer dígito de casos confirmados de COVID-19.

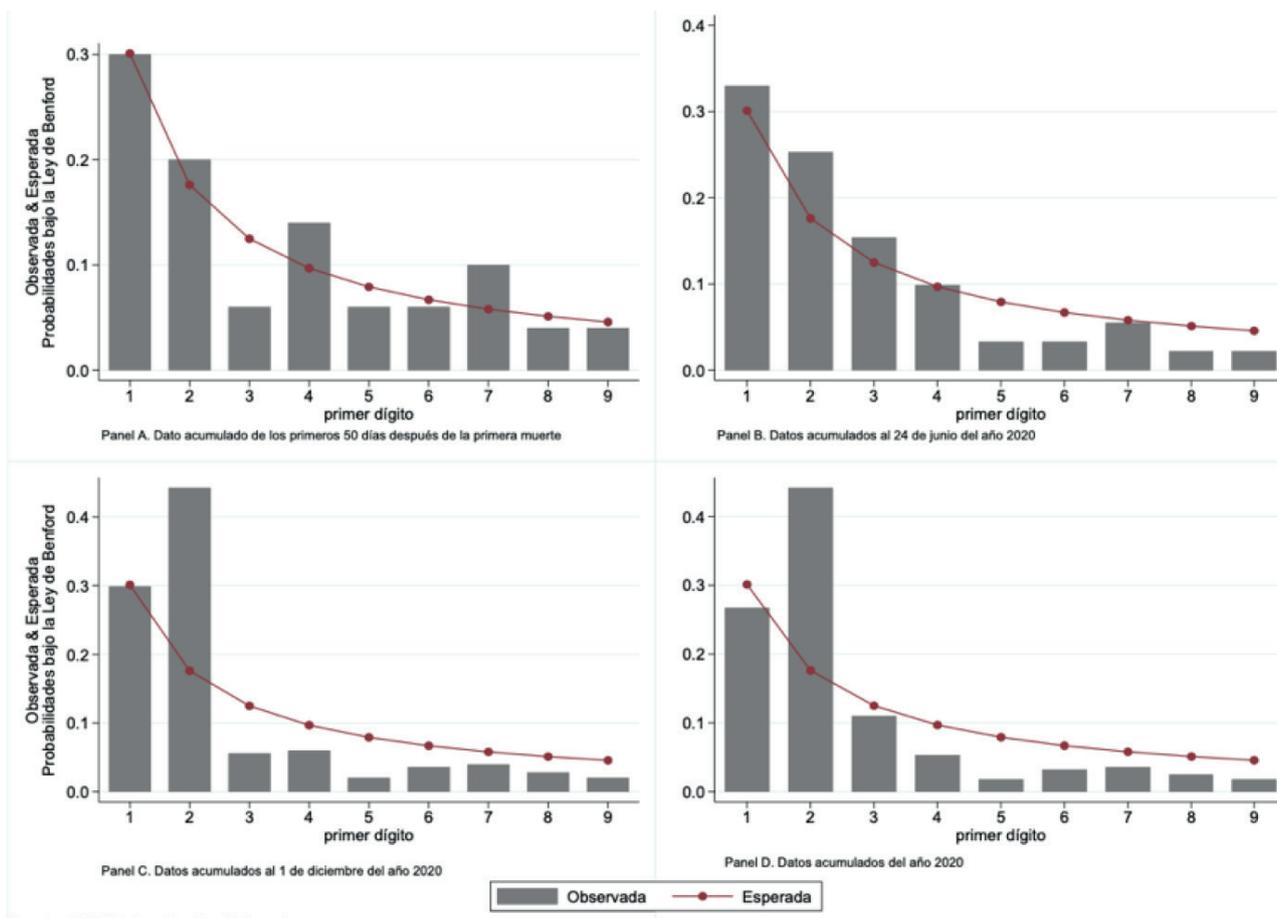
Primer dígito	11 marzo- 29 abril		Hasta 24 de junio		Hasta 1 de diciembre		Total 2020	
	Observada	Esperada	Observada	Esperada	Observada	Esperada	Observada	Esperada
1	5	15	22	32	53	80	83	89
2	12	9	22	19	36	47	36	52
3	11	6	15	13	28	33	28	37
4	8	5	13	10	32	26	32	29
5	4	4	11	8	25	21	25	23
6	5	3	9	7	27	18	27	20
7	2	3	5	6	23	15	23	17
8	1	3	5	5	20	14	20	15
9	2	2	4	5	22	12	22	14
Casos confirmados	738		14,571		108,253		121,827	
$\chi^2$	0.048		0.608498877		0.0000384899		0.012404156	

**Tabla 1.** Datos de vigilancia epidemiológica de casos confirmados de COVID-19 con la ley de Benford\*.

interpreta como un desempeño de notificación no adecuado, lo que puede explicarse de acuerdo a lo mencionado en el Plan de Respuesta Humanitaria ante el COVID 19 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), donde se menciona que la pandemia del coronavirus en Honduras reveló la baja capacidad de respuesta del Sistema Nacional de Salud, demostrando múltiples deficiencias<sup>4</sup>.

Estos resultados concuerdan con investigaciones previas donde analizan los datos a nivel mundial y por cada país incluyendo Honduras, empleado fechas de cortes diferentes a las aplicadas en este estudio, evidenciando que

la distribución de los primeros dígitos respecto a los nuevos casos de COVID-19 en el país, presentan inconsistencias con la ley de Benford<sup>25-27</sup>, situación similar a la encontrada en otros países<sup>10,11</sup>. Por otro lado, países con mejores sistemas de vigilancia como Filipinas, China, Indonesia, Italia y Estados Unidos reportan un mejor ajuste entre los casos reportados de COVID-19 y la distribución esperada durante la pandemia<sup>9,10,28-30</sup>. La falta del ajuste de los datos a la ley de Benford también suele ocurrir durante las fases iniciales de una epidemia, lo que sugiere problemas o subregistros, como muertes o casos que no lograron ser confirmados,



Fuente: CSSE Johns Hopkins University

**Figura 4.** Distribución de primer dígito de muertes confirmadas por COVID-19.

Primer dígito	26 marzo- 14 mayo		Hasta 24 de junio		Hasta 1 de diciembre		Total 2020	
	Observada	Esperada	Observada	Esperada	Observada	Esperada	Observada	Esperada
1	15	15	30	27	75	76	75	85
2	10	9	23	16	111	44	124	49
3	3	6	14	11	14	31	31	35
4	7	5	9	9	15	24	15	27
5	3	4	3	7	5	20	5	22
6	3	3	3	6	9	17	9	19
7	5	3	5	5	10	15	10	16
8	2	3	2	5	7	13	7	14
9	2	2	2	4	5	11	5	13
Muertes Confirmadas	133		417		2,918		3,130	
$\chi^2$	0.78333		0.227004486		1.18 <sup>-25</sup>		3.50E <sup>-28</sup>	

\*Los valores de p por debajo de 0.05 indican el rechazo de la ley de Benford ya sea por medio de  $\chi^2$ .

**Tabla 2.** Datos de vigilancia epidemiológica de muertes confirmados por COVID-19 con la ley de Benford\*

estudios sugieren tomar en consideración aspectos como el registro de datos fabricados voluntaria o involuntariamente, así como otros errores relacionados con la digitalización de los datos<sup>31</sup>.

Como una de las limitaciones de este estudio podemos mencionar la alta frecuencia de casos asintomáticos, los que afectan la calidad de los datos, además que muchas

personas con cuadros leves a moderados pudieron no corroborar la enfermedad, al igual que las muertes que no fueron confirmadas por el sistema de salud. También al hacer uso de datos secundarios, se puede reflejar un subregistro, producto de las dificultades de acceso a los servicios de salud, esto podría generar un error no observable en los datos utilizados. Lo cual podría solventarse al realizar el análisis

para áreas más pequeñas y de esta manera detectar las dificultades y así obtener datos de mejor calidad.

Finalmente, la identificación de datos anómalos por medio de la ley de Benford, es una herramienta tecnológica relativamente fácil de implementar, que detecta anomalías en las notificaciones de casos registrados en el sistema de vigilancia de una enfermedad, evaluando la calidad de los datos lo cual es una característica que está incluida en Centers for Disease Directrices de Control y Prevención (CDC)<sup>32</sup>. Es importante mencionar que este es el primer estudio en identificar datos anómalos reportados en el país durante el primer año de pandemia en relación con casos y muertes confirmadas por lo que nuestros hallazgos pueden ser útiles para la vigilancia continua del COVID-19, destacando su potencial utilidad como herramienta complementaria en el monitoreo de las enfermedades endémicas del país, siendo de gran apoyo al sistema de vigilancia nacional.

## Conclusiones

Los datos reportados por el sistema de vigilancia de COVID-19 en Honduras, durante el año 2020 reflejaron datos de mala calidad, ya que no se ajustaron a la ley de Benford, lo que se interpreta como un desempeño de notificación no adecuado. Además, los hallazgos evidencian la actual necesidad por parte del sistema de vigilancia hondureño, en continuar innovando e investigando, por lo que las futuras investigaciones podrían centrarse en evaluar nuevas herramientas tecnológicas que permitan obtener información rápida sobre el desempeño de la notificación de casos, siendo esto crucial en el control y prevención de las enfermedades.

## Contribuciones de los autores

Conceptualización Wendy Valladares y José Bayardo Cabrera, Análisis formal Wendy Valladares y José Bayardo Cabrera, Investigación Wendy Valladares y José Bayardo Cabrera, Visualización Wendy Valladares, Metodología José Bayardo Cabrera, Administración del proyecto Wendy Valladares, Redacción – revisión y edición Wendy Valladares y José Bayardo Cabrera. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

## Financiamiento

Esta investigación no recibió financiamiento externo.

## Declaración de la Junta de Revisión Institucional

No aplicable.

## Declaración de disponibilidad de datos

Los datos del sistema de salud hondureño concernientes al COVID-19 se encuentran disponibles en el Centro de Ciencia e Ingeniería de Sistemas (CSSE) de la Universidad Johns Hopkins (<https://coronavirus.jhu.edu/map.html>), los cuales se presentan de manera diaria y acumulada.

## Conflictos de Interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

## Referencias bibliográficas

1. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19). Disponible en: [https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1)

2. Eastin C, Eastin T. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China: Guan W, Ni Z, Hu Y, et al. *J Emerg Med*. 2020;58(4):711-2.
3. World Health Organization. Archived: WHO Timeline - COVID-19. WHO; 2020. Disponible en: <https://www.who.int/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>.
4. Naciones Unidas. Plan de respuesta humanitaria COVID-19 Honduras. Honduras: Naciones Unidas; 2020. Disponible en: [https://honduras.un.org/sites/default/files/2020-05/20200528\\_PRH\\_HONDURAS\\_COVID-19\\_ESP\\_1.pdf](https://honduras.un.org/sites/default/files/2020-05/20200528_PRH_HONDURAS_COVID-19_ESP_1.pdf).
5. Ham PA. (2020). El impacto económico y social de la pandemia COVID-19 y recomendaciones de política para Honduras. Nueva York, Estados Unidos: PNUD. Disponible en: [www.latinamerica.undp.org](http://www.latinamerica.undp.org).
6. Secretaría de la Integración Social Centroamericana. (2021). Observatorio COVID-19 en América Latina y el Caribe: acciones por país en la región SICA Honduras. Disponible en: <https://sisca.int/ocades-text/formacion/covid-19/boletines/1352-covid-19-acciones-por-pais-en-la-region-sica-honduras-ocades/file>.
7. World Health Organization. (2020). Public health surveillance for COVID-19: interim guidance. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-Surveillance-Guidance-2022.1>.
8. Manrique-Hernández EF, Moreno-Montoya J, Hurtado-Ortiz A, Prieto-Alvarado FE, Idrovo AJ. (2020). Desempeño del sistema de vigilancia colombiano durante la pandemia de COVID-19: evaluación rápida de los primeros 50 días. *Biomédica*, 40(Suppl 2):96-103.
9. Balashov VS, Yan Y, Zhu X. (2021). Using the Newcomb-Benford law to study the association between a country's COVID-19 reporting accuracy and its development. *Sci Reports*, 11,22914.
10. Wong WK, Juwono FH, Loh WN, Ngu IY. (2021). Newcomb-Benford law analysis on COVID-19 daily infection cases and deaths in Indonesia and Malaysia. *Herit Sustain Dev*,3(2):102-10.
11. Silva L, Figueiredo Filho D. (2022). Using Benford's law to assess the quality of COVID-19 register data in Brazil. *J Public Health (Oxf)*, 43(1):107-10.
12. Manrique-Hernández EF, Fernández-Niño JA, Idrovo AJ. (2017). Global performance of epidemiologic surveillance of Zika virus: rapid assessment of an ongoing epidemic. *Public Health*,143:14-6.
13. Benford F. (1938). The Law of Anomalous Numbers. *Proc Am Philos Soc*,78(4):551-72.
14. Moreno-Montoya. (2020). J. Benford's Law with small sample sizes: A new exact test useful in health sciences during epi-demics. *Rev la Univ Ind Santander Salud*,52(2):161-3.
15. Johns Hopkins University of Medicine. (2022). COVID-19 Map - Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. Estados Unidos: Johns Hopkins. Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>.
16. UNAH. (2020). Cronología de la pandemia COVID-19 abril, en Honduras. Disponible en: <https://mdd.unah.edu.hn/publicaciones/cronologia-de-la-pandemia-covid-19-en-honduras/>
17. Biblioteca virtual en salud. Estadística Nacional de Coronavirus COVID-19. Honduras: BVS; 2020. Disponible en: <http://www.bvs.hn/COVID-19/>.
18. Secretaría de Desarrollo e Inclusión Social. (2021). Honduras cuenta con una red de Laboratorios de Biología Molecular que salvan vidas en la pandemia. Disponible en: <https://sedis.gob.hn/node/6582>.
19. Saucedo González KJ. (2022). Deficiencias en el sistema de salud pública y su impacto en la pandemia del COVID-19. *Rev Med Hondur*,89(2):148-50.
20. Prieto-Silva R, Sarmiento-Hernández CA, Prieto-Silva F. (2020). Morbidity and mortality due to COVID-19 in Latin America: Study of three countries-February to July 2020. *Rev salud pública*,22(2):1-7.

21. Haro AS. (2020). Caracterización epidemiológica de covid-19 en Ecuador. *Interam J Med Heal*, 3(0):1-7.
22. Suárez V, Suarez Quezada M, Oros Ruiz S, Ronquillo De Jesús E. (2020). Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020. *Rev Clínica Española*, 220(8):463-71.
23. García JMM, Izquierdo JA, Pérez MIG. (2020). COVID-19 en España, ¿cómo hemos llegado hasta aquí? *Aten Primaria*, 52(10):676.
24. Gil R, Bitar P, Deza C, Dreyse J, Florenzano M, Ibarra C, et al. (2021). Cuadro clínico del COVID-19. *Rev Médica Clínica Las Condes*, 32(1):20-9.
25. Jošić H, Žmuk B. (2021). Assessing the quality of COVID-19 data: evidence from newcomb-benford law. *Facta Univ Ser Econ Organ*, 18(2):135-156 DOI: <https://doi.org/10.22190/FUEO210326008J>.
26. Farhadi N. (2021). Can we rely on COVID-19 data? An assessment of data from over 200 countries worldwide. *Sci Prog*, 104(2). DOI: 10.1177/00368504211021232.
27. Moreau VH. (2021). Inconsistencies in countries COVID-19 data revealed by Benford's law. *Model Assist Stat Appl*, 16(1). DOI: 10.3233/MAS-210517.
28. Miranda AT. (2020). The Distribution of COVID-19 Cases in the Philippines and the Benford's Law Philippine e-Journal for Applied Research and Development. *Philipp e-Journal Appl Res Dev*, 10:29-34.
29. Idrovo AJ, Manrique-Hernández EF. (2020). Data Quality of Chinese Surveillance of COVID-19: Objective Analysis Based on WHO's Situation Reports. *Asia Pac J Public Health*, 32(4):165-67.
30. Koch C, Okamura K. (2020). Benford's Law and COVID-19 reporting. *Econ Lett*, 196:109573.
31. Idrovo AJ, Fernández-Niño JA, Bojórquez-Chapela I, Moreno-Montoya J. (2011). Performance of public health surveillance systems during the influenza A(H1N1) pandemic in the Americas: Testing a new method based on Benford's Law. *Epidemiol Infect*, 139(12):1827-34.
32. German RR, Lee LM, Horan JM, Milstein RL, Pertowski CA, Waller MN, et al. (2001). Updated guidelines for evaluating public health surveillance systems: Recommendations from the Guidelines Working Group. *MMWR Recomm Rep*, 50:1-35.