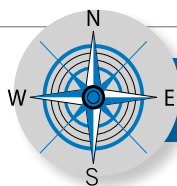


Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala



Contrapunto

Evolución potencial de la epidemia nacional por coronavirus en Guatemala

Mamerto Reyes Hernández¹

Lesbia Calderón Aguirre²

Docentes universitarios / USAC

Resumen

En este trabajo se buscó determinar si las medidas tomadas por el gobierno para contener la infección por COVID-19 han sido efectivas. Los resultados obtenidos indican que el patrón de evolución de la infección fue modificado por las medidas tomadas. Su tasa de decrecimiento diario tomando el tiempo como variable continua pasó de 0.3049 que era con las primeras medidas tomadas (13-22 de marzo de 2020) a 0.1128 con el paquete de todas las medidas que se han ido sumando en el tiempo (13 de marzo al 28 de abril de 2020). Por otro lado, simulaciones con el modelo SIRD (susceptibles, infectados, recuperados y fallecidos) para el departamento de Guatemala, indican que como resultado del conjunto de medidas se puede esperar que la cima de la curva de infección sea más baja y se alcance mucho tiempo después que la cima que se alcanzarían con las primeras medidas tomadas. Asumiendo un período de duración de la enfermedad de 15 días y una tasa de infección de 0.3049, el nivel máximo de infectados podría ser de 1,664,238 personas y se alcanzaría el 28 de mayo a los 76 días después del primer caso. Sin embargo, asumiendo una tasa de infección de 0.1128, el máximo de infectados sería de 354,965 personas y se alcanzaría el 26 de enero de 2021 a los 319 días después del primer caso.

Palabras clave

Coronavirus, tasa de crecimiento de la infección, modelo SIRD.

1. Economista agrícola, ex profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos y ex investigador del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

2. Médica Veterinaria, profesora de Avicultura y Anatomía y fisiología animal del Centro Universitario de Zacapa (Cunzac), Universidad de San Carlos y ex investigadora del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

Abstract

This study sought to determine if the measures taken by the government to contain the Covid19 coronavirus infection have been effective. The results obtained indicate that the pattern of evolution of the infection was modified by the measures taken. Its daily growth rate taking time as a continuous variable went from 0.3049 which was with the first measures taken (March 13-22, 2020) to 0.1128 with the package of all the measures that have been added over time (13 of March to April 28, 2020). On the other hand, simulations with the SIRD model (susceptible, infected, recovered and deceased) for the department of Guatemala, indicate that as a result of the set of measures it is expected that the top of the infection curve will be lower and much higher time after the peak that would be reached with the first measures taken. Assuming a disease duration period of 15 days and an infection rate of 0.3049, the maximum level of infected could be 1,664,238 people and would be reached on May 28, 76 days after the first case. However, assuming an infection rate of 0.1139, the maximum number of infected would be 354,965 people and would be reached on January 26 of 2021, 319 days after the first case.

Keywords

Coronavirus, infection growth rate, SIRD model.

*Ha habido en el mundo tantas pestes como guerras y sin embargo,
peste y guerras cogen a las gentes siempre desprevenidas*

[Alberto Camus: La Peste]

1. Introducción

La epidemia nacional por nuevo coronavirus, COVID-19, comenzó en un lugar muy lejano de Guatemala. Todo se inició en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China, a finales de noviembre de 2019. Se detectaron múltiples casos de enfermos de neumonía entre trabajadores del mercado de mariscos y animales salvajes de esa ciudad. Se pensó que el vehículo del virus eran las carnes de animales salvajes, como víboras, murciélagos y pangolines, algo a que son inclinados a consumir los nuevos ricos de China. Los análisis

Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

han descartado a las víboras y han encontrado virus de coronavirus genéticamente similares al causante del COVID-19 en murciélagos y pangolines, aunque todavía no se ha explicado con claridad la cadena de contagio que sigue el virus hasta llegar a los humanos (Lam, *et al.*, 2020, Ye, *et al.*, 2020)

En marzo de 2020 la infección ya había traspasado fronteras y el 11 de marzo, la Organización Mundial de la Salud la declaró pandemia (Leiva, 2020). En menos de 4.5 meses, el virus ya estaba asolando países muy distantes de China, como Italia, España, Alemania y toda Europa. Luego llegó a Estados Unidos y el epicentro de la pandemia se trasladó a Nueva York.

Dos días después de su declaratoria como pandemia (13-03-2020), el nuevo coronavirus llegó a Guatemala. Personas procedentes de Europa lo introdujeron al país. Una de ellas, ya fallecida actualmente, infectó a miembros de su familia en San Pedro Sacatepéquez. Luego ingresaron otras personas que retornaban de viajes por Europa, Estados Unidos y México.

El 15 de marzo, el gobierno nacional comenzó a tomar medidas para contener el avance de la enfermedad. Inicialmente,

no se le había dado importancia. El paquete de medidas se ha ido ampliando en respuesta al avance de la enfermedad. El 15 de marzo se suspendieron las clases de escuelas y universidades. El 17 de marzo se sumó al paquete un paro laboral parcial, se suspendió el transporte público, las visitas a reos, se cerraron las consultas externas de hospitales para reforzar las emergencias, se prohibió el ingreso de extranjeros y se cerraron las fronteras terrestres y puertos aéreos y marítimos. El 22 de marzo se adicionaron nuevas medidas: un toque de queda que restringe la locomoción, tránsito y circulación de personas de las 4 PM a las 4 AM del día siguiente. Se declaró estado de Calamidad. Desde el 5 de abril se prohibió que las personas salgan del departamento en donde habitan y se estableció una ley seca por toda la Semana Santa. Todas las medidas fueron revalidadas el 13 de abril para regir hasta el 20 de abril (exceptuando la ley seca, que queda válida dentro del toque

Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

de queda) y se adicionaron otras como la obligatoriedad de usar mascarilla para salir a la calle, multas para las personas que nos las usen y restricciones de movilidad para personas mayores a 60 años. El domingo 19 de abril se revalidaron todas las medidas anteriores, exceptuando la movilidad entre departamentos, la cual fue autorizada para todos menos para Guatemala, El Progreso, Sacatepéquez y Chimaltenango. El toque de queda se redujo en dos horas, quedó establecido de 6 PM a 4 AM del día siguiente. El domingo 26 de abril se revalidaron de nuevo las medidas adoptadas.

Hasta el momento se desconoce la efectividad de estas medidas, aunque por el alto tráfico de automóviles en la calle, pareciera que la gente las toma como tales, por lo que es necesario evaluarlas. En ese mismo sentido, en el medio nacional se desconoce cómo evolucionará la epidemia por COVID-19. Existen unas pocas estimaciones del patrón temporal de la epidemia nacional de coronavirus hechas por físicos de la Universidad de San Carlos, pero los informes completos no están accesibles, sólo los artículos de prensa en donde las mencionan (Boche, 2020 y Ríos, 2020). Parece

raro que los médicos, biólogos y químicos biólogos no hayan realizado ninguna estimación o al menos ninguna de ellas se ha hecho pública hasta el momento.

La población necesita informarse sobre cómo evolucionará la epidemia por COVID-19 en Guatemala, para tomar las providencias necesarias. Por otro, el gobierno también necesita una realimentación de personas que ven el proceso desde la óptica y perspectiva de la gente que nunca ha tomado partido en la política nacional y que siempre ha sido víctima de las decisiones tomadas por otros. Hoy las cosas son diferentes, todos debemos contribuir a frenar la epidemia de esta enfermedad y a todos se nos debería tomar en cuenta.

2. Metodología

2.1. Los datos

Todos los datos empleados provienen de la información presentada en la página del Ministerio de Salud Pública: <https://www.mspas.gob.gt/index.php/noticias/COVID-19/casos> y cubren el período del 13 de marzo al 28 de abril.

2.2. Efectividad de las medidas de contención

Para determinar la efectividad de las medidas de contención se usaron modelos exponenciales de regresión, los cuales fueron empleados para determinar el patrón de evolución de la población infectada por coronavirus. Estos modelos son del tipo,

$$Y = A e^{\lambda t} \dots\dots\dots (1)$$

En donde, Y es la población infectada por coronavirus, t el tiempo medido en días después del primer caso (0 = 13 de marzo de 2020), A es el desplazador de la función y λ es la tasa de crecimiento diario de la infección (tomando el tiempo como variable continua).

Para su ajuste empírico, los modelos fueron linealizados con logaritmos naturales, esto es,

$$\ln Y = \ln A + \lambda t \dots\dots\dots (2)$$

La prueba de la efectividad de las medidas de contención no se puede hacer con el enfoque con y sin, porque no se dispone de datos para el escenario sin medidas, por lo que se decidió usar dos escenarios temporales que se le aproximan. El primero, que va del 13 al 22 de marzo, corresponde a las primeras medidas tomadas y el segundo que cubre el período 13 de marzo al 28 de abril, comprende el efecto de un paquete enriquecido de medidas. Para cada escenario se ajustó un modelo exponencial y luego se probó si los parámetros de las ecuaciones de modificaban al cambiar de período. Se considera que el paquete enriquecido de medidas ha sido efectivo si el coeficiente de regresión de la ecuación del primer escenario es mayor que el coeficiente de regresión del segundo. En este caso, como resultado del conjunto de medidas del paquete del segundo período, la curva de infectados debe haberse hecho menos inclinada.

Las hipótesis probadas fueron:

Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

Desplazadores	Coefficientes de regresión
$H_0: \ln A_1 = \ln A_2$	$H_0: \lambda_1 = \lambda_2$
$H_a: \ln A_1 \neq \ln A_2$	$H_a: \lambda_1 > \lambda_2$

La prueba de estas hipótesis no se puede hacer directamente, por lo que se ajustó un modelo de regresión que combina los dos escenarios, de la manera siguiente:

$$\ln Y = \ln A + \lambda t + \ln \vartheta D + \delta D t \dots\dots\dots (3)$$

En este caso, D es una variable binaria que toma el valor de 0 cuando representa al escenario del período 13-22 de marzo o “escenario de las primeras medidas” y toma el valor de 1 cuando representa al escenario del período 13 de marzo al 28 de abril o escenario del “paquete enriquecido” de medidas. Por tanto,

Si $D = 0$, $\ln Y = \ln A + \lambda t + \ln \vartheta (0) + \delta (0)t = \ln A + \lambda t$, es la ecuación del primer escenario.

Del mismo modo, si $D = 1$, $\ln Y = \ln A + \lambda t + \ln \vartheta (1) + \delta (1)t = (\ln A + \ln \vartheta) + (\lambda + \delta)t$, es la ecuación del segundo escenario.

En este caso, si $\ln \vartheta = 0$, los desplazadores no son diferentes y si $\delta < 0$, el coeficientes de regresión del segundo escenario es menor que el del primero.

2.3. Evolución de la epidemia nacional

Para determinar el patrón de evolución de la epidemia nacional por coronavirus se hicieron dos simulaciones usando el modelo SIRD (susceptibles, infectados, recuperados y fallecidos) ajustado siguiendo el enfoque presentado por Palacios Velasco (2020). Este es una variante del modelo de Kermack y McKendrick (1927) para epidemias de enfermedades virales y se empleó para simular cómo podría evolucionar la epidemia en el departamento de Guatemala, el espacio geográfico más poblado del país y más expuesto a la infección.

Esta susceptibilidad se debe a que en este departamento se encuentra la ciudad de Guatemala, capital del país y su centro económico, situaciones que han hecho que se encuentre comunicada con todo el interior del país (todas las carreteras cruzan por la ciudad de Guatemala). Además tiene la principal entrada aérea internacional (en esta ciudad se encuentra el principal aeropuerto del país). Por otro lado, en la ciudad de

Guatemala, incluyendo todos los municipios de sus alrededores que han sido invadidos por ella, se encuentran los hospitales en donde se centralizó la atención de los casos que dieron positivos a las pruebas de coronavirus, aunque esto último cambiará con la apertura de hospitales de campaña en otras zonas del país.

El modelo se presenta a continuación:

$$\left. \begin{aligned} c_t &= \left(\frac{\beta}{N}\right) S_{t-1} I_{t-1} \\ I_t &= I_{t-1} + c_t - R_t - F_t \\ S_t &= S_{t-1} - c_t \\ r_t &= \left(\frac{\gamma}{T}\right) I_{t-1} \\ R_t &= R_{t-1} + r_t \\ f_t &= \left(\frac{\mu}{T}\right) I_{t-1} \\ F_t &= F_{t-1} + f_t \\ S_t + I_t + R_t + F_t &= N \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

En donde:

c_t contagios diarios de la enfermedad (personas);

S_t población susceptible, son todos los habitantes del departamento de Guatemala;

I_t infectados, son los habitantes que fueron contagiados,

r_t recuperaciones diarias de la enfermedad (personas);

R_t recuperados, son los habitantes que se recuperaron de la enfermedad;

f_t defunciones diarias por la enfermedad (personas);

F_t fallecidos, son los habitantes que murieron por la enfermedad;

N población total del departamento de Guatemala;

β tasa de contagio de la enfermedad;

γ tasa de recuperación;

μ tasa de defunciones;

T tiempo de duración media de la enfermedad;

$t = 0, 1, 2, \dots, 365$ son los días del período simulado. El día cero es el 13 de marzo de 2020.

La tasa de contagios (β) es la tasa de crecimiento de la población infectada, es (λ) de la ecuación (1). La tasa de recuperación (γ) es la razón entre los recuperados y los infectados y también se estima como el recíproco de la duración media de la enfermedad

(T), pero acá se estimó como la diferencia entre la unidad y la tasa de defunciones. La tasa de defunciones (μ) es la razón entre los fallecidos y los infectados.

Para hacer las simulaciones se asumió una duración de la enfermedad de 15 días y dos tasas de infección: del primer período de medidas y la del período del paquete enriquecido. El horizonte de simulación fue de 365 días comenzando el 13 de marzo de 2020 y terminando el 13 de marzo de 2021.

Todos los modelos tienen supuestos, los cuales sirven para acotar el espacio dentro del cual sus predicciones son válidas. Los supuestos del modelo empleado, son los siguientes (Pliego, 2011):

- i. La población es constante y su tamaño es igual a N , es decir, se considera que no cambia durante el tiempo de la epidemia.
- ii. No existe movimiento migratorio para entrar o salir del departamento, es decir, el territorio se encuentra cerrado.
- iii. La población está homogéneamente mezclada. El proceso de transmisión de la enfermedad

está regido por la ley de acción de masas. Esta ley indica que los contagios son una proporción de la población susceptible multiplicada por la población infectada.

- iv. El período de latencia desde el momento de la exposición hasta aquel en que el individuo comienza a ser infeccioso es lo suficientemente corto como para no tomarlo en cuenta.
- v. Los individuos infectados abandonarán su clase a tasas constantes para pertenecer a las clases de recuperados o fallecidos.

3. Resultados

3.1. Evolución de los infectados

Las funciones de regresión ajustadas se presentan en el cuadro 1. Como lo indican sus coeficientes de determinación, ambas funciones se ajustan en alta proporción a los datos (94.07 y 95.21%). Por otro lado, los análisis de varianza indican que como relaciones globales, los dos modelos son significativamente explicativas de los procesos analizados.

Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

Ambas son regresiones simples, por lo que la significancia de las pruebas de F de los análisis de varianza también indica que sus coeficientes de regresión son significativamente diferentes de cero. En este caso, las raíces cuadradas de las F de Fisher son iguales a las pruebas de t de Student y tienen el mismo nivel de significancia.

En el cuadro 1 también se presentan las pruebas realizadas para comparar los coeficientes de las ecuaciones de regresión. Respecto a los desplazadores de las ecuaciones, las pruebas indican que son diferentes. El desplazador más alto pertenece a la regresión del segundo período observado. Sobre los coeficientes de regresión, las pruebas indican que estos son diferentes y que el coeficiente de la ecuación del primer período es mayor que el del segundo.

Tabla 1
Ecuaciones ajustadas a la población infectada de COVID-19 en dos períodos.
Guatemala, 13 de marzo al 28 de abril de 2020

Período	Ecuación	Coefficiente de determinación	Análisis de varianza (F)
13 – 22 de marzo	$Y = 1.5329 e^{0.3049 t}$	0.9407	126.907 ***
13 marzo al 28 de abril	$Y = 4.5427 e^{0.1128 t}$	0.9521	894.996***
Prueba de hipótesis	Estadístico de prueba (t de Student)		
$H_0: \ln A_1 = \ln A_2$ $H_a: \ln A_1 \neq \ln A_2$	4.931***		
$H_0: \lambda_1 = \lambda_2$ $H_a: \lambda_1 > \lambda_2$	-5.158***		

***significancia a una probabilidad menor al 0.001.

Fuente: elaboración propia.

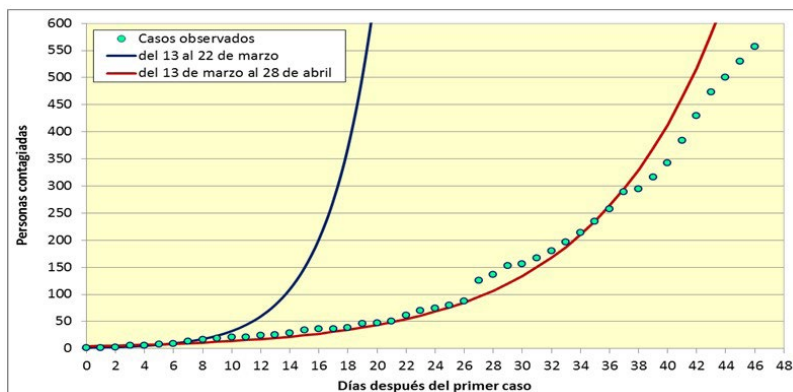
Estos resultados evidencian que, como efecto de las medidas tomadas para contener la infección, la tasa de crecimiento de la población infectada se redujo en más de la mitad del ritmo a que venía creciendo los primeros 10

días de la epidemia. Por tanto, se puede decir que las medidas fueron eficientes para lograr el objetivo de contener la infección. Una ilustración gráfica se presenta a continuación.

Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

Figura 1

Patrones de evolución de la epidemia nacional por COVID-19 en Guatemala
Del 13 de marzo al 28 de abril de 2020



Fuente: elaboración propia.

3.2. Posible evolución de la epidemia

Los resultados obtenidos con las simulaciones deben tomarse como un evento que potencialmente puede ocurrir si se mantienen las mismas condiciones actuales, no como una predicción infalible de un oráculo de la ciudad de Delfos en la Grecia antigua. Por lo tanto, más que tener reservas con los mismos por su origen impreciso y simplificado, deben usarse

como un ejercicio de previsión para combatir la epidemia. Recuérdese que es más barato en recursos y vidas humanas hacer un experimento de simulación que esperar que la realidad nos coloque en un escenario real que requiera desembolsos fuertes y pérdidas de vidas valiosas. La simulación es hija del refrán “más vale prevenir que lamentar”.

Los parámetros del modelo usados en las simulaciones son:

Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

	Período 13-21 de marzo	Período 13 marzo al 28 de abril
Tasa de contagio (β)	0.3049	0.1128
Tasa de recuperación (γ)	0.9713	0.9713
Tasa de defunciones (μ)	0.0287	0.0287
Duración media de la enfermedad (días)	15	15

Los resultados de las simulaciones realizadas con el modelo SIRF se presentan en las figuras 2 y A1 del anexo. En la figura 2 se presentan los patrones de evolución de la variable personas infectadas asumiendo dos tasas de infección. En la figura A1 del anexo se presentan los patrones de evolución para las variables susceptibles, infectados, recuperados y fallecidos, asumiendo las mismas tasas de infección.

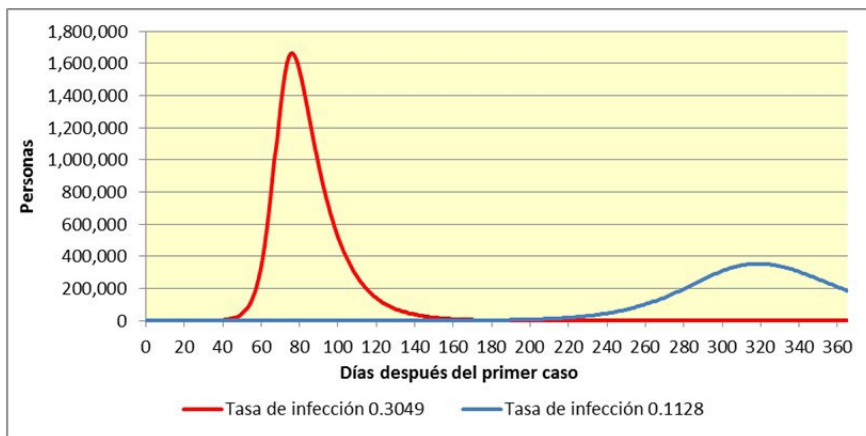
En las curvas de la figura 2 se puede observar que, como resultado de las medidas de contención de la infección adicionadas al

paquete de medidas inicial, la curva de infectados se desplaza hacia la derecha y se reduce su nivel máximo. Asumiendo un período de duración de la enfermedad de 15 días y una tasa de infección de 0.3049, el nivel máximo de infectados podría ser de 1,664,238 personas y se alcanzaría el 28 de mayo a los 76 días después del primer caso. Asumiendo una tasa de infección de 0.1139, en este escenario, el máximo de infectados sería de 354,965 personas y se alcanzaría el 26 de enero de 2021 a los 319 días después del primer caso.

Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

Figura 2

Curvas de población infectada asumiendo dos tasas de infección y un período de duración de la enfermedad



Fuente: elaboración propia

Estos resultados indican que con las medidas de contención, el gobierno está ganando tiempo desplazando y aplanando la curva de infección. Eso no tiene discusión y los datos lo apoyan, sin embargo, lo que es sujeto a discusión es cómo debe prepararse y proveerse con todos los insumos y recursos que se necesiten para enfrentar una epidemia que, si bien con las medidas tomadas se hace menos agresiva, el nivel de infección potencial continúa siendo alto. Por otro lado, no se debe olvidar que el gobierno

necesita también recursos para atender los daños colaterales de la epidemia, tales como el desempleo y la inseguridad alimentaria en que pone a las familias. Recuérdese que Guatemala es un país que nunca ha resuelto los problemas de la desigualdad en la distribución de recursos y el aprovechamiento de la oportunidades entre su población. Basta ver la desigualdad de la distribución de la tierra, el ingreso y la educación, para fundamentar esta falla (Reyes Hernández, 2017).

Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

4. Implicaciones de política

4.1. Muestreo aleatorio de la enfermedad

Según las simulaciones, las bajas tasas de infección actuales no indican que se tenga controlada la epidemia, la infección de la población puede alcanzar niveles muy altos. Por tanto, se debe cambiar la manera de enfrentarla. La atención de emergencias como se está haciendo en la actualidad no constituye, estrictamente, una primera etapa en la estrategia. Para constituirlo debe acompañarse con un muestreo aleatorio nacional para determinar cuánto de la población está infectado. En agricultura, por ejemplo para combatir la roya del café en una zona de cultivo, primero se debe conocer cuántos cafetos están infectados y con este dato de prevalencia se hacen planes de diferente grado de intensidad para controlarla. No se debe asignar a una región talentos humanos, recursos humanos operativos, vehículos, combustibles, fungicidas y otros insumos logísticos, si no se conoce la magnitud de la prevalencia de la enfermedad. Igualmente para

el COVID-19 no se debe asignar recursos para su combate, si no se tiene estimada la prevalencia en los departamentos del país.

Por ello es necesario comenzar la atención de la emergencia haciendo pruebas de diagnóstico con una muestra nacional tomada al azar. Si la prevalencia resulta alta, se deben universalizar las pruebas y combatir a la enfermedad con todo lo disponible. Para aumentar la utilidad del muestreo, todas las muestras tomadas de las personas deben quedar georreferenciadas, de manera que se puedan rastrear rápidamente.

4.2. Medicamentos esenciales

Para atender la emergencia se debe disponer de los medicamentos que han sido efectivos para combatir la neumonía por COVID-19, estos son Hidroxicloriquina y Acitromicina (Gautret, et al., 2020, Yao, et al., 2020), Ivermectina (Caly, et al., 2020) y otros que los funcionarios del Ministerio de Salud deberían tener identificados. Esta actividad puede ser atendida por la industria farmacéutica nacional. De este modo se obtienen los medicamentos y se aumenta el empleo en el país y otras derramas económicas.

Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

4.3. Respiradores mecánicos

En Guatemala la capacidad instalada con este equipo es muy reducida. Según la prensa existen 60 respiradores en todo el país (Fernández, 2020). Para resolver este problema, estudiantes y profesores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos han desarrollado un prototipo que ya debería estar produciéndose en serie. Por otro lado, existen iniciativas de código abierto que han surgido con la emergencia para construir respiradores con impresoras de tres dimensiones (Hernández, 2020). En Guatemala existen ingenieros y estudiantes de ingeniería que podrían concretar estas iniciativas en el país.

4.4. Un nuevo enfoque para atender a los infectados

Hay que llamar la atención sobre las cifras de contagio diario e infecciones totales previstas con las simulaciones, ya que el parque de hospitales puede ser insuficiente para atender a tantas personas infectadas. Los hogares deberán realizar esta función, por lo que la distribución de medicamentos a los mismos debe ser una acción en la línea de fuego. Así como la

capacitación de los miembros de los hogares para atender a sus pacientes y de los médicos que se necesita para visitar a domicilio a todos los casos positivos en recuperación.

4.5. Mayor seguridad para recibir a los deportados y en los hospitales

A esta altura de la pandemia del nuevo coronavirus en América, el marco esparcidor de la enfermedad en todo el continente (y todo el mundo) es Estados Unidos. Por esta razón, para recibir a los deportados se debe seguir un protocolo de seguridad especial, aislamiento y asepsia, de modo que cuando se envíen a sus hogares ya no constituyan un riesgo para sus familias y comunidades. Por el momento, por lo que se aprecia en el reportaje de Solano y López (2020) en el hospital del Parque de la Industria, el gobierno no sabe cómo manejar el problema de los deportados.

Igualmente, los hospitales preparados para tratar a pacientes positivos de COVID-19, aunque no son prisiones, deben tener protocolos de seguridad más rigurosos que impida la fuga de pacientes, como la ocurrida recientemente en el hospital del

Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

Parque de la Industria (Paredes, 2020a).

4.6. Necesidad de establecer que la prioridad es la epidemia

Para disponer de fondos suficientes para atender a los infectados, evitar que no infecten a terceras personas y mantener sanos a los no infectados, es necesario establecer que la prioridad es la epidemia y sus efectos colaterales. Este es un país muy diferenciado socialmente por el acceso a los recursos y las oportunidades para producir riqueza, como ya se indicó, lo cual exige que la atención sea destinada a la población que no tiene recursos ni oportunidades. Tanto en términos de salud como en términos económicos.

No solo se necesitan recursos para enfrentar la enfermedad, se necesitan también para transferir ingresos a las familias para que éstas se provean de alimentos y otros satisfactores. Los programas de alimentos donados deben evitarse por las malas experiencias nacionales en su distribución y por los espacios de cooptación que generan en la adquisición de los suministros.

Por estas razones, los funcionarios de gobierno y diputados deberían tener claro que la prioridad es la emergencia por coronavirus. Nadie debería estar llevando agua a su molino. En lugar de asignar fondos para pagar incrementos de sueldos de pactos colectivos lesivos al país (ahora más que nunca) o dotar de fondos al Parlamento Centroamericano o a la Asociación de Dignatarios de la Nación o para hacerse jardines interiores para meditación, entre otros destinos de gasto superfluos, todos los fondos necesarios deberían estar disponibles para el combate del coronavirus y mitigar los daños colaterales. En su defecto, el presidente puede vetar las iniciativas que no se acoplan a lo que el país necesita en este momento.

4.7. Mayor transparencia

En el manejo de la cosa pública se necesita más transparencia. Los casos de las convocatorias de las mascarillas (Bolaños, 2020), las batas (Espina, 2020) y los medicamentos metilprednisolona y ceftriaxona (no recomendadas para coronavirus) (Paredes, 2020b; El Periódico, 2020), evidencian que no hay suficiente transparencia. Por otro lado, debe tenerse claro que el país se

Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

encuentra en estado de calamidad y deberían regir leyes más severas, así que la destitución de ministros y viceministros no es suficiente.

4.8. Información desagregada sobre la epidemia

Esto no se desprende de los resultados de la simulación, pero es necesario que la información que se publica en la página web del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social sea lo más detallada posible. La opción tomada en las últimas semanas para presentar los casos por región, no ayuda al seguimiento de la epidemia. Los datos se necesitan por lo menos por departamento.

Debe hacerse público también el registro de cada caso, su origen y final en la hospitalización. El único registro accesible lo ha proveído el diario Prensa Libre (2020a), pero desde el paciente 80 dejó de brindar información detallada, ahora solo existe información del sexo y edad del paciente.

Paralelo a los casos positivos por coronavirus se necesitan las cifras de los fallecidos por neumonía. Es posible que exista una relación directa entre ambos que debe verificarse.

Considerando que el objetivo último de la epidemiología es controlar los problemas de salud, se necesita información detallada referida a la enfermedad, su historia natural así como la eficacia de las medidas para la prevención y control, que modificarían el curso de forma más favorable para el ser humano.

4.9. Algo adicional

Sobre algunos de estos requerimientos, el presidente Alejandro Giammattei ha indicado tener líneas de trabajo, pero no sobre todos. Ni sobre cómo harán operativas sus intervenciones. Debe crear espacios para la participación voluntaria de quienes puedan y quieran hacerlo. El país tiene profesores e investigadores universitarios en diferentes áreas científicas, investigadores de tanques de pensamiento, especialistas en logística y otros expertos.

Esta crisis es un problema que debemos atender todos, en especial los mejores preparados. En un editorial reciente de *Prensa Libre* se encuentran las palabras justas para esta idea, “el aporte de un científico brillante puede ser mucho mayor al de legislaturas completas, pero el costo social y económico de estas es exorbitante



sin que existan beneficios” (2020b).

Para finalizar, como lo hubiera dicho Gabriel García Márquez, si no le temen a Dios, témanle al coronavirus; este es uno de los primeros enemigos que atenta contra la especie humana de manera general. Mientras existan personas que coman murciélago, pangolín, cecina de tigre siberiano, etc., vendrán otros peores y debemos estar preparados. A nivel mundial la comunidad científica se encuentra en la búsqueda de respuestas ante la crisis generada por el nuevo coronavirus. Estar preparado será la regla ante la enorme posibilidad de la presentación de otras enfermedades.

Referencias bibliográficas

- Boche, E. (2020, marzo 26) “Matemáticos estiman que el pico de contagio del COVID-19 será en mayo”. Recuperado de <https://elperiodico.com.gt/nacion/2020/03/26/matematicos-estiman-que-el-pico-de-contagio-del-COVID-19-sera-en-mayo/>
- Bolaños, R. (2020, abril 11) “Coronavirus: Gobierno aplaza para el 12 de abril recepción de oferta para comprar 15 millones de mascarillas”. Recuperado de <https://www.prensalibre.com/guatemala/politica/coronavirus-gobierno-aplaza-para-el-domingo-recepcion-de-oferta-para-comprar-15-millones-de-mascarillas/>
- Caly, L.; Druce, J.; Catton, M.; Jansb, D.; Wagstaffb, K. (2020) “The FDA-approved drug ivermectin inhibits the replication of SARS-CoV-2 in vitro”. En *Antiviral Research*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166354220302011>
- Doi: <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2020.104787>
- El Periódico (2020, abril 23) “Editorial: Detecciones tempranas de actos de corrupción”. Recuperado de <https://elperiodico.com.gt/opinion/2020/04/23/detecciones-tempranas-de-actos-de-corrupcion/>
- Espina, C. (2020, abril 21) “Ministerio de Salud realiza compra de batas a dos precios diferentes”. Recuperado de <https://elperiodico.com.gt/nacion/2020/04/21/ministerio-de-salud-realiza-compra-de-batas-a-dos-precios-diferentes/>
- Fernández, D. (2020, marzo 27) “¿Con cuántos respiradores enfrentará Guatemala al COVID-19?” Recuperado de <https://www.soy502.com/articulo/360-ventiladores-enfrentar-al-COVID-19-guatemala-149>



Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

- Gautret, P.; Lagier, J.; Parola, P.; Van Thuan, H. et al. (2020). "Hydroxy-chloroquine and azithromycin as a treatment of COVID-19: results of an open-label non-randomized clinical trial". En *International Journal of Antimicrobial Agents*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924857920300996?via%3Dihub> Doi <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.105949>
- Hernández, J. (2020, marzo 24) "Médicos e ingenieros españoles se unen para crear respiradores artificiales con impresoras 3D". Recuperado de <https://www.elespectador.com/coronavirus/medicos-e-ingenieros-espanoles-se-unen-para-crear-respiradores-artificiales-con-impresoras-3d-articulo-910969>
- Kermack, W. O. and McKendrick, A.G. (1927) "A contribution to the mathematical theory of epidemics". En *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character*. 115(772): 700-721. Recuperado de <http://www.math.utah.edu/~bkohler/Journalclub/kermack1927.pdf>
- Lam, Tommy Tsan-Yuk; Shum, Marcus Ho-Hin; Zhu, Hua-Chen; et al. (2020) "Identifying SARS-CoV-2 related coronaviruses in Malayan pangolins". En *Nature*. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2169-0>
- Leiva, J. (2020, marzo 11) "La OMS declara pandemia por coronavirus". Recuperado de <https://www.debate.com.mx/salud/La-OMS-declara-pandemia-por-coronavirus-20200311-0077.html>
- Palacios Velasco, R. (2020, marzo 11) "Modelización dinámica en Excel, la propagación de un virus y enfermedades infecciosas". (Archivo de video). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=xlF63Xd6oFE>
- Paredes, L. (2020a, abril 16) "Buscan a paciente que salió del hospital del Parque de la Industria sin autorización". Recuperado de <https://elperiodico.com.gt/nacion/2020/04/16/buscan-a-paciente-que-salio-del-hospital-del-parque-de-la-industria-sin-autorizacion9/>
- Paredes, L. (2020b, abril 20) "Denuncian ante el MP irregularidades en eventos de compra de Salud". Recuperado de <https://elperiodico.com.gt/nacion/2020/04/20/denuncian-ante-el-mp-irregularidades-en-eventos-de-compra-de-salud/>
- Pliego, E. (2011) Modelos epidemiológicos de enfermedades virales infecciosas. Tesis de maestría en matemáticas. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Prensa Libre (2020a, abril 19) "Pacientes infectados por Coronavirus Covid19 en Guatemala". Recuperado de



Mamerto Reyes ◀ Evolución potencial de la epidemia nacional
Lesbia Calderón por coronavirus en Guatemala

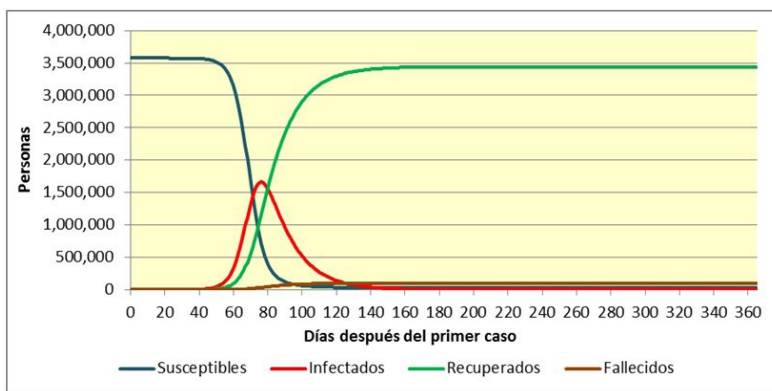
- <https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/casos-de-coronavirus-en-guatemala/>
- Prensa Libre (2020b, abril 19) "Editorial: La ciencia merece más". Recuperado de <https://www.prensalibre.com/opinion/editorial/la-ciencia-merece-mas/>
 - Reyes Hernández, M. (2017) "Relaciones entre las desigualdades de las distribuciones de la tierra, el ingreso y la educación". En *Revista Análisis de la Realidad Nacional* 6 (130):43-62. Recuperado de <http://ipn.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2017/11/IPN-RD-130.pdf>
 - Ríos, R. (2020, abril 4) "Pico epidemiológico podría darse a finales de julio, según proyecciones". Recuperado de <https://elperiodico.com.gt/nacion/2020/04/08/pico-epidemiologico-podria-darse-a-finales-de-julio-segun-proyecciones/>
 - Solano, F. y López, K. (2020, abril 23) "Tensión entre deportados y personal del hospital del Parque de la Industria". En revista digital *Nómada*. Recuperado de <https://nomada.gt/pais/actualidad/video-tension-entre-deportados-y-personal-del-hospital-del-parque-de-la-industria/>
 - Yao X, Ye F, Zhang M, Cui C, Huang B, Niu P, Liu X, Zhao L, et al. (2020) "Viro Antiviral Activity and Projection of Optimized Dosing Design of hydroxychloroquine for the Treatment of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2)". *Clinical Infectious Diseases*. Recuperado de <https://academic.oup.com/cid/article/doi/10.1093/cid/ciaa237/5801998>
 - doi <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa237>
 - Ye, Zi-Wei; Yuan, Shuofeng; Yuen, Kit-San et al. (2020) "Review Zoonotic origins of human coronaviruses". En *International Journal of Biological Sciences* 2020; 16(10): 1686-1697. Recuperado de <https://www.ijbs.com/v16p1686.htm>

Anexo

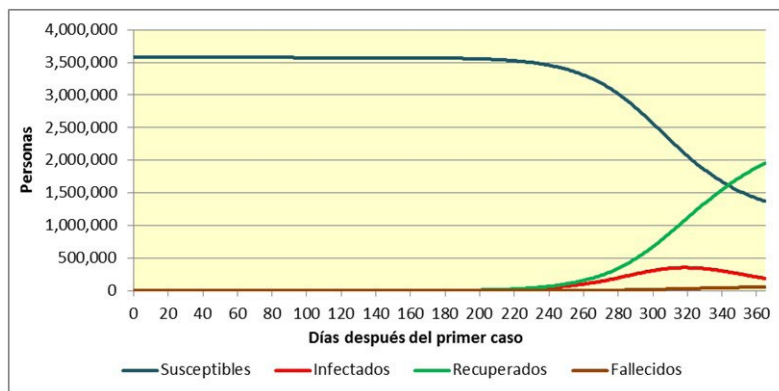
Figura A1

Simulación de la epidemia nacional por COVID-19 en Guatemala asumiendo dos tasas de infección y un período de duración de la enfermedad de 15 días

(a) Población susceptible, infectados, recuperados y fallecidos, asumiendo que la tasa de infección es de 0.3049



(b) Población susceptible, infectados, recuperados y fallecidos, asumiendo que la tasa de infección es de 0.1139



Fuente: elaboración propia