**PRONÓSTICO DE CONTAGIO POR SARS-CoV-2 PARA 5 PAISES DE CENTROAMÉRICA**

(Al de 30 de marzo de 2020)

Roger Murillo Sandoval[[1]](#endnote-1) y Adelmo Sandino Mayorga[[2]](#endnote-2)

**RESUMEN**

La pandemia mundial por Covid-19 se propaga en Centroamérica. Los números oficiales de personas contagiadas van en ascenso, mientras los gobiernos implementan medidas para contener la enfermedad. En este documento se presentan los resultados de un modelo de pronóstico de corto plazo para cada país, basado en un modelo logístico simple, ampliamente utilizado para modelar la propagación de una epidemia. Los resultados al 29 de marzo de 2020 muestran que al final del horizonte de pronóstico de cada país, Guatemala podría presentar 26,320 casos acumulados de Covid-19; Honduras, 15,027 casos; El Salvador, 9,996 casos; Nicaragua, 9,228 casos; Costa Rica, 7,368 casos; y Panamá, 10,024 casos. Este modelo tiene limitantes en cuanto a presentar pronósticos de fallecidos, aunque es posible predecir el momento en el que la curva de contagio llega a su punto de inflexión.

Nota: Los resultados de pronóstico son altamente sensibles a la luz de nueva información oficial. Estos pronósticos se estarán actualizando cada 5 días.

1. **INTRODUCCIÓN**

La epidemia del Covid-19 fue declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), una emergencia de salud pública de preocupación internacional el 30 de enero de 2020. Para entonces esta enfermedad, causada por el virus SARS-CoV-2[[3]](#footnote-1), afectaba principalmente a países de Asia, siendo China Continental, origen del brote, el que presentaba el mayor número de casos.

Su rápida expansión hacia otros continentes llevó a la OMS a declarar al Covid-19 como una pandemia mundial el 11 de marzo de 2020, e instó a los gobiernos del mundo a tomar acciones para contrarrestar su expansión.[[4]](#footnote-2)

El primer caso confirmado de contagio por SARS-Cov-2 en Centroamérica, se produjo el 8 de marzo en Costa Rica. En esa fecha se reportó 5 casos; actualmente (29 de marzo) el número acumulado de contagios alcanza 295 personas y se han producido 2 muertes.

Le siguió Panamá el 10 de marzo, reportando 1 contagio, mientras que Honduras reporta sus 2 primeros casos el 12 de marzo. A la fecha ambos países tienen 786 y 34 contagios acumulados, respectivamente. En número de muertes Panamá reporta 8 y Honduras 1 muerte.

El Salvador y Nicaragua, reportaron sus primeros casos el 20 de marzo, con 1 caso por país. A la fecha, son 24 y 4 casos los acumulan ambos países, respectivamente. Nicaragua reporta un fallecido.

La emergencia epidemiológica ha llevado a los gobiernos de Centroamérica a tomar medidas preventivas, entre otras: controles epidemiológicos en puntos de ingresos, implementación de protocolos de vigilancia epidemiológica, cuarentenas de nacionales y extranjeros, restricción de eventos públicos, entre otros[[5]](#footnote-3).

Más recientemente, algunos gobiernos, como los de Panamá y Costa Rica, han anunciado la implementación de cuarentenas totales, una serie medidas drásticas para frenar la propagación de la enfermedad, dado el desborde que ha demostrado ocasionar en los sistemas de salud de los países en donde el número de contagios y enfermos han alcanzado niveles insostenibles.

Conocer el comportamiento y evolución de la epidemia por Covid-19 en la región se ha vuelto una prioridad para los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil. Anticipar escenarios permite coordinar acciones y valorar la magnitud de estas, a fin de mitigar sus impactos sobre la salud y la economía. De ahí que este documento, proporciona un pronóstico de cómo puede evolucionar la epidemia, a fin de respaldar las decisiones sobre las medidas de contención tomadas para frenar la enfermedad.

1. **METODOLOGÍA EMPLEADA**

La base de datos de contagiados y fallecidos se obtiene directamente de los reportes diarios que publica en su sitio web el Sistema de Integración Centroamericana (SICA): <https://www.sica.int/coronavirus/situacion>. A su vez, estas estadísticas son alimentadas por los gobiernos de cada país[[6]](#footnote-4).

Se presenta un modelo de pronóstico de corto plazo, basado en un modelo logístico simple, ampliamente utilizado para modelar la propagación de una epidemia. El pronóstico se realiza para cada país.

El objetivo, además de predecir la cantidad total de casos positivos del Covid-19, es mostrar el momento en el cual la tasa de propagación de la enfermedad es cercana a la unidad; es decir, el momento en el cual curva de contagio se estabiliza (punto de inflexión), y los casos empiezan a crecer más lentamente hasta alcanzar unos niveles tolerables para los sistemas de salud, y finalmente la extinción de la epidemia.

Esta información resulta relevante porque marca el horizonte de tiempo en el cual, los gobiernos deben de mantener las medidas de contención de la enfermedad: Hasta cuándo se sugiere mantener, por ejemplo, las medidas de aislamiento social.

1. **Modelo de pronóstico de corto plazo**

El modelo propuesto tiene la siguiente especificación:

$$P\left(t\right)=\frac{K}{1+e^{f(t)}}$$

Donde:

*P* representa la población contagiada en evaluación para un periodo *t*.

*K* es el valor máximo estimado que puede alcanzar la población contagiada.

*f(t)* es la función que puede tener un comportamiento constante (lineal) o variable (exponencial o potencial). Incide directamente en el crecimiento de la población contagiada.

Este modelo determina la velocidad de crecimiento del Covid-19, llegando a un punto de inflexión en el que la curva de infectados empieza a crecer a una tasa cada vez menor. Para este informe, se optó por la versión exponencial, para modelar el comportamiento de *f(t),* dado que presenta un mejor ajuste conforme los datos observados.

*K* se obtuvo a partir del dato empírico de los casos reportados en curso en China, Corea del Sur, Italia y España. En ese sentido, *K* representa el límite esperado que pueden alcanzar los contagios para los países en estudio.

|  |
| --- |
| Cuadro 1. Tasa preliminar estimada en curso de contagio por Covid-19 en países seleccionados para estimar *K* |
|  | Población1 | Actual contagios2 | Casos totales estimados3 | Tasas preliminares |
| China Continental | 1,403,500,365 | 82,198 | 83,047 | 0.01% |
| Corea del Sur | 51,446,201 | 9,661 | 8,714 | 0.02% |
| Italia | 60,541,000 | 97,689 | 448,660 | 0.74% |
| España | 47,650,000 | 85,195 | 220,802 | 0.46% |
| Media |  |  |  | 0.31% |
| (1): Wikipedia.(2): Corona Virus Resource Center. Johns Hopkins University & Medicine. Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> Consultado el 30 de marzo de 2020 a las 08:00 horas.(3): Rodríguez, X. (2020). Disponible en: <https://diario16.com/xavier-rodriguez-nos-presenta-una-formula-que-nos-ayuda-a-entender-la-evolucion-del-covid-19/>.  |

Finalmente tenemos que la función de pronóstico a utilizar es la siguiente:

*Ln(f(t))* = *Lna* + *bt*

Esta es una función exponencial modificada a lineal logarítmica natural. A continuación, se muestran los principales parámetros del modelo:

|  |
| --- |
| Cuadro 2. Parámetros del modelo de pronóstico1 |
| Países | Parámetros | Coeficiente correlación | NúmeroObs. | Tamaño de la población 2020 en millones2 |
| *Lna* | *b* | *r* |  |
| Guatemala | 2.4892 | -0.0177 | -0.9802 | 12 | 17.9 |
| Honduras | 2.6444 | -0.0324 | -0.9898 | 18 | 9.9 |
| El Salvador | 3.0091 | -0.0395 | -0.9868 | 12 | 6.5 |
| Nicaragua | 2.5078 | -0.0124 | -0.8869 | 12 | 6.6 |
| Costa Rica | 2.3038 | -0.0334 | -0.9942 | 22 | 5.1 |
| Panamá | 2.6381 | -0.0545 | -0.9861 | 20 | 6.6 |
| Fuente: Elaboración propia.(1): Considérese que estos parámetros sufrirán variaciones a medida que se actualicen los datos de origen; es decir, la información oficial del número de contagio que se reporta diario.(2): Población obtenida de CEPALSTAT. |

1. **Limitaciones del modelo propuesto**

Es importante destacar que los resultados del pronóstico son altamente sensibles a la actualización de los nuevos datos de contagio. Y esto es así porque cada día que se reportan nuevos datos, la tasa de crecimiento de los contagios varía.

A continuación, se presentan algunas de las limitaciones de este tipo de modelos:

* No contempla ni los casos recuperados, ni las muertes como suele modelarse con un modelo SIR[[7]](#footnote-5). Aunque usando estimaciones previas de las tasas de mortalidad de otros países, es posible estimar la cantidad de fallecidos.
* Es altamente sensible a la actualización de los datos. Si bien el coeficiente *r* (autocorrelación), es aceptable para muestras pequeñas de datos, como las que nos ocupan, el modelo irá ganando mejor poder predictivo a medida que se actualicen los datos en función de los nuevos casos positivos reportados por las autoridades. Esto implica que las fechas previstas en las que la curva se estabiliza pueden variar. A su vez la calidad de los datos dependerá en buena medida de la capacidad de las autoridades de cada país de detectar a las personas contagiadas[[8]](#footnote-6).
* Los modelos logísticos muestran una curva simétrica, la que no siempre se ajusta a los datos observados. Una alternativa es modelar una función de Gompertz, la cual, al ser una función sigmoidea, describe el crecimiento más rápido al comienzo que al final de un período de tiempo dado[[9]](#footnote-7).
1. **ESTIMACIONES PARA LOS PAÍSES**

**Guatemala:**

**Honduras:**

**El Salvador:**

**Nicaragua:**

**Costa Rica:**

**Panamá:**

1. **DISCUSIÓN**

Sobre la base del modelo propuesto, las previsiones demuestran que, en el caso de Guatemala, se llegará a los 26,320 casos positivos en un tiempo de 240 días. El pico de crecimiento del contagio se estará produciendo el 2 de septiembre, momento en el cual se podrían registrar 21,597 casos positivos acumulados.

Por su parte Honduras, al final de periodo de 150 días, podría registrar un total acumulado de 15,027 contagios y el pico de crecimiento de la curva se observaría el 1 de julio de 2020, momento en el cual se contarían 13,361 casos positivos.

En cuanto a El Salvador, con un horizonte de 150 días, se prevé una cantidad de infectados de 9,996, alcanzando un pico de crecimiento de la curva para el 23 de junio de 2020, fecha en la cual el número de contagio ascendería a 8,968 casos.

En el caso de Nicaragua, en un tiempo de 300 días habrá registrado 9,228 casos, alcanzando un máximo de crecimiento previsto para el 26 de octubre de 2020.

Siguiendo con Costa Rica, para un periodo de 100 días se espera que alcance la cifra de 7,368 casos positivos y su máximo de crecimiento lo experimentaría el 18 de junio de 2020, con una cifra de 6,903 casos.

Finalmente, la cifra de contagio estimadas para Panamá para un periodo de 80 días alcanza 10,024 casos, con un pico de crecimiento del Covid-19 que se alcanzaría el 14 de junio con 9,991 personas contagiadas.

|  |
| --- |
| Cuadro 3. Resultados de los pronósticos por país |
| País | Casos al final del periodo estimado (número) | Casos en el punto de inflexión (número) | Punto de inflexión (fecha) |
| Guatemala | 26,320 | 21,597 | 02 septiembre 2020 |
| Honduras | 15,027 | 13,361 | 01 julio 2020 |
| El Salvador | 9,996 | 8,968 | 23 junio 2020 |
| Nicaragua | 9,228 | 7,137 | 26 octubre 2020 |
| Costa Rica | 7,368 | 6,903 | 18 junio 2020 |
| Panamá | 10,024 | 9,991 | 14 junio 2020 |
| Fuente: Elaboración propia. |

Las diferencias marcadas entre países de las fechas en las cuales se observa un punto de inflexión en el crecimiento de la curva, obedecen a varios factores. En primer lugar, las fechas en que se reportan los primeros casos, siendo Costa Rica y Panamá los que más tempranamente anunciaron el inicio de la transmisión en sus territorios. En segundo lugar, se debe al comportamiento de los casos observados y su velocidad de transmisión.

De mantenerse la tasa de mortalidad mundial en 4.8%[[10]](#footnote-8), al final de periodo pronosticado para cada país, el número de fallecidos podría ascender a 1,263 personas en Guatemala; 721 personas en Honduras; 478 personas en El Salvador; 442 personas en Nicaragua; 353 personas en Costa Rica; y 481 personas en Panamá.

1. **ANEXOS**

|  |
| --- |
| Cuadro 4. Casos confirmados acumulados de SARS-Cov-2 |
| Fecha | Guatemala | Honduras | El Salvador | Nicaragua | Costa Rica | Panamá |
| 8/3/2020 |  |  |  |  | 5 |  |
| 9/3/2020 |  |  |  |  | 9 |  |
| 10/3/2020 |  |  |  |  | 13 | 1 |
| 11/3/2020 |  |  |  |  | 22 | 14 |
| 12/3/2020 |  | 2 |  |  | 23 | 14 |
| 13/3/2020 |  | 3 |  |  | 23 | 36 |
| 14/3/2020 |  | 3 |  |  | 23 | 36 |
| 15/3/2020 |  | 6 |  |  | 35 | 55 |
| 16/3/2020 | 6 | 8 |  |  | 41 | 69 |
| 17/3/2020 | 6 | 9 |  |  | 50 | 86 |
| 18/3/2020 | 8 | 12 | 1 | 1 | 69 | 109 |
| 19/3/2020 | 9 | 24 | 1 | 1 | 87 | 137 |
| 20/3/2020 | 13 | 24 | 3 | 2 | 113 | 200 |
| 21/3/2020 | 17 | 26 | 3 | 2 | 117 | 245 |
| 22/3/2020 | 19 | 27 | 3 | 2 | 134 | 313 |
| 23/3/2020 | 20 | 30 | 5 | 2 | 158 | 345 |
| 24/3/2020 | 21 | 37 | 9 | 2 | 177 | 443 |
| 25/3/2020 | 24 | 52 | 13 | 2 | 201 | 558 |
| 26/3/2020 | 25 | 68 | 13 | 2 | 231 | 674 |
| 27/3/2020 | 32 | 95 | 19 | 4 | 263 | 786 |
| 28/3/2020 | 34 | 110 | 24 | 4 | 295 | 901 |
| 29/3/2020 | 36 | 139 | 30 | 4 | 314 | 989 |
| Fuente: SICA (<https://www.sica.int/coronavirus/situacion>).  |



Adelmo Sandino Mayorga



Roger Murillo Sandoval

1. Msc., Consultor privado, Matemático y Actuario [↑](#endnote-ref-1)
2. Msc., Consultor privado, Economista [↑](#endnote-ref-2)
3. El coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2) es un tipo de coronavirus causante de la enfermedad por coronavirus: COVID-19. Véase: <https://es.wikipedia.org/wiki/COVID-19> [↑](#footnote-ref-1)
4. Véase: <https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15756:who-characterizes-covid-19-as-a-pandemic&Itemid=1926&lang=es> [↑](#footnote-ref-2)
5. Véase: <https://confidencial.com.ni/sica-reprueba-a-nicaragua-en-prevencion-del-covid-19/> [↑](#footnote-ref-3)
6. Inicialmente se emplearon las estadísticas que publica la Organización Mundial de la Salud (OMS). Sin embargo, se encontraron inconsistencia en algunos registros y rezagos en su publicación. Véase: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports/> [↑](#footnote-ref-4)
7. Véase: [↑](#footnote-ref-5)
8. En su artículo: “*Pandemia: lo importante de tener datos veraces*”, publicado en la sección de Opinión de Plaza Pública, Eduardo Tercero, esboza algunas razones por las cuales los gobiernos pueden reportar muchos o pocos casos positivos de covid-19. Véase: https://www.plazapublica.com.gt/content/pandemia-lo-importante-de-tener-datos-veraces [↑](#footnote-ref-6)
9. Para una aplicación de la función de Gompertz de pronóstico de corto plazo Covid-19 también para Centroamérica, véase la metodología propuesta por Flores (2020): <https://covid19.fudecen.org/> [↑](#footnote-ref-7)
10. Tasa estimada a partir de datos publicados en el Coronavirus Resource Center del Johns Hopkins University & Medicine, el 30 de marzo de 2020 a las 11:50 horas. [↑](#footnote-ref-8)