

Retrasos en el registro de decesos por Covid-19 y su efecto en la medición de la epidemia

El caso del Estado de Hidalgo

Rafael Sandoval Fernández
Diciembre, 2020

Profesores: Emilio Gutiérrez y Tiago Tavares
Investigación aplicada - Maestría en economía aplicada
ITAM

1. Introducción

No solo estamos combatiendo una epidemia; estamos combatiendo una infodemia. Las noticias falsas se expanden más rápido y más fácil que el virus, y eso es igual de peligroso.

—Tedros Ghebreyesus, Director de la Organización Mundial de la Salud

La pandemia originada por el virus SARS-CoV-2 ha puesto de relieve el importante papel que tienen el manejo y la difusión de información durante una crisis sanitaria como la que se vive actualmente en todo el planeta, así como los riesgos potenciales que existen al contar con información errónea, imprecisa o de mala calidad. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda implementar una estrategia de información honesta, precisa, coherente, concisa y transparente; con el fin de que la población tenga una noción más clara y realista sobre los riesgos existentes y sobre las medidas que se deben tomar para evitar contagios¹. Además, la correcta difusión de información (el qué, por qué, cómo y cuándo) permite que las medidas de mitigación y contención ejercidas por los gobiernos sean más efectivas, y así alterar o revertir las tendencias del número de contagios y fallecimientos provocados por el virus. Por lo tanto, la OMS llama a los líderes de las distintas naciones a dar una respuesta rápida y confiable en momentos de crisis.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo analizar las distorsiones que genera la calidad de la información en la medición y seguimiento de una epidemia a nivel nacional y estatal, en particular para el estado de Hidalgo. Una de las fuentes de imprecisión más señaladas y medibles en las estadísticas publicadas diariamente por la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud, es el retraso con el que se reportan los fallecimientos. En este estudio se analizará la manera en que dicho retraso puede alterar la medición de la magnitud de la epidemia. Para ello, se empleará un modelo epidemiológico SIR considerando información sobre los decesos por fecha de ocurrencia y por fecha de reporte.

En primer lugar, se establece la importancia y motivación del presente análisis, y se explica por qué el estado de Hidalgo es un caso particularmente relevante. En segundo lugar, se presentan estadísticas descriptivas para poner en contexto la gravedad de la pandemia de coronavirus en México y la posición relativa del estado de Hidalgo. En tercer lugar, se expone un modelo SIR aplicado al caso de México, junto con las modificaciones pertinentes que permitirán tener un marco teórico adecuado para llevar a cabo el análisis. En cuarto lugar, se muestran los resultados del análisis y se explican las posibles implicaciones para

¹Covid-19: Orientaciones para comunicar sobre la enfermedad por el coronavirus 2019 – OMS. Disponible en <https://www.paho.org/es/documentos/covid-19-orientaciones-para-comunicar-sobre-enfermedad-porcoronavirus-2019>

distintos agentes como la población o los hacedores de política pública. Finalmente, a modo de conclusión se presenta una síntesis de los argumentos principales y propuestas de caminos para futuras investigaciones relacionadas al tema.

2. Consecuencias de la información

La población recibe mucha información proveniente de diversas fuentes como medios de comunicación, redes sociales, gobiernos, políticos, etc. Existe evidencia que demuestra el impacto negativo que tiene la desinformación sobre el comportamiento de las personas.

Para el caso de los medios de comunicación, Simonov *et al.* (2020) demuestran el efecto negativo que tienen los mensajes difundidos por televisoras con información errónea sobre las medidas precautorias que toman los televidentes. Además, Bursztyn *et al.* (2020) muestran el aumento de infectados y fallecidos en áreas más expuestas a información incorrecta. Por otro lado, las redes sociales son relevantes en la difusión de información y son un arma de doble filo, pueden ser utilizadas para propagar información falsa para desestabilizar la confianza en los gobiernos (Limaye *et al.* 2020) o bien, pueden ser una herramienta muy eficiente para difundir información correcta y útil (Bowles, Larreguy y Liu 2020).

También se ha demostrado que la información difundida por gobiernos y figuras políticas puede tener implicaciones graves para el transcurso de la epidemia y para los sistemas de salud (Gugushvili *et al.* 2020a), dicha información puede reducir el distanciamiento social y así obstaculizar las medidas de mitigación impuestas por las autoridades (Ajzenman, Cavalcanti y Da Mata 2020).

2.1. Inconsistencias de información en México

En el caso de México, si bien el presidente (la figura política más importante del país) ha minimizado la epidemia en repetidas ocasiones, las autoridades sanitarias hacen esfuerzos notables en comunicar la situación de la epidemia a través de conferencias de prensa diarias donde se presentan el número de casos y decesos, tanto confirmados como sospechosos; así como cifras sobre ocupación hospitalaria a nivel estatal y nacional. No obstante, ha habido múltiples cuestionamientos sobre deficiencias e inconsistencias en la información reportada por las autoridades a cargo.²

²Para ejemplos véanse artículos de Animal Político, Milenio, El Norte, El Heraldo de México, CNN, The New York Times

Las inconsistencias en la comunicación y la imprecisión de datos pueden dar a entender a la población que la información del gobierno es inexacta y, por lo tanto, minar su credibilidad (Rafkin 2020), lo cual puede ser un obstáculo importante para la ejecución de políticas públicas enfocadas en combatir la epidemia. Por ejemplo, para el caso de México, J. Castañeda y Garrido (2020) muestran que las cifras de muertes por Covid-19 tienen un rezago de al menos 15 días y sugieren que esto es debido a que los procesos de dictaminación y confirmación pueden tomar varios días. Estos rezagos en la información tienen como consecuencia una medición inexacta del comportamiento de la curva epidemiológica. Asimismo, Gutierrez, Rubli y Tavares (2020a) llevan a cabo un análisis comparando a México con Inglaterra y observan mayor heterogeneidad en los retrasos para México, lo cual atribuyen en parte a una capacidad estatal menor. La heterogeneidad (geográfica y temporal) no permite tener un factor de corrección único que pueda aplicarse a los datos. Adicionalmente, Gutierrez, Rubli y Tavares (2020a) muestran que no contabilizar los retrasos arroja predicciones distintas del modelo epidemiológico, lo cual puede mermar la efectividad de políticas públicas.

Además, dichos rezagos tienen un impacto en el comportamiento de la población como lo demuestran Gutierrez, Rubli y Tavares (2020b). Con base en una encuesta y en un modelo de equilibrio del comportamiento, encuentran que no contabilizar los retrasos implica que las personas perciben un riesgo menor y tardan más en adoptar medidas precautorias y así, efectivamente, se puede alterar negativamente la magnitud y transcurso de la epidemia.

3. El Estado de Hidalgo: caso particular de interés

El análisis del estado de Hidalgo es particularmente importante debido a los puntos que se presentan a continuación. De acuerdo con los datos publicados por la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud al 30 de noviembre de 2020, Hidalgo es uno de los doce estados con el semáforo epidemiológico en color naranja y es el estado número 15 en cuanto a defunciones registradas (2,725), siendo Pachuca de Soto la localidad con mayor número de muertes (434). Hidalgo se sitúa en el lugar 14 si se consideran las muertes por cada cien mil habitantes (88). Asimismo, en cuanto a la tasa de letalidad obtenida con los datos oficiales, Hidalgo se encuentra en el quinto lugar (14.22 %).

Otro punto por el cual el análisis de Hidalgo es crítico es el padecimiento de diabetes por un porcentaje importante de la población. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2018, Hidalgo está en tercer lugar referente al porcentaje de la población mayor a 20 años que padece diabetes (12.8%); dicha enfermedad fue segunda causa de muertes, tanto a nivel nacional como estatal, después de las enfermedades

cardíacas. Esto resulta alarmante, ya que el padecimiento de diabetes es de las principales comorbilidades presentes en las defunciones confirmadas por Covid-19. De acuerdo con Santillán y Suarez (2017), la población más vulnerable a padecer diabetes en el estado de Hidalgo es la que no tiene concluida la educación básica. Adicionalmente, afirman que los municipios que tienen una mayor tasa de mortalidad por diabetes tienen menor proporción de su población afiliada a algún tipo de seguro médico.

En cuanto a actividades enfocadas a difundir información relevante para la población, el estado de Hidalgo emprendió una estrategia denominada Operativo Escudo y cuenta con un sitio web donde se provee a la población de información relacionada al Covid-19. La página web contiene cursos, artículos de periódico, recomendaciones para el personal de salud, mitos y realidades, preguntas frecuentes e incluso artículos científicos. Respecto a la colaboración con las autoridades federales, el gobierno de Hidalgo, junto con el de la Ciudad de México, Estado de México, Yucatán y San Luis Potosí; reafirmó en una reunión llevada a cabo el 3 de agosto, trabajar en unidad con el gobierno federal. (Forbes,2020)

Para dimensionar la capacidad del sistema de salud en Hidalgo se presentan los siguientes datos. Hidalgo cuenta con 34 hospitales públicos, incluidas las clínicas de la Cruz Roja Mexicana, clínicas del IMSS, ISSSTE, los adscritos a la Secretaría de Salud y uno de PEMEX. El estado cuenta con 1,223 camas de hospitalización, de las cuales 94 pertenecen a extensiones especiales de hospitales para el combate de la epidemia. En cuanto a servicios privados de salud, los servicios privados cuentan con 1,186 camas de hospitalización . Al 30 de noviembre, Hidalgo tenía una ocupación hospitalaria de 56 %, lo que lo colocó como el quinto estado con mayor ocupación. En la siguiente sección se presenta la base de datos que se empleará para el análisis, así como estadísticas descriptivas de México y de Hidalgo para poder poner en contexto y dimensionar la gravedad del fenómeno que se estudia

4. Datos

A partir del 13 de abril de 2020, después de finalizar la conferencia de prensa diaria de las 7pm; la Secretaría de Salud pone a disposición del público una base de datos en su sitio web , la cual contiene información detallada para cada uno de los casos asociados a Covid-19 de los que se tiene registro hasta ese momento. Dicha base de datos es el insumo que se utiliza para construir las estadísticas que permiten monitorear la evolución de la epidemia en México y que se presentan en la conferencia.

Las variables contenidas en la base de datos se pueden dividir en 2 grandes categorías. Por un lado, están las variables cuyo valor se mantiene constante para cada paciente sin importar la

fecha de publicación de la base de datos. Es decir, dichas variables no cambian en el tiempo, una vez que se registra su valor. Por otro lado, están las variables cuyo valor puede cambiar de una base de datos a otra. O sea, su valor puede cambiar de un día para otro.

Variables que no cambian en el tiempo

Las variables cuyo registro se queda inalterado en el tiempo para cada paciente se pueden dividir en tres subcategorías:

a) Características socioeconómicas

Dentro de esta categoría están variables de cada paciente como el municipio de residencia, sexo, edad, nacionalidad, país de origen (en caso de ser extranjero) y si habla una lengua indígena.

b) Comorbilidades padecidas

En esta categoría se encuentran variables indicadoras de padecimientos previos existentes como obesidad, diabetes, tabaquismo, EPOC, asma, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, enfermedades renales crónicas, inmunosupresión, y una variable que informa si la paciente estaba embarazada al momento de buscar atención médica.

c) Síntomas y atención recibida

En esta última categoría se incluyen variables como la fecha en que el paciente mostró síntomas, la fecha y el tipo de institución de salud en que buscó atención médica (IMSS, ISSSTE, INSABI, PEMEX, SEDENA, SEMAR, hospital del sector privado u otras instituciones), si la atención recibida fue ambulatoria; y en caso de haber ingresado al hospital, la fecha de ingreso y si requirió cuidados intensivos o recibió respiración asistida por medio de un ventilador.

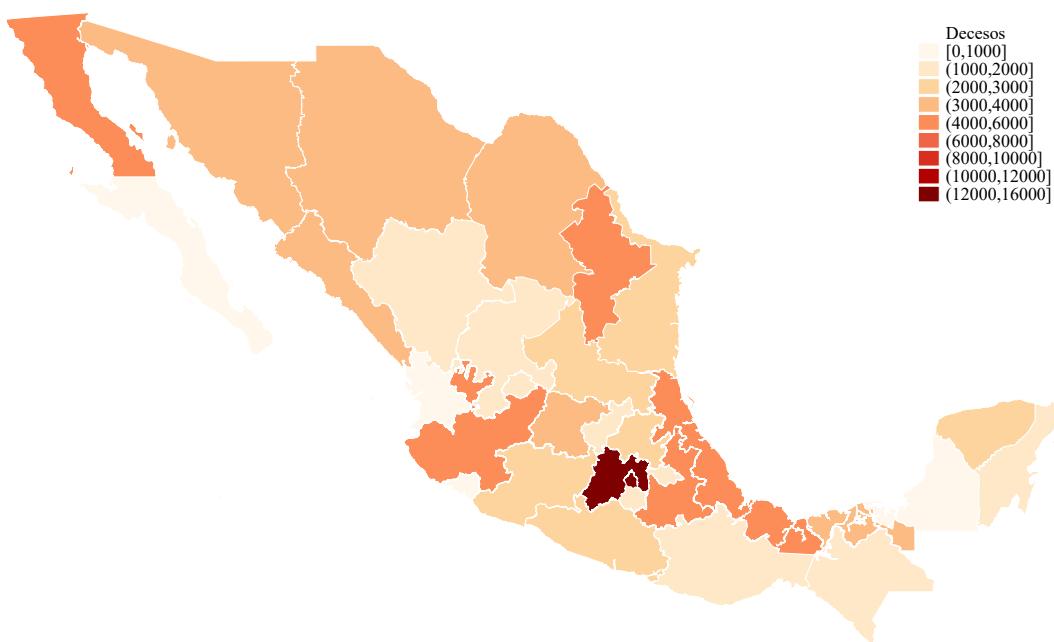
Variables que sí pueden cambiar en el tiempo

Hay 2 variables fundamentales para poder llevar a cabo el análisis en este trabajo que sí pueden verse alteradas en el tiempo. Una que indica el resultado de la prueba de laboratorio de Covid-19, puede tomar tres valores distintos: positivo, sospechoso o negativo. La otra variable que puede cambiar en el tiempo es la fecha de defunción, dicha variable nos permitirá calcular el número de retrasos que existe entre el fallecimiento y el registro de una persona en la base de datos.

4.1. Estadística descriptiva

A continuación, se presentan estadísticas descriptivas relevantes para el análisis. Para contextualizar la situación general del país, en primer lugar, en la [Figura 1](#) se presenta el número de decesos confirmados por entidad federativa. La [Figura 1](#) muestra que los estados más afectados ,en términos del número absoluto de muertes derivadas de la enfermedad Covid-19 son la Ciudad de México y el Estado de México, junto con Nuevo León, Baja California, Puebla y Veracruz.

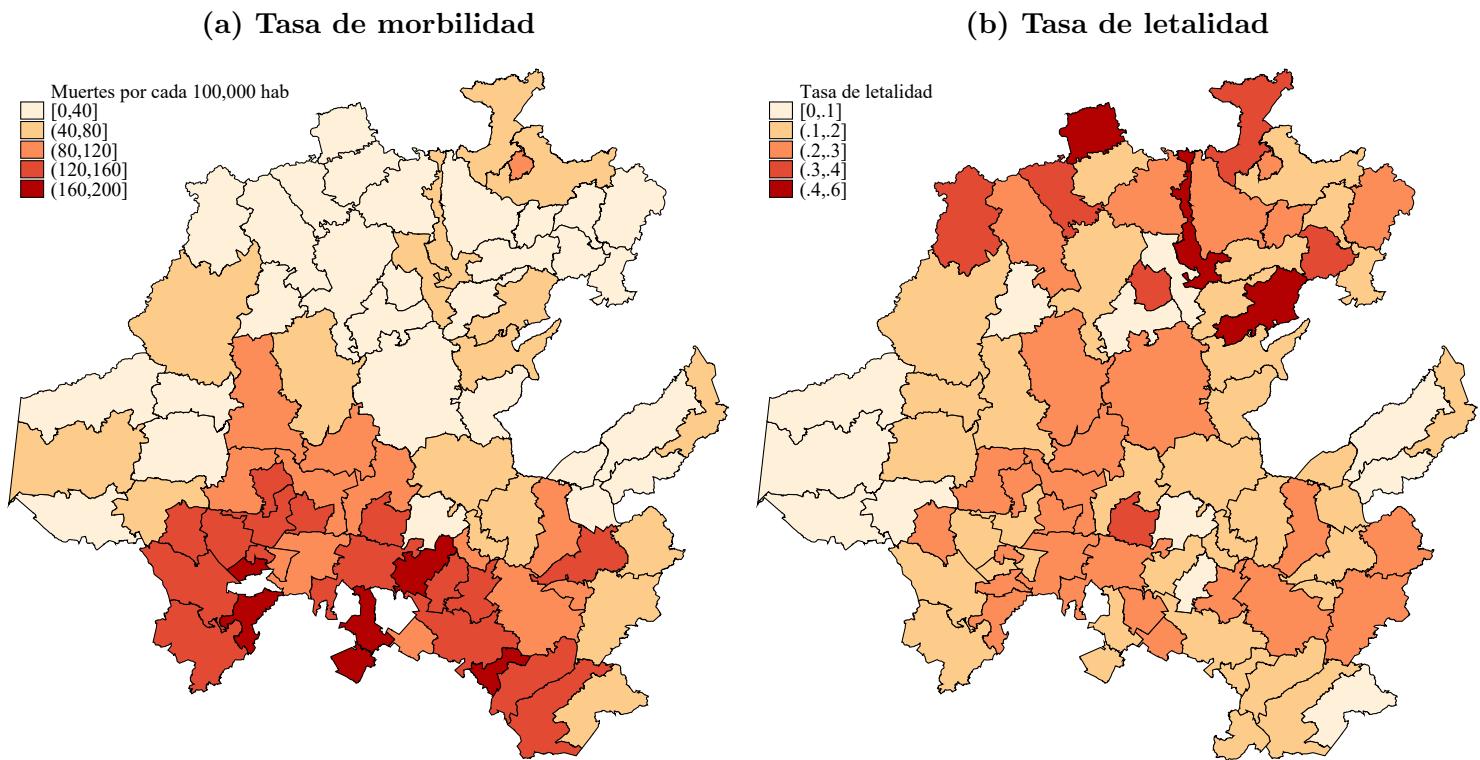
Figura 1. Decesos confirmados por entidad federativa en México al 30 de noviembre de 2020



En segundo lugar, para poder dimensionar la situación en el estado de Hidalgo a nivel municipal, la [Figura 2](#) muestra dos estadísticas muy relevantes. En el mapa del lado izquierdo se muestra el número de muertes por cada cien mil habitantes, mientras que en el mapa derecho se presenta la tasa de letalidad³ asociada a la enfermedad Covid-19. Se observa que los municipios más afectados en términos de muertes por cada cien mil habitantes son aquellos que están al sur y sureste del estado. No obstante, la tasa de letalidad se comporta de manera heterogénea entre los municipios.

³La tasa de letalidad se refiere al número de muertes entre el número de positivos confirmados

**Figura 2. Tasa de morbilidad y letalidad por municipio en Hidalgo
al 30 de noviembre de 2020**



Al 30 de noviembre de 2020 se tenían registradas 2,725 muertes para el estado de Hidalgo y 103,205 para el resto del país. En la [Tabla 3](#) se presentan las características observables de decesos confirmados por Covid-19 en Hidalgo y en el resto del país. La columna (1) muestra características del resto del país, la columna (2) muestra características del estado de Hidalgo. La columna (3) muestra la diferencia entre las dos columnas anteriores y si dicha diferencia es estadísticamente significativa. Es importante precisar que dichas diferencias pueden tener múltiples explicaciones como pueden ser las características particulares de la población del Estado de Hidalgo, número de pruebas que se llevan a cabo, el nivel acceso a infraestructura, etc.

La [Tabla 2](#) compara las características de casos positivos con las de decesos de pacientes únicamente en el estado de Hidalgo. La primera columna muestra cifras de casos confirmados y cuyo fallecimiento no se ha confirmado, la segunda columna se restringe a decesos confirmados. La tercera columna presenta la diferencia en medias entre estos 2 grupos e indica si es estadísticamente significativa.

Tabla 1. Características observables de decesos confirmados por Covid-19 en Hidalgo y resto del país, al 30 de noviembre de 2020

Característica	(1) Resto del país	(2) Estado de Hidalgo	(3) Diferencia
Mujer	0.364	0.329	-0.035***
Habla una lengua indígena	0.013	0.046	0.033***
Menor a 11	0.002	0.001	-0.001
Entre 11 y 20	0.002	0.001	-0.001
Entre 21 y 30	0.014	0.016	0.002
Entre 31 y 40	0.045	0.052	0.007*
Entre 41 y 50	0.122	0.138	0.016**
Entre 51 y 60	0.227	0.227	-0.000
Entre 61 y 70	0.279	0.275	-0.004
Entre 71 y 80	0.209	0.196	-0.012
Mayor a 81	0.100	0.092	-0.007
Obesidad	0.237	0.250	0.013
Diabetes	0.385	0.415	0.030***
Tabaquismo	0.080	0.083	0.004
EPOC	0.047	0.068	0.021***
Asma	0.020	0.012	-0.008***
Hipertension	0.456	0.455	-0.000
Enfermedades cardiovasculares	0.054	0.050	-0.004
Enfermedad renal cronica	0.073	0.081	0.007
Inmunosupresion	0.025	0.017	-0.008***
Más de una comorbilidad	0.433	0.461	0.028***
Observaciones	103,215	2,725	105,940

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Tabla 2. Características observables de decesos confirmados por Covid-19 en Hidalgo y resto del país, al 30 de noviembre de 2020

Variable	(1) Casos confirmados	(2) Decesos confirmados	(3) Diferencia
Mujer	0.505	0.363	-0.142***
Habla una lengua indígena	0.007	0.014	0.007***
Menor a 11	0.014	0.002	-0.011***
Entre 11 y 20	0.043	0.002	-0.041***
Entre 21 y 30	0.196	0.014	-0.183***
Entre 31 y 40	0.237	0.045	-0.192***
Entre 41 y 50	0.218	0.123	-0.095***
Entre 51 y 60	0.161	0.227	0.066***
Entre 61 y 70	0.083	0.279	0.196***
Entre 71 y 80	0.036	0.208	0.173***
Mayor a 81	0.013	0.100	0.086***
Obesidad	0.160	0.238	0.077***
Diabetes	0.120	0.386	0.265***
Tabaquismo	0.073	0.080	0.007***
EPOC	0.009	0.047	0.038***
Asma	0.025	0.019	-0.006***
Hipertension	0.158	0.456	0.298***
Enfermedades cardiovasculares	0.015	0.054	0.039***
Enfermedad renal cronica	0.012	0.073	0.062***
Inmunosupresion	0.008	0.025	0.016***
Más de una comorbilidad	0.157	0.434	0.277***
Observaciones	1,007,603	105,940	1,113,543

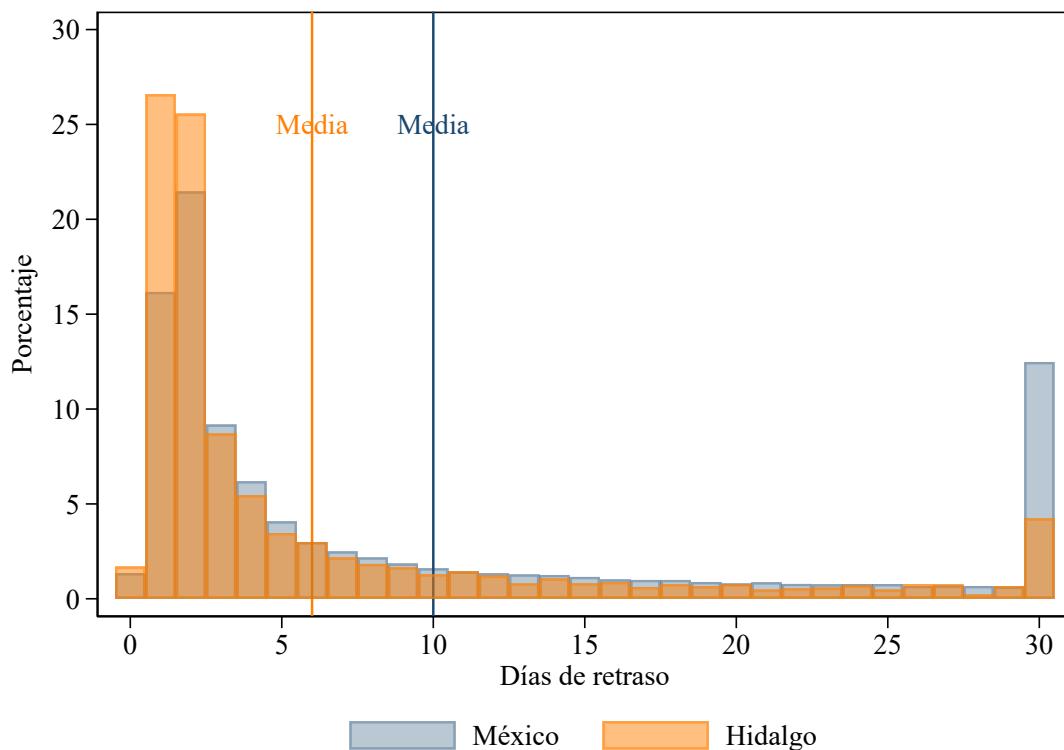
* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

A continuación, se presentan estadísticas descriptivas de la variable de interés primordial para este análisis: el retraso en el registro de la fecha de defunción. Para poder calcular los días de retraso, se identificaron los registros reportados en cada fecha y después, a cada persona fallecida se le asigna una fecha de reporte (la primera fecha en la que el deceso apareció en la base de datos). De este modo, se calculan los días transcurridos entre la fecha de defunción y la fecha de reporte de cada deceso.

La [Figura 3](#) muestra la distribución de los retrasos en reportes de los decesos registrados hasta el 31 de octubre de 2020 para todo el país (en azul) e Hidalgo (en naranja). Se puede observar que aproximadamente 50 % de las defunciones en todo el país se registran con un retraso de 1 a 4 días. Llama la atención que casi el 15 % de las defunciones se registra con

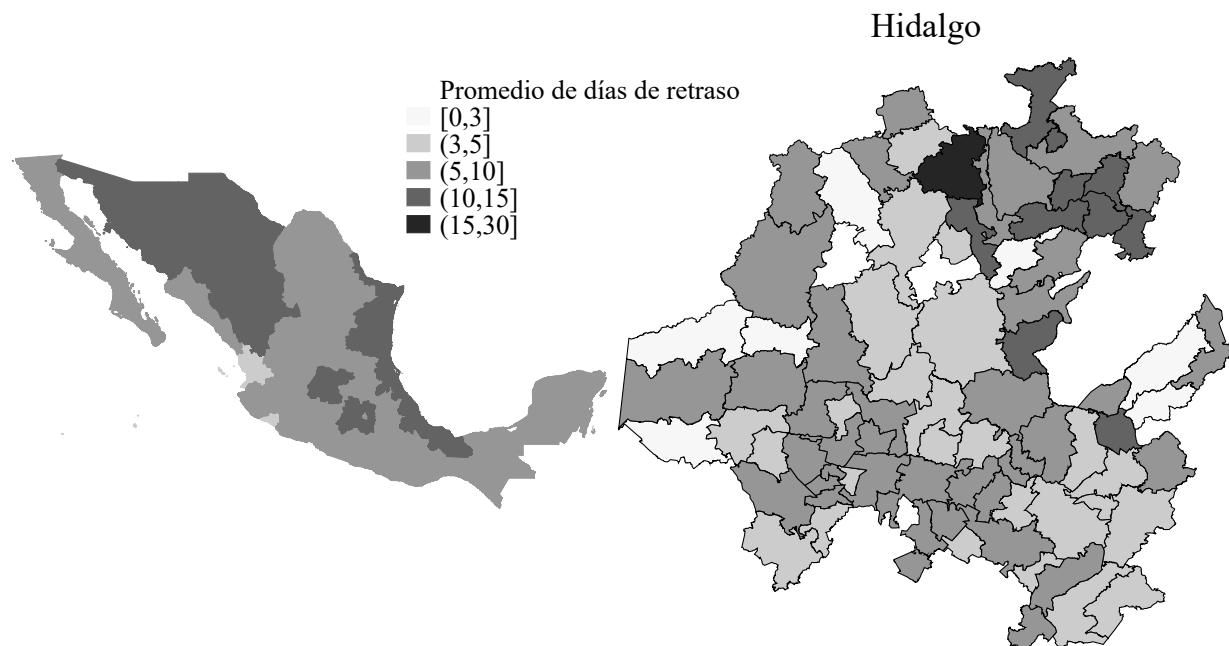
más de 30 días de retraso. El estado de Hidalgo se encuentra relativamente mejor, ya que el 75 % de defunciones registradas tienen un retraso de 7 días o menos, mientras que únicamente el 5 % cuenta con retrasos de 30 días o más.

Figura 3. Distribución de días de retraso en reportes de decesos registrados al 31 de octubre de 2020



Con el objetivo de analizar las diferencias geográficas en la magnitud de estos retrasos, la Figura 4 muestra el retraso promedio con el que fueron reportados los decesos de pacientes residentes en cada estado del país y en cada municipio de Hidalgo. Se observa que Hidalgo se encuentra dentro del promedio nacional. Mientras tanto, algunos estados en el noroeste, este y centro del país cuentan con retrasos considerables superiores a 30 días (Sonora, Chihuahua, Veracruz, Guanajuato y Estado de México). En cuanto a municipios de Hidalgo, se observa que hay un sólo municipio que tarda 15 días o más en registrar la defunción de una persona.

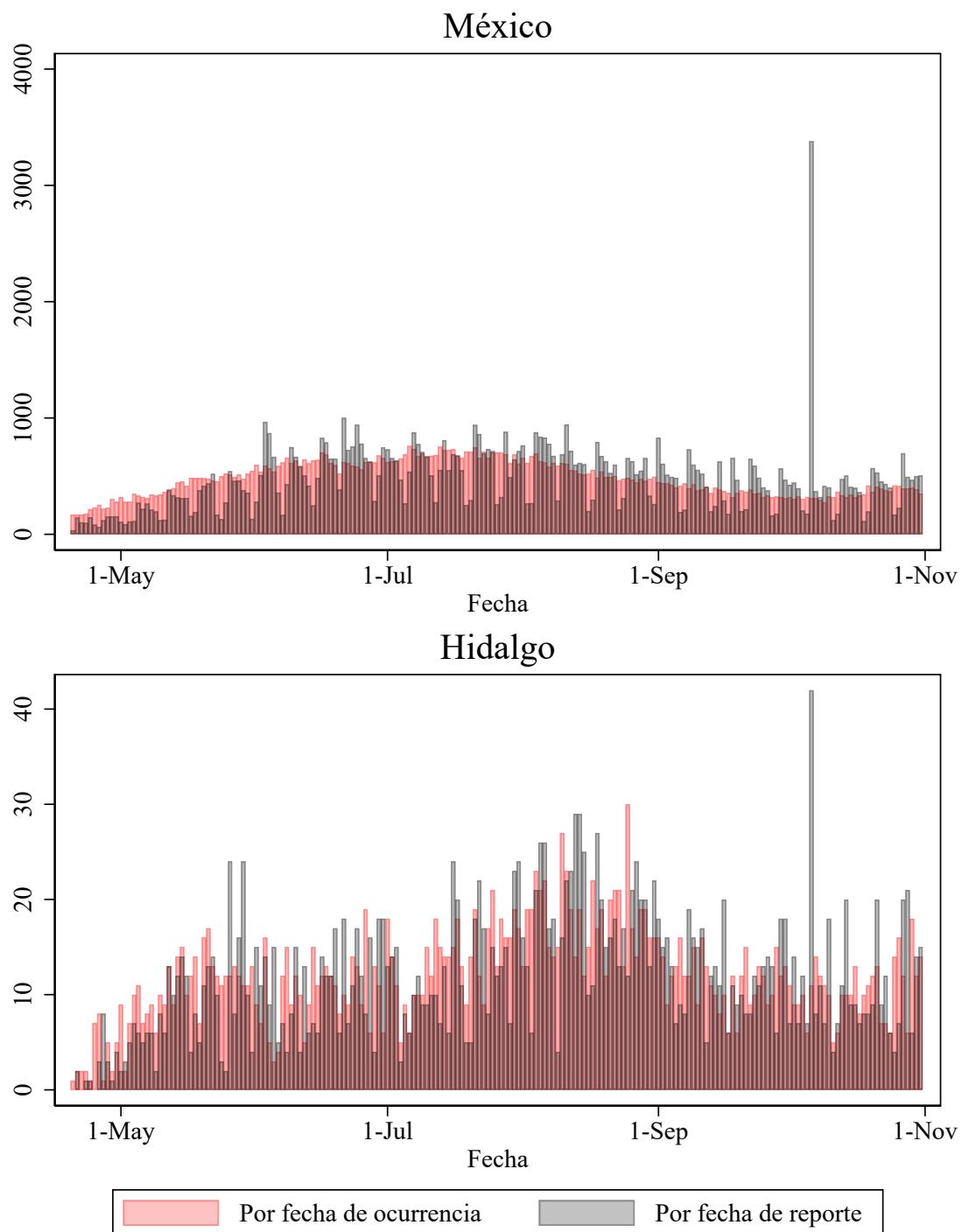
Figura 4. Retraso promedio por entidad federativa de México y por municipio de Hidalgo al 31 de octubre de 2020



En la [Figura 5](#) se puede observar que al considerar los decesos por fecha de ocurrencia (y no por fecha de registro, como lo presentan diariamente en la conferencia de prensa) la epidemia pareciera comportarse de distinta manera. Los decesos por fecha de ocurrencia son representados por las barras rojas, mientras que los decesos por fecha de registro están expresados mediante las barras grises. En la parte superior se muestra la situación para México y en la parte inferior para el estado de Hidalgo.

Si bien, la [Figura 5](#) sugiere un comportamiento distinto de la evolución de la epidemia al considerar los decesos por fecha de ocurrencia; para poder llegar a conclusiones con mayor precisión, en la siguiente sección se compararán las diferencias en las curvas epidemiológicas (al considerar decesos por fecha de reporte vs por fecha de ocurrencia) resultantes de la predicción mediante un modelo SIR, para poder analizar cuáles son las implicaciones de los retrasos en el registro de defunciones (documentados previamente) en cuanto a las características más relevantes en la medición de una epidemia: duración del brote, la fecha en la que se alcanza el llamado “pico” de la curva (número máximo de defunciones), la tasa de transmisión y la tasa de recuperación

Figura 5. Distribución de días de retraso en reportes de decesos registrados al 31 de octubre de 2020



5. Modelo

5.1. Modelo SIR para el caso mexicano

Para poder analizar de manera más robusta las consecuencias que tiene el retraso en el registro de defunciones sobre la medición de la epidemia se emplea un modelo SIR, típicamente utilizado por epidemiólogos para modelar la trayectoria de contagios y de defunciones.

Con base en Fernández-Villaverde y Jones (2020) y siguiendo a Gutierrez, Rubli y Tavares (2020b) se considera un modelo SIR en el que la población total se divide en 4 categorías:

- S_t : susceptible
- I_t : infectada
- R_t : recuperación
- C_t : recuperada
- Muerta

Así, la población total en un determinado periodo t es igual a:

$$P_t = S_t + R_t + I_t + C_t \quad (1)$$

Cada persona tiene cierto contacto con un número determinado de personas cuando empieza la epidemia y conforme evoluciona la epidemia el número de contactos puede cambiar (aumentar o disminuir). Para capturar este supuesto se introduce β_t : el número de contactos promedio para cualquier periodo t . Entonces, dicho lo anterior, $\beta_t \times \frac{I_t}{P_t}$ es la tasa de infección. Este parámetro es fundamental debido a que puede variar en el tiempo debido a cambios de comportamiento en la población. Por ejemplo, si las medidas de distanciamiento social se relajarán porque hay un hartazgo colectivo, veríamos un aumento en β_t . Además, este parámetro depende de múltiples factores como pueden ser la ubicación geográfica o características particulares de cada población. Por lo tanto, diferirá si consideramos el país entero o únicamente el Estado de Hidalgo.

El sistema de ecuaciones que caracteriza a la población y determina la evolución de la epidemia está dado por:

$$\begin{aligned}
 \Delta S_{t+1} &= -\beta_t S_t \frac{I_t}{P_t} \\
 \Delta I_{t+1} &= \beta_t S_t \frac{I_t}{P_t} - \gamma I_t \\
 \Delta R_{t+1} &= \gamma I_t - \theta R_t \\
 \Delta D_{t+1} &= \delta \theta R_t \\
 \Delta C_{t+1} &= (1 - \delta) \theta R_t
 \end{aligned} \tag{2}$$

Donde el parámetro γ es la tasa de recuperación de las personas infectadas (tiempo en el que dejan de ser infecciosas); θ se refiere a la tasa a la que las personas resuelven la enfermedad, donde una fracción δ muerte, mientras que $(1 - \delta)$ logra combatir la enfermedad y adquiere inmunidad. La epidemia inicia con un número inicial exógeno de personas infectadas I_0 . Como se mencionaba previamente, β_t puede variar en el tiempo conforme a la siguiente expresión:

$$\beta_t = \beta^{final} + (\beta^{inicial} - \beta^{final})e^{-\lambda t} \tag{3}$$

Donde $\beta^{inicial}$ es la tasa de contacto inicial, la cual converge a una velocidad de λ a la tasa de contacto final β^{final} .

El modelo queda caracterizado por siete parámetros $\{\gamma, \theta, \delta, \lambda, \beta^{inicial}, \beta^{final}, I_0\}$. Los tres primeros se toman de la literatura de estimaciones epidemiológicas: $\gamma = 0,2$ implica que los individuos son infecciosos 5 días en promedio; $\theta = 0,1$ indica que toma 15 días en promedio en curarse la infección y $\delta = 0,008$ es la tasa de fatalidad. Por otro lado, los 4 parámetros restantes $\Psi = \{\lambda, \beta^{inicial}, \beta^{final}, I_0\}$ serán estimados a resolver la siguiente ecuación:

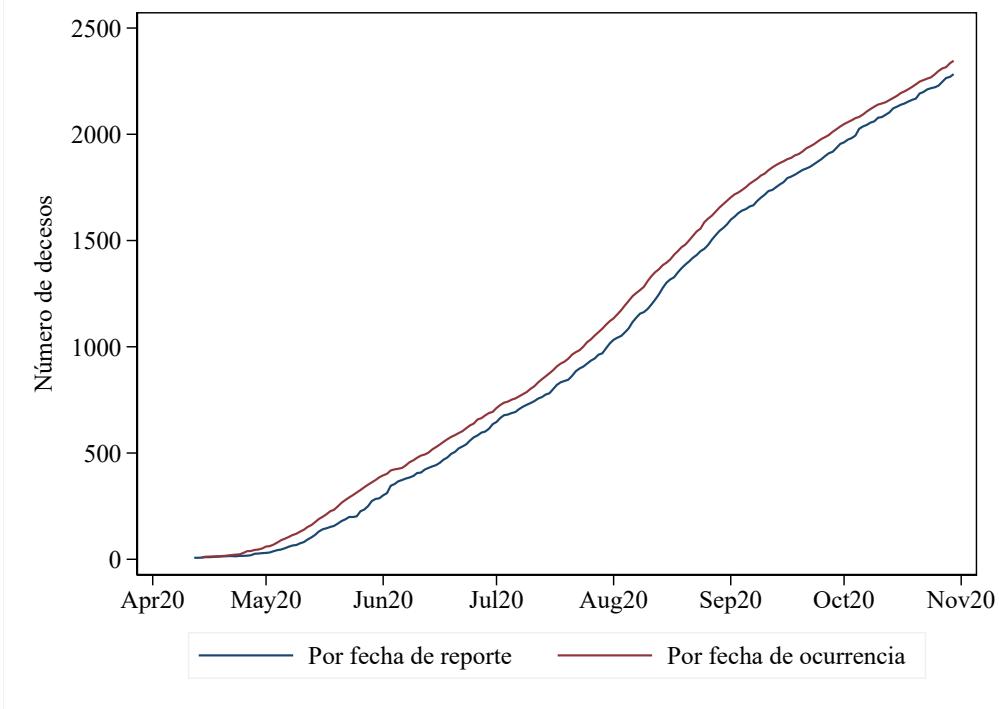
$$\hat{\Psi} = \arg \min_{\Psi} \left\{ \frac{1}{T} \sum (ln(D_t) - ln(\hat{D}_t))^2 \right\} \tag{4}$$

Minimizar la función anterior se traduce en minimizar la distancia que hay entre las cifras de decesos reportadas por la Secretaría de Salud D_t y la solución del sistema de ecuaciones para los subgrupos de la población (S, I, R, D y C). Aquí se encuentra la clave para lograr el objetivo de la presente investigación; y a continuación se analizará la diferencia en valores estimados de Ψ que generaría usar los datos de decesos por Covid-19 por fecha de reporte y por fecha de ocurrencia. Es decir, se buscará encontrar diferencias en la predicción de la curva epidemiológica usando datos por fecha de reporte y por fecha de ocurrencia. Estas posibles diferencias son las que finalmente tienen repercusiones en el diseño y ejecución de políticas pública, así como en el comportamiento de la población.

5.2. Resultados del modelo

En primer lugar, en la [Figura 6](#) se muestra la diferencia en el número acumulado de decesos considerando la fecha de reporte y la fecha de ocurrencia para el Estado de Hidalgo.

**Figura 6. Número de decesos acumulados en Hidalgo
al 31 de octubre de 2020**

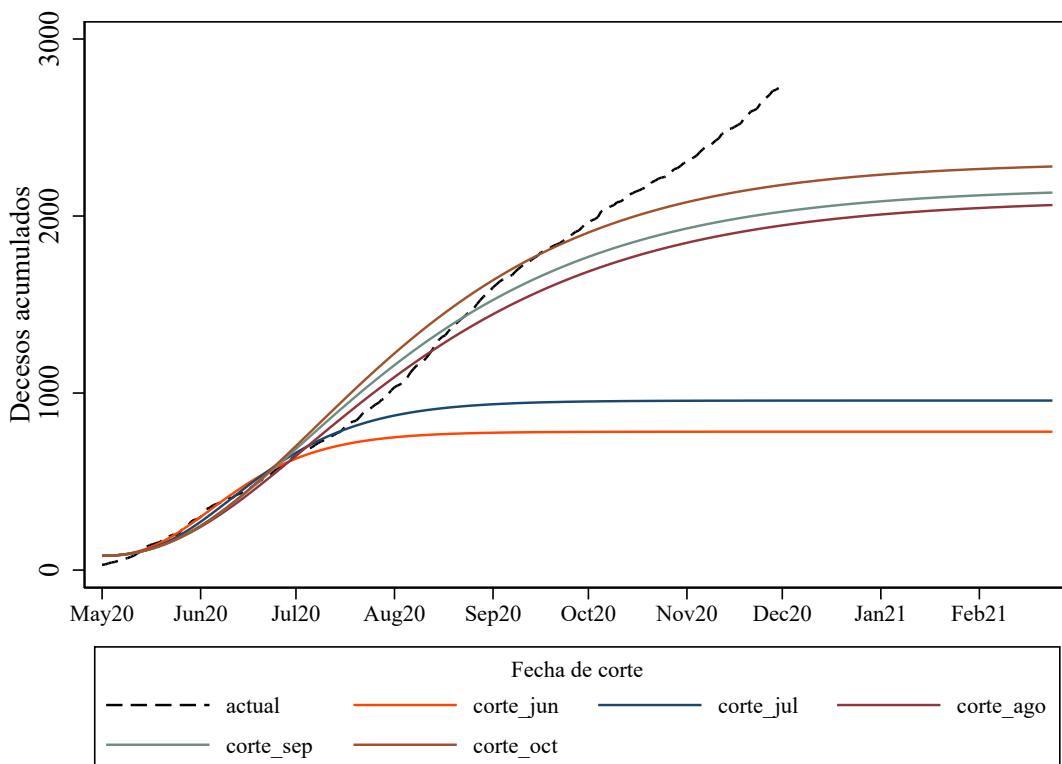


Se estimaron los parámetros $\Psi = \{\lambda, \beta^{inicial}, \beta^{final}, I_0\}$ considerando 5 fechas de corte distintas: final de junio, final de julio, final de agosto, final de septiembre, final de agosto y final de octubre. En la [Tabla 3](#) se presentan los resultados de la estimación, además se incluye el número de decesos estimado, el número máximo de decesos junto con la fecha en la que se anticipa dicho pico. En la [Figura 7](#) se muestran las distintas curvas epidemiológicas considerando distintas fechas de corte (por fecha de reporte) de la información para el número de decesos. Así mismo, en la [Figura 8](#) se presentan las distintas curvas epidemiológicas considerando distintas fechas de corte (por fecha de reporte) de la información para el número de decesos. De forma análoga se muestran las gráficas para los decesos diarios, en la [Figura 9](#) y [Figura 10](#).

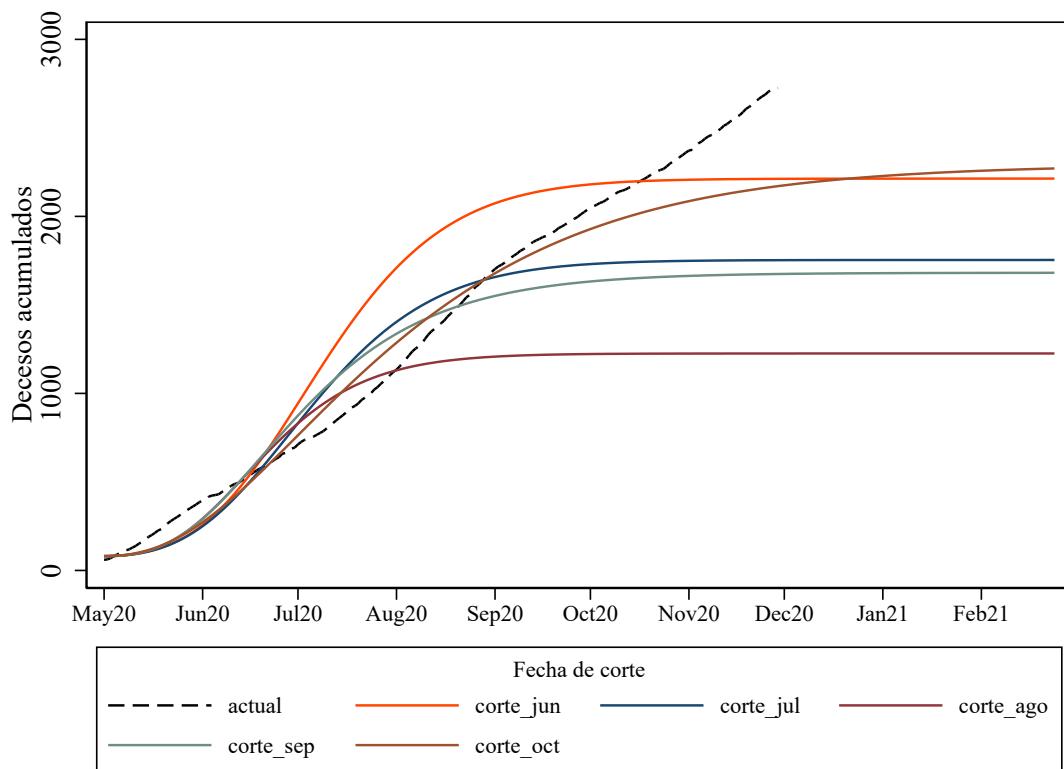
Tabla 3. Estimaciones del modelo SIR para Hidalgo, por fecha de reporte y de ocurrencia, considerando distintos cortes de información

Corte	I_0	$R^{inicial}$	R^{final}	λ	Decesos al 31-dic	Máximo diario	Fecha máxima
Al 30 de junio:							
Reporte	2200	1.8	0.75	0.06	782	13	4-junio
Ocurrencia	1600	1.57	0.80	0.022	2213	28	3-julio
Al 31 de julio:							
Reporte	1929	1.69	0.79	0.047	958	14	12-junio
Ocurrencia	1600	1.57	0.80	0.025	1754	22	29-junio
Al 31 de agosto:							
Reporte	2200	1.46	1.0	0.05	2007	15	4-julio
Ocurrencia	1600	1.80	0.75	0.04	1226	20	15-junio
Al 30 de septiembre:							
Reporte	1929	1.57	1.0	0.06	2082	16	4-julio
Ocurrencia	1600	1.78	0.9	0.05	1679	21	22-junio
Al 31 de octubre:							
Reporte	2200	1.46	1.0	0.047	2232	18	7-julio
Ocurrencia	2200	1.57	1.0	0.06	2227	18	1-julio

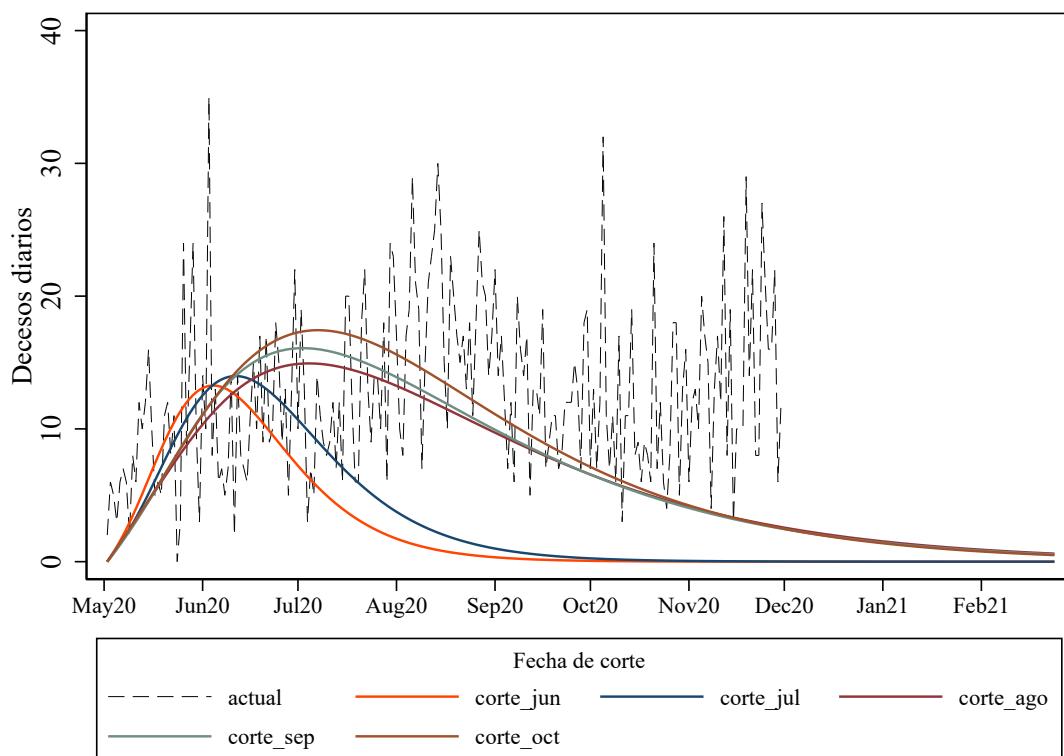
**Figura 7. Número de decesos acumulados reportados en Hidalgo
Actual y pronostico por fecha de corte**



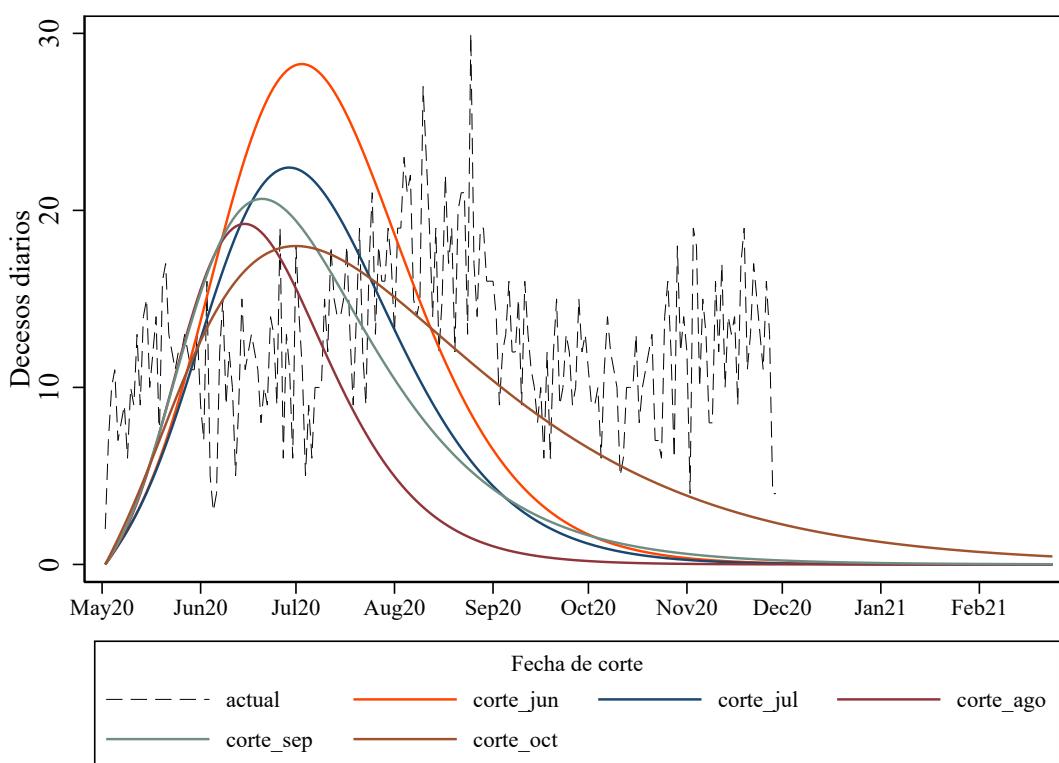
**Figura 8. Número de decesos acumulados ocurridos en Hidalgo
Actual y pronostico por fecha de corte**



**Figura 9. Número de decesos diarios reportados en Hidalgo
Actual y pronostico por fecha de corte**



**Figura 10. Número de decesos diarios ocurridos en Hidalgo
Actual y pronostico por fecha de corte**



En la [Tabla 3](#) se observa que considerando información al corte de junio y de julio hay una diferencia muy considerable en la estimación del modelo SIR considerando decesos por fecha de reporte contra decesos por fecha de ocurrencia. Cuando se considera el final del mes de junio como fecha de corte se observa que, mientras el modelo SIR con fechas de reporte predice 782 muertes, el modelo con fechas de ocurrencia predice más del doble (2213). Al considerar que cada día es muy valioso en términos de planeación y mitigación de la epidemia, podemos concluir que, en efecto, el retraso existente en el registro de los decesos afecta el modelado del transcurso de la epidemia y, por lo tanto, puede llegar a distorsionar las decisiones de las autoridades para combatir la epidemia.

Por otro lado, al ampliar la muestra e incluir información al corte de agosto, septiembre y octubre se observa una convergencia en los modelos al considerar fecha de reporte o fecha de ocurrencia. Esto tiene dos posibles explicaciones: la primera y la que se desearía es que el Estado de Hidalgo ha experimentado mejoras en la recolección y registro de información. La segunda es que los cortes de septiembre y de octubre están más cercanos a la actualidad (diciembre) y muchos decesos aún están sin ser registrados en la base de datos publicada diariamente por la Secretaría de Salud.

6. Conclusión

Como se comentó al final de la sección anterior, el evidente retraso en el reporte de defunciones por Covid-19 tiene una consecuencia muy importante: una medición relativamente errónea de la curva epidemiológica, y por lo tanto, una noción distorsionada de la epidemia que azota a México, en particular, al estado de Hidalgo. Este error de medición de la curva epidemiológica se traduce, finalmente, en la pérdida de vidas humanas o en la reducción de la calidad de vida de las personas contagiadas. Aunado a las débiles medidas de contención y al comportamiento poco cautelar de una gran parte de la población, el error de medición es un factor explicativo de por qué México es uno de los países con mayor número de muertes por Covid-19.

En este trabajo se comprobó que el hecho de tener retrasos importantes en el reporte de defunciones asociadas a la enfermedad Covid-19 es una fuente de error muy considerable en la medición del comportamiento de una epidemia. Este resultado debe ser tomado en cuenta por los tomadores de decisiones y especialmente por las autoridades sanitarias. Se concluye con una lección crucial: la calidad de la información juega un papel determinante en situaciones críticas como lo es una epidemia, por lo que se debe priorizar su correcta medición, en tiempo y forma. Para estados como Hidalgo que cuentan con un alto porcentaje de población vulnerable (debido a comorbilidades, por ejemplo) esto es aún más relevante, ya que hay mayor probabilidad de un mayor número de pérdidas humanas.

Este trabajo sirve como punto de partida para múltiples investigaciones futuras. La epidemia actual ha puesto en evidencia múltiples deficiencias del sistema de salud mexicano, por lo que en un futuro será interesante analizar deficiencias en el registro de la información por cada institución del sector público (IMSS, ISSSTE, Pemex, Secretaría de Salud). Otra posible ruta de investigación futura es el estudio de la calidad del equipo médico, pensando en que la calidad de los recursos humanos es determinante para la atención epidemiológica y en que se ha observado una mayor cantidad de muertes en fines de semana. Por último, un tema relevante dado el contexto actual (diciembre 2020) del comienzo de producción de diversas vacunas, es pertinente analizar y modelar la epidemia mediante un modelo SIRV. En conclusión, en esta investigación se demostró que la calidad de información, en particular el retraso en el registro de defunciones asociadas a Covid-19, es determinante a la hora de modelar una epidemia y, aún más importante, determina el comportamiento y decisiones de las autoridades y la población.

Referencias

- Ahmed, Azam (2020). *Cifras ocultas: México desatiende ola de muertes en la capital.*
- Ajzenman, Nicolás, Tiago Cavalcanti y Daniel Da Mata (2020). “More Than Words: Leaders’ Speech and Risky Behavior during a Pandemic”. En: *SSRN Electronic Journal*. ISSN: 1556-5068. DOI: [10.2139/ssrn.3582908](https://doi.org/10.2139/ssrn.3582908).
- Banerjee, Abhijit V. et al. (2020). “Messages on COVID-19 Prevention in India Increased Symptoms Reporting and Adherence to Preventive Behaviors Among 25 Million Recipients with Similar Effects on Non-recipient Members of Their Communities”. En: DOI: [10.3386/w27496](https://doi.org/10.3386/w27496). URL: <https://www.nber.org/papers/w27496>.
- Bowles, Jeremy, Horacio Larreguy y Shelley Liu (2020). “Countering Misinformation Via WhatsApp: Evidence from the COVID-19 Pandemic in Zimbabwe”. En: *Working Papers Center for International Development at Harvard University* 380.
- Bursztyn, Leonardo et al. (2020). “Misinformation During a Pandemic”. En: *SSRN Electronic Journal*. ISSN: 1556-5068. DOI: [10.2139/ssrn.3580487](https://doi.org/10.2139/ssrn.3580487).
- Castañeda, Jorge y Sebastián Garrido (mayo de 2020). “¿Cómo entender los datos de defunciones por COVID-19 en México?” En: *Nexos*. URL: <https://datos.nexos.com.mx/?p=1351>.
- Castañeda, Jorge G. (mayo de 2020). *Covid-19 en México: ¿dónde está la verdad?* URL: <https://cnnespanol.cnn.com/2020/05/13/opinion-covid-19-en-mexico-donde-esta-la-verdad/>.
- Fernández-Villaverde, Jesús y Charles I. Jones (2020). “Macroeconomic Outcomes and Covid-19: A Progress Report”. En: *National Bureau of Economic Research* 53.9, págs. 1689-1699. ISSN: 1098-6596.
- Gómez, Gerardo y Vicente Flores (abr. de 2020). *Muestran datos inconsistentes sobre Covid-19*. URL: <https://www.elnorte.com/muestran-datos-inconsistentes-sobre-covid-19/ar1924362?referer=-7d616165662f3a3a6262623b727a7a7279703b767a783a-->.
- Gugushvili, Alexi et al. (2020a). “Votes, populism, and pandemics”. En: *International Journal of Public Health* 0123456789.Bor 2017, págs. 123-124. ISSN: 1420911X. DOI: [10.1007/s00038-020-01450-y](https://doi.org/10.1007/s00038-020-01450-y). URL: <https://doi.org/10.1007/s00038-020-01450-y>.
- (2020b). “Votes, populism, and pandemics”. En: *International Journal of Public Health* 0123456789.Bor 2017, págs. 123-124. ISSN: 1420911X. DOI: [10.1007/s00038-020-01450-y](https://doi.org/10.1007/s00038-020-01450-y). URL: <https://doi.org/10.1007/s00038-020-01450-y>.
- Gutierrez, Emilio, Adrian Rubli y Tiago Tavares (2020a). “Delays in Death Reports and their Implications for Tracking the Evolution of COVID-19”. En: URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3645304.
- (2020b). “Information and Behavioral Responses during a Pandemic : Evidence from Delays in Covid-19 Death Reports”. En: July.

Limaye, Rupali Jayant *et al.* (2020). “Building trust while influencing online COVID-19 content in the social media world”. En: *The Lancet Digital Health* 2.6, e277-e278. ISSN: 25897500. DOI: [10.1016/S2589-7500\(20\)30084-4](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30084-4). URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30084-4](http://dx.doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30084-4).

López, Manuel (jul. de 2020). *3.3 veces más muertos por Covid.* URL: <https://heraldodemexico.com.mx/opinion/hugo-lopez-gatell-refresqueras-responsables-muertes-covid19-bebidas-azucaradas-definiciones-manuel-lopez-san-martin/>.

Montes, Rafael (abr. de 2020). *Por metodologías opacas hay inconsistencias en datos de covid-19: ONG.* URL: <https://www.milenio.com/politica/coronavirus-metodologias-opacas-dudas-datos-covid-19>.

Rafkin, Charlie (2020). “When Guidance Changes : Government Inconsistency and Public Beliefs ”. En: 1122374.

Redacción Animal Político (jul. de 2020). *Salud no presenta semáforo COVID-19 y señala a estados de dar ‘información inconsistente’.* URL: <https://www.animalpolitico.com/2020/07/salud-semaforo-covid-estados-informacion/>.

Redacción Forbes (2020). *Seis gobernadores cierran filas con federación tras descontentos por semáforo.* URL: <https://www.forbes.com.mx/politica-6-gobernadores-cierran-filas-autoridades-federales-semaforo/>.

Santillán, Alma y Evelyn Suarez (2017). “Tasa De Mortalidad Por Diabetes En Hidalgo”. En: *PADI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI* 5.8, págs. 1-11. ISSN: 2007-6363. DOI: [10.29057/icbi.v5i8.2038](https://doi.org/10.29057/icbi.v5i8.2038).

Simonov, Andrey *et al.* (2020). “The Persuasive Effect of Fox News: Non-compliance With Social Distancing During the Covid-19 Pandemic”. En: *National Bureau of Economic Research.* ISSN: 1098-6596. DOI: [10.1017/CBO9781107415324.004](https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004).