

Retrasos en reportes de decesos por Covid-19 en el Estado de México

Entrega final
Alfredo Lefranc

1. Introducción

La crisis sanitaria por Covid-19 se ha desarrollado en el contexto de una sociedad globalizada, con medios de comunicación masivos. Indudablemente, ambos factores han tenido un fuerte impacto en la forma en que el virus se ha esparcido en el mundo. En particular, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha argumentado que la transmisión de información acerca de la pandemia es una amenaza a la salud pública por sí misma (Zarocostas, 2020).

Por este motivo, en el contexto de una crisis sanitaria como la que estamos viviendo, es fundamental que la población esté bien informada. Para ello, los medios de comunicación tradicionales (noticieros, televisión, periódicos, etc.), así como el sector salud, las organizaciones civiles, y sobre todo el gobierno tienen la responsabilidad de informar y guiar a la sociedad con el objetivo de mitigar los efectos de la pandemia (WHO, 2009). De acuerdo con WHO (2017), es necesario hacer una comunicación efectiva de riesgos para que las personas puedan tomar las medidas preventivas adecuadas. Se resalta la importancia de generar confianza y claridad en cuanto a la incertidumbre existente.

Hay un ramo de la literatura cada vez más grande que muestra cómo los mensajes del gobierno y otras organizaciones sobre el Covid-19 tienen un impacto en el comportamiento de la población. Ajzenman, Cavalcanti y De Mata (2020) muestran que los mensajes de Jair Bolsonaro donde desestima las políticas de confinamiento están asociadas a medidas más laxas de distanciamiento social en los distritos donde el apoyo al presidente brasileño es más fuerte. Otros trabajos también documentan cambios en el comportamiento de los individuos a partir de un mensaje recibido de parte de una institución o persona de confianza (Bowles, Larreguy y Liu, 2020; Banerjee et al., 2020). Este efecto no es exclusivo al contexto actual¹, y en general es respaldado por la literatura sobre persuasión.

El gobierno mexicano hace esfuerzos importantes en este sentido. El subsecretario de seguridad pública sostiene una conferencia de prensa diaria, donde se presentan cifras sobre

¹ Bassi y Rasul (2017) documentan que, a lo largo de una visita papal en la fertilidad en Brasil, las zonas expuestas a sus mensajes muestran un aumento significativo en nacimientos en los años posteriores.

el número de decesos y de casos confirmados y sospechosos, así como cifras sobre ocupación hospitalaria (en camas generales y de cuidados intensivos) a nivel nacional y estatal. Sin embargo, la información presentada ha sido blanco de críticas por inconsistencias y falta de transparencia (Montes, 2020; Ahmed, 2020). La literatura sugiere que este tipo de inconsistencias también pueden alterar las creencias de la población relacionadas a la epidemia (Rafkin, Shreekumar y Vautrey, 2020), y ya existen esfuerzos por entender y clasificar mensajes al discernir si su contenido es falso o engañoso, con lo cual sea posible tomar medidas específicas ante cada tipo de mensajes (Baines y Elliott, 2020).

Este estudio se centra en una de las fuentes de imprecisión más claramente medibles en el contexto de la evolución de la pandemia: los retrasos con que se reportan los decesos. Además de estar bien documentados² (Garrido y Castañeda, 2020; Gutiérrez, Rubli y Tavares, 2020a), existe evidencia del impacto que pueden tener en el comportamiento de los individuos (Gutiérrez, Rubli y Tavares, 2020b). En particular, este estudio busca ahondar en el análisis de los retrasos en reportes de decesos por Covid-19 en México y la heterogeneidad que se ha observado en este aspecto. Para ello, se hace un estudio de caso del estado del país donde los retrasos son más altos. De esta forma, se pretende contribuir al entendimiento de las causas y efectos que tienen los retrasos en los reportes de decesos por Covid-19 en México.

Dicho lo anterior, el estudio toma como población de interés al Estado de México, uno de los estados más vulnerables del país en el contexto en que nos encontramos. Por un lado, el Estado de México es el estado con más decesos reportados, con casi una sexta parte del total de los decesos ocurridos en los 32 estados del país. Esto se relaciona al hecho de que también es el estado más poblado, con más de 16 millones de habitantes, de acuerdo con las últimas estimaciones disponibles de INEGI. Aproximadamente el 10% de los habitantes del Estado de México es considerado población de riesgo, y esto sólo considera a mayores de 60 años. Aunado a esto, la razón de médicos en instituciones públicas de salud por cada 1,000 habitantes del Estado de México es de apenas 1.19%, y es la más baja del país (la OMS recomienda una razón de 3%).

² Gutiérrez, Rubli y Tavares (2020a) observan que los retrasos en los reportes de decesos están relacionados al total de decesos observados y a la capacidad del sistema de salud, y concluyen que los países de bajos ingresos pueden enfrentar problemas adicionales al hacer frente a la pandemia debido a carencias en la información disponible.

Por otro lado, el Estado de México enfrenta un reto adicional, pues comparte con el estado de la Ciudad de México a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, una de las ciudades más pobladas del mundo. Esto evidentemente estrecha la relación entre estos estados, y añade al reto de contener la pandemia la necesidad de coordinación entre las autoridades estatales, tanto en sus acciones como en las estrategias de comunicación adoptadas. Estas razones subrayan la importancia de un entendimiento exhaustivo de los retrasos en reportes de decesos relacionados al Covid-19 tomando como caso de estudio al Estado de México.

Datos y Estadísticas Descriptivas

Las cifras que se presentan diariamente desde el 13 de abril del 2020 incluyen información detallada sobre cada uno de los pacientes registrados con casos asociados a Covid-19 de los que se tiene registro hasta el momento, y son la principal fuente de información para dar seguimiento a la evolución de la pandemia en México.

La información contenida en los datos puede clasificarse en tres subgrupos: a) características socio-económicas del paciente, como el municipio de residencia, su sexo, edad, nacionalidad, país de origen (en caso de ser extranjero), y si habla una lengua indígena; b) información sobre comorbilidades como obesidad, diabetes, tabaquismo, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), asma, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, enfermedades renales crónicas, inmunosupresión, y una variable que indica si la paciente estaba embarazada, y c) información relativa a los síntomas y atención recibida por Covid-19, donde destacan el diagnóstico por Covid-19 y la fecha de deceso, pero también incluye más información 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, hospitales del sector privado, u otras instituciones), si la atención que recibió fue ambulatoria y, en caso de haber ingresado al hospital, si, en la fecha en que ingresó, lo hizo a una unidad de cuidados intensivos y si recibió respiración asistida.

Es importante destacar que todas las variables anteriores, con excepción de la fecha de deceso y el diagnóstico por Covid-19, son estáticas: quedan permanentemente registradas como fueron reportadas por la unidad médica originalmente, y corresponden al momento en que el paciente buscó atención médica. La fecha de deceso puede aparecer sin ser definida si

el paciente aún vive, o bien, si existe un retraso en la fecha de registro, mismo que puede ser mayor a dos semanas (Gutiérrez, Rubli y Tavares, 2020). Por su parte, el diagnóstico o resultado de la prueba por Covid-19 puede tomar tres valores: positivo, sospechoso o negativo. Como se verá más adelante, el hecho de que la fecha de deceso y el diagnóstico por Covid-19 varíen en el tiempo hace posible este estudio.

La Tabla 1 muestra las estadísticas descriptivas disponibles al 4 de octubre para los decesos confirmados por Covid-19³. La columna 1 muestra cifras para pacientes residentes en México excluyendo al Estado de México, y la columna 2 restringe su atención a este estado. La tercera columna presenta la diferencia en medias entre estos grupos.

Lo primero que debe señalarse es que, de los 79,088 decesos reportados, 11,886 (15%) corresponden a pacientes residentes en el Estado de México. Esto puede explicarse en parte porque el Estado de México es el estado más poblado del país, aunque el porcentaje de la población que habita en este estado (13.89%)⁴ es ligeramente menor que el porcentaje de decesos. Por otra parte, en la tercera columna se presentan diferencias entre el promedio de decesos del estado y del resto del país para subgrupos poblacionales; estas diferencias son negativas y estadísticamente significativas para mujeres, personas de habla indígena, personas mayores de 71 años, y para casi todas las comorbilidades. En cambio, las diferencias son positivas para los grupos de edad más jóvenes, personas con tabaquismo y con inmunosupresión. Estas diferencias son coherentes con las del Estado de México y el resto del país: la tasa de la población que se considera indígena es 17.0% frente al 21.5% nacional, y la población entre 15 y 60 años es 64% frente al 61.5% nacional. Por su parte, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2018, las tasas de obesidad, diabetes e hipertensión son relativamente menores en el Estado de México, por lo que es razonable suponer que, en general, la población residente en el Estado de México es más saludable en términos de las comorbilidades presentadas.⁵

³ El 5 de octubre del 2020, se anunció un cambio en la metodología de reportes de casos positivos por Covid-19. Para mantener consistencia, el trabajo usa los datos publicados hasta el día anterior al anuncio del cambio metodológico. A menos que se indique lo contrario, la fecha de corte de los datos usados corresponde a ese día.

⁴ Los indicadores poblacionales por entidad federativa se obtuvieron del INEGI, con datos del 2014.

⁵ La ENSANUT 2018 estima que la tasa de diabetes e hipertensión en la población de más de 20 años son 10.3% y 18.4% a nivel nacional y 9.0% y 15.5% en el Estado de México, correspondientemente. La misma encuesta estima una tasa de obesidad en jóvenes de 12 a 19 años de 14.6% para México y 12.0% para el Estado de México.

Tabla 1. Características observables de decesos confirmados por Covid-19

Variable	(1) Resto del País	(2) Estado de México	(3) Diferencia
Mujer	0.364 (0.481)	0.329 (0.470)	-0.035*** (0.005)
Habla una lengua indígena	0.017 (0.128)	0.010 (0.098)	-0.007*** (0.001)
Menor a 11	0.002 (0.049)	0.003 (0.050)	0.000 (0.000)
Entre 11 y 20	0.002 (0.046)	0.002 (0.049)	0.000 (0.000)
Entre 21 y 30	0.014 (0.115)	0.018 (0.134)	0.005*** (0.001)
Entre 31 y 40	0.046 (0.210)	0.058 (0.233)	0.011*** (0.002)
Entre 41 y 50	0.125 (0.331)	0.145 (0.352)	0.020*** (0.003)
Entre 51 y 60	0.228 (0.420)	0.253 (0.435)	0.025*** (0.004)
Entre 61 y 70	0.275 (0.447)	0.285 (0.451)	0.010** (0.004)
Entre 71 y 80	0.208 (0.406)	0.172 (0.377)	-0.036*** (0.004)
Mayor a 81	0.100 (0.300)	0.065 (0.246)	-0.035*** (0.003)
Obesidad	0.254 (0.435)	0.192 (0.394)	-0.062*** (0.004)
Diabetes	0.393 (0.488)	0.329 (0.470)	-0.064*** (0.005)
Tabaquismo	0.078 (0.268)	0.090 (0.286)	0.012*** (0.003)
EPOC	0.050 (0.217)	0.042 (0.200)	-0.008*** (0.002)
Asma	0.022 (0.146)	0.010 (0.101)	-0.012*** (0.001)
Hipertensión	0.466 (0.499)	0.350 (0.477)	-0.116*** (0.005)
Enfermedades cardiovasculares	0.056 (0.230)	0.038 (0.190)	-0.019*** (0.002)
Enfermedad renal crónica	0.073 (0.260)	0.055 (0.228)	-0.018*** (0.003)
Inmunosupresión	0.024 (0.152)	0.030 (0.171)	0.006*** (0.002)
Más de una comorbilidad	0.435 (0.496)	0.338 (0.473)	-0.097*** (0.005)
Observaciones	67,202	11,886	79,088

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud Pública al 4 de octubre de 2020.

Tabla 2. Características observables de casos y decesos confirmados por Covid-19 en el Estado de México

Variable	(1) Casos confirmados	(2) Decesos confirmados	(3) Diferencia
Mujer	0.492 (0.500)	0.329 (0.470)	-0.163*** (0.005)
Habla una lengua indígena	0.005 (0.072)	0.010 (0.098)	0.004*** (0.001)
Menor a 11	0.014 (0.116)	0.003 (0.050)	-0.011*** (0.001)
Entre 11 y 20	0.031 (0.172)	0.002 (0.049)	-0.028*** (0.002)
Entre 21 y 30	0.164 (0.370)	0.018 (0.134)	-0.145*** (0.003)
Entre 31 y 40	0.243 (0.429)	0.058 (0.233)	-0.185*** (0.004)
Entre 41 y 50	0.237 (0.425)	0.145 (0.352)	-0.093*** (0.004)
Entre 51 y 60	0.179 (0.384)	0.253 (0.435)	0.074*** (0.004)
Entre 61 y 70	0.087 (0.282)	0.285 (0.451)	0.198*** (0.003)
Entre 71 y 80	0.034 (0.182)	0.172 (0.377)	0.137*** (0.002)
Mayor a 81	0.011 (0.106)	0.065 (0.246)	0.054*** (0.001)
Obesidad	0.157 (0.364)	0.192 (0.394)	0.035*** (0.004)
Diabetes	0.124 (0.329)	0.329 (0.470)	0.206*** (0.003)
Tabaquismo	0.085 (0.279)	0.090 (0.286)	0.005* (0.003)
EPOC	0.012 (0.110)	0.042 (0.200)	0.030*** (0.001)
Asma	0.018 (0.131)	0.010 (0.101)	-0.007*** (0.001)
Hipertensión	0.145 (0.353)	0.350 (0.477)	0.205*** (0.004)
Enfermedades cardiovasculares	0.015 (0.123)	0.038 (0.190)	0.022*** (0.001)
Enfermedad renal crónica	0.015 (0.122)	0.055 (0.228)	0.040*** (0.001)
Inmunosupresión	0.014 (0.116)	0.030 (0.171)	0.016*** (0.001)
Más de una comorbilidad	0.143 (0.350)	0.338 (0.473)	0.195*** (0.004)
Observaciones	70,705	11,886	82,591

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud Pública al 4 de octubre de 2020.

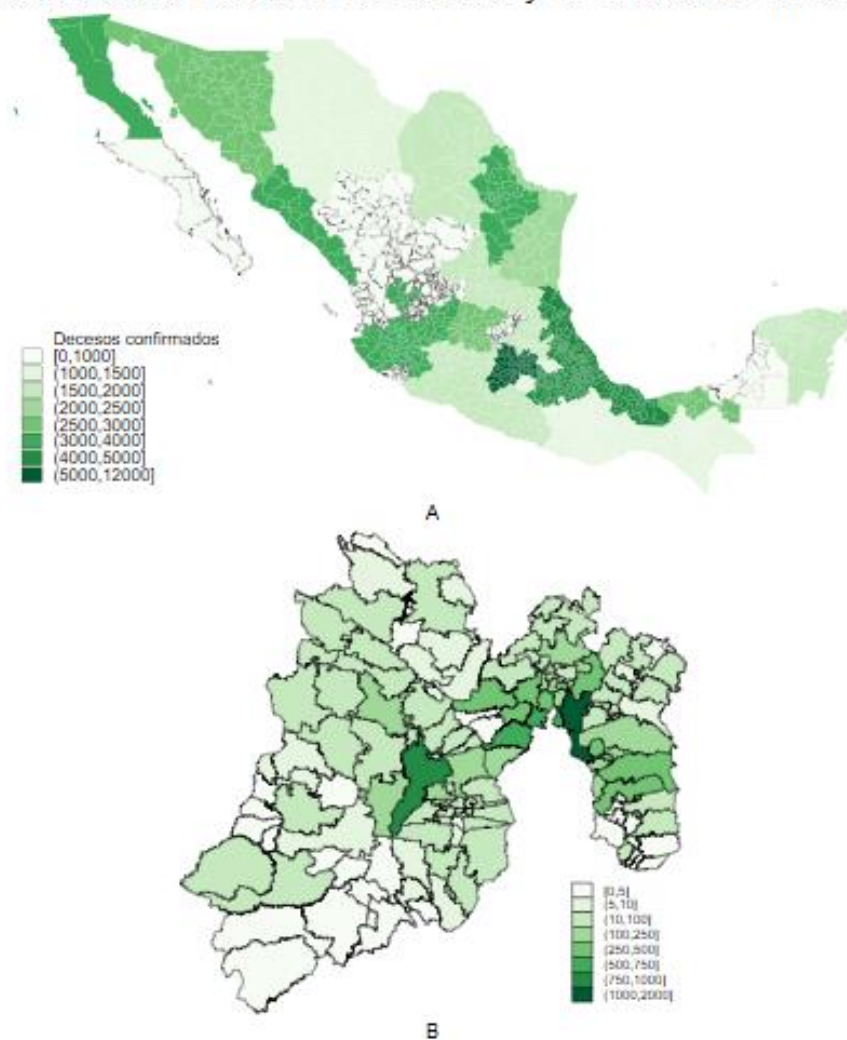
También es relevante comparar el perfil de casos positivos con el de decesos de pacientes con residencia en el Estado de México, información contenida en la Tabla 2. La columna 1 muestra cifras de casos confirmados y cuyo deceso no había sido reportado, y la columna 2 se restringe a decesos confirmados. La tercera columna presenta la diferencia en medias entre estos grupos.

Esta tabla confirma algunas de las tendencias que se han observado con el Covid-19 a nivel global. Esto se nota en las diferencias positivas y estadísticamente significativas entre medias de decesos y casos positivos de pacientes mayores a 51 años y para los pacientes con una o más comorbilidades. Es decir, estas características se confirman como factores de riesgo asociados al Covid-19 en el estado en cuestión. Por otra parte, la diferencia negativa y estadísticamente significativa de la primera fila de la tabla muestra que los hombres en el Estado de México tienen una tasa de letalidad mayor que las mujeres, al igual que en el resto del mundo.

Las Figuras 1 y 2 muestran en mayor detalle la distribución geográfica de los casos y decesos confirmados por Covid-19 a nivel municipal de acuerdo con la información disponible al 4 de octubre.

El panel A de la Figura 1 muestra el número de decesos confirmados a nivel estatal. Aquí se puede ver que sólo la Ciudad de México y el Estado de México superan los 5,000 decesos, y por mucho: 9,797 y 11,886, respectivamente. No obstante, como se puede ver en el panel B, la heterogeneidad en el número de decesos entre los 125 municipios que conforman el estado es considerable: en los municipios del suroeste no hay más de 100 decesos reportados, mientras que municipios como Toluca (al centro del mapa), Tlanepantla de Baz, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl y Ecatepec de Morelos (al noreste), reportan 834, 614, 749, 1,143 y 1,563 decesos respectivamente. Por supuesto, el número de pruebas realizadas y el tamaño de la población municipal son factores que explican estas diferencias, al menos parcialmente. El primer factor puede controlarse al considerar la razón de decesos por casos positivos de Covid-19, definida como letalidad. El segundo factor también puede controlarse al considerar el número de decesos por cada 100 mil habitantes, lo cual se define como mortalidad. En la Figura 2 se muestra el mapa municipal del Estado de México con la variación municipal de las tasas de letalidad y mortalidad, respectivamente.

Figura 1.
Decesos confirmados en México y el Estado de México



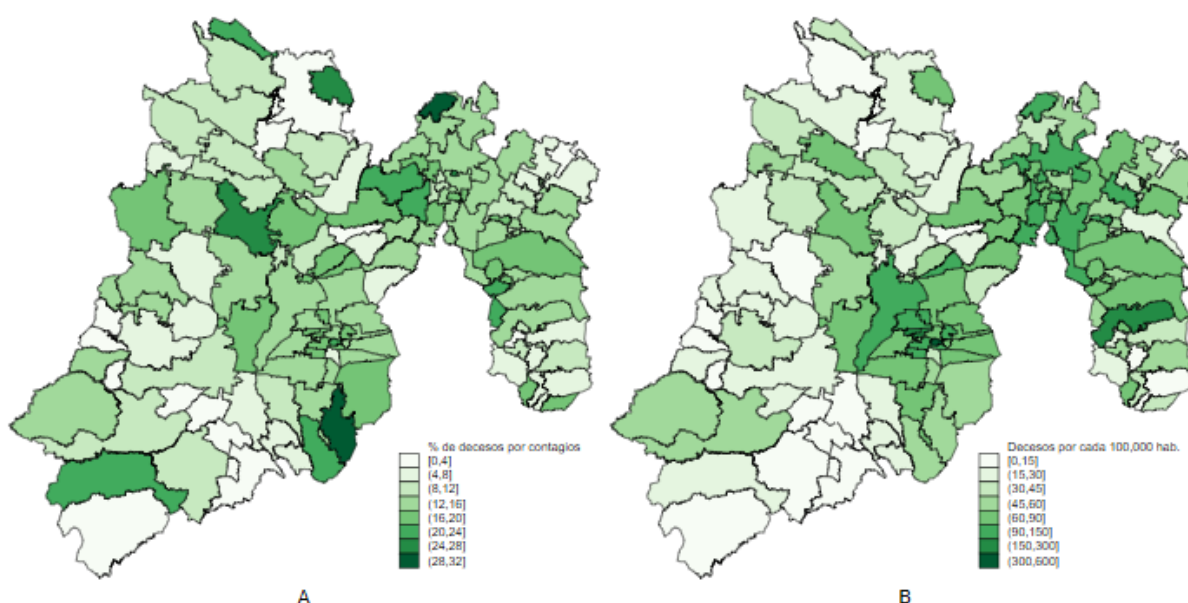
Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud Pública al 4 de octubre.

Aunque en la Figura 2 puede observarse un patrón similar al del panel B de la Figura 1, donde el este del Estado de México muestra mayores tasas de letalidad y mortalidad, en el panel A este patrón es menos marcado. Sin embargo, las tasas altas de letalidad en algunos municipios del oeste se deben a un número reducido de casos de Covid-19 confirmados. El resto de los municipios que presenta un porcentaje alto de decesos se ubica cerca a Toluca o a la Ciudad de México. El patrón del panel B de la misma Figura, donde se muestra el número de decesos confirmados por cada 100,000 habitantes, es muy similar al descrito anteriormente. Por lo tanto, aun controlando por la población municipal, es visible el contraste entre los municipios más urbanizados, mismos que conforman las áreas

metropolitanas de la Ciudad de México o Toluca, y los municipios rurales; los primeros presentan tasas más altas de decesos por Covid-19, incluso en términos de letalidad y mortalidad. Una posible explicación ante este hecho sería que esta población tiene mayor accesibilidad a unidades médicas y, por lo tanto, reflejan más casos y decesos que en los municipios más marginados.

Si bien la distribución de decesos en el estado es informativa, no se debe perder de vista el hecho de que, en términos absolutos, el Estado de México muestra cifras alarmantes en la cantidad de casos y decesos confirmados por Covid-19.

Figura 2.
Tasas de letalidad y mortalidad en el Estado de México



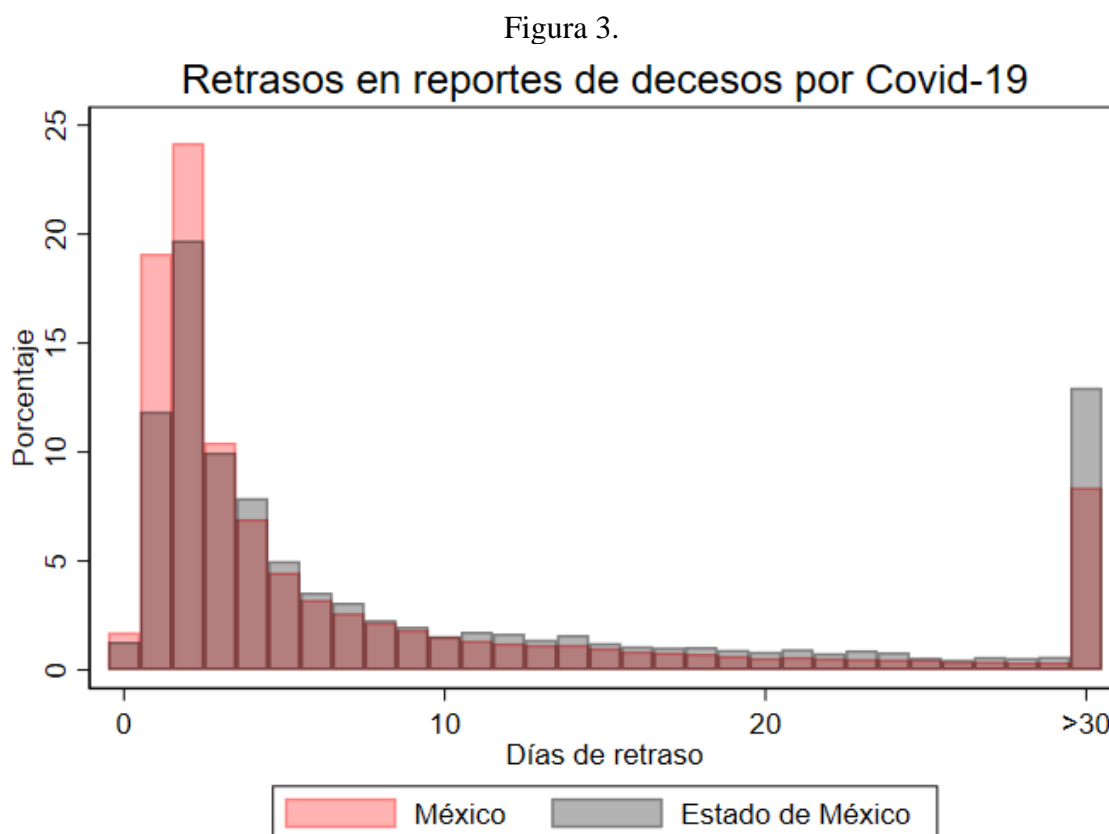
Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud Pública al 4 de octubre.

El análisis que presenta este trabajo explota la variación temporal de una de las variables de la base publicada diariamente por la Secretaría de Salud Pública: la fecha de defunción. Al dar seguimiento a los reportes publicados cada fecha, es posible asignar a las defunciones confirmadas una fecha de reporte, es decir, el día en que la defunción fuera reportada por primera vez en la base de datos. Con esta fecha de reporte se calcula el retraso

con el que cada deceso fue reportado (los días transcurridos entre la fecha de defunción y la fecha de reporte de cada deceso).

Análisis descriptivo

La Figura 3 muestra la distribución de los retrasos en reportes de los decesos registrados para todo el país (en rojo) y el Estado de México (en gris).

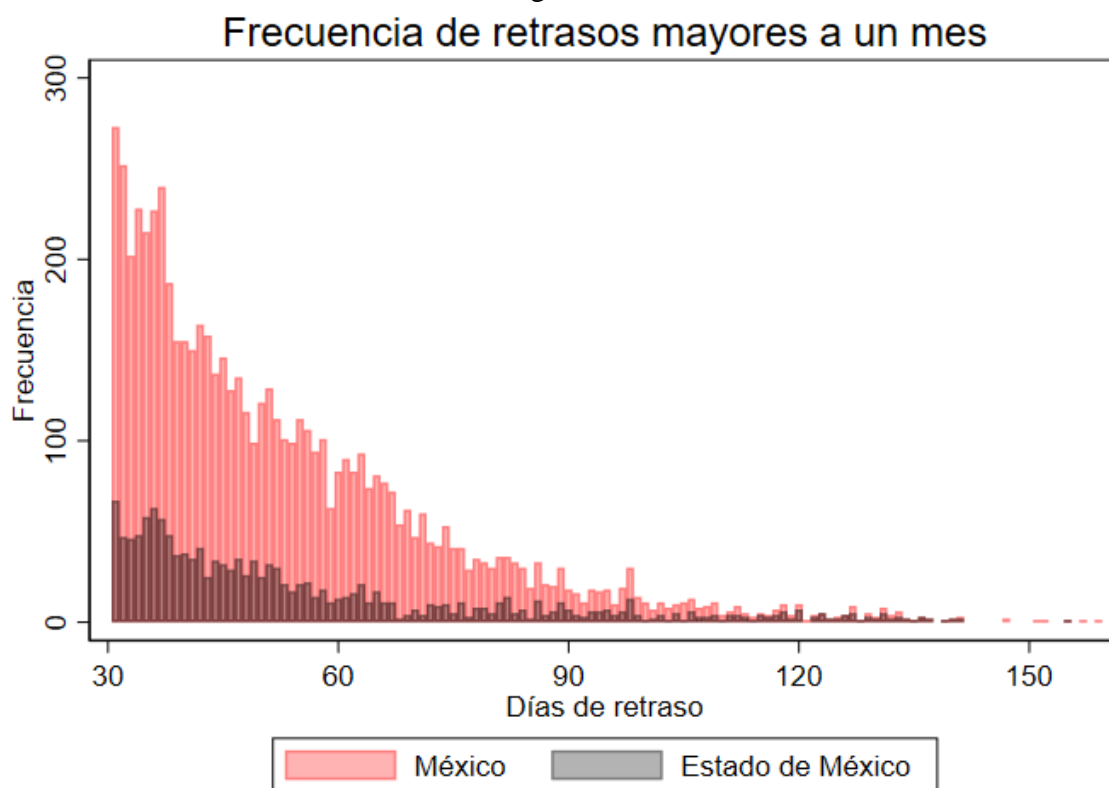


Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud Pública al 4 de octubre de 2020.

En el Estado de México, los decesos por Covid-19 se reportan con 13 días de retraso en promedio, cuatro días más que en el resto del país. Más del 50% de los retrasos en el país son de tres días o menos, porcentaje mayor al observado en el Estado de México. No obstante, la diferencia se revierte a partir de retrasos de cuatro días o más, donde el Estado de México tiene consistentemente porcentajes más altos en estos retrasos. La última barra concentra retrasos mayores a 30 días, y éstos son el 12.86% del total de decesos confirmados en el estado. Para ahondar en este hecho, la Figura 4 muestra la frecuencia de retrasos por día para retrasos mayores a un mes. Es visible que la prevalencia en retrasos mayores a un mes en el

Estado de México es importante, y que, a medida que aumentan los días de retraso, la razón de retrasos por día en el Estado de México por los del país incrementa.

Figura 4.

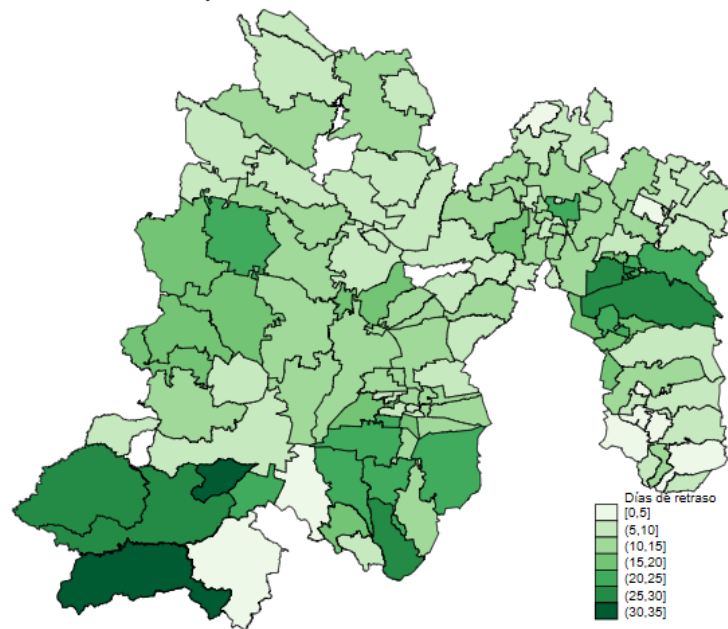


Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud Pública al 4 de octubre de 2020.

Con el objetivo de analizar diferencias geográficas en la magnitud de estos retrasos, la Figura 5 muestra el retraso promedio con el que fueron reportados los decesos de pacientes residentes en cada municipio del estado.

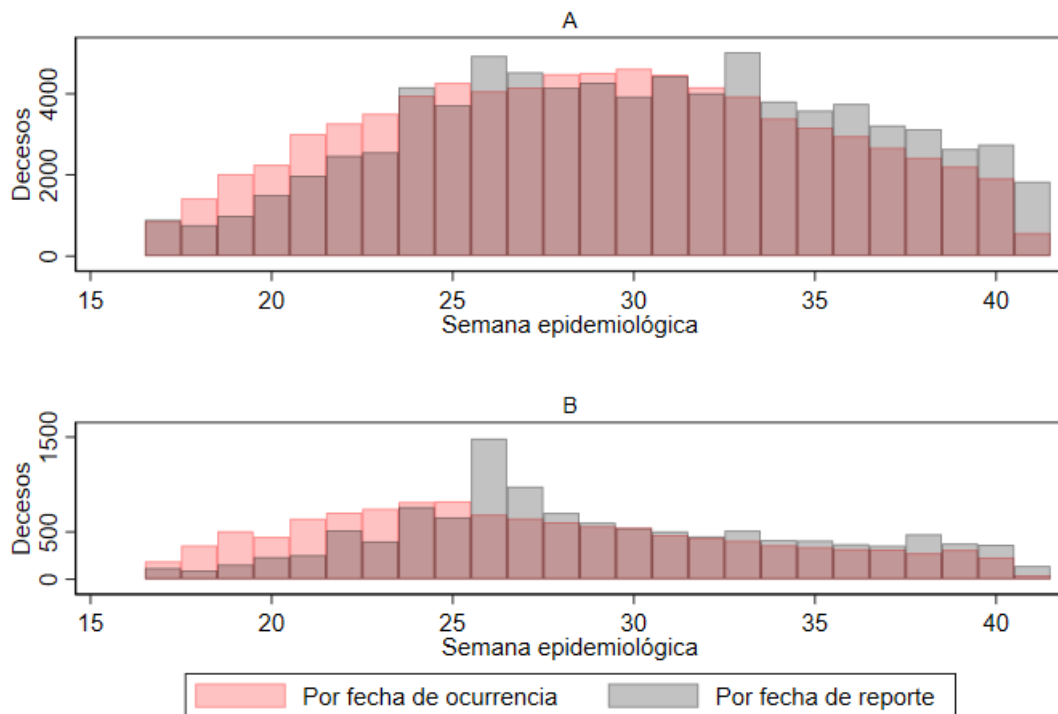
Lo primero que debe observarse es que, en efecto, una gran proporción (más de la mitad) de municipios muestran retrasos promedio mayores a 10 días. Además, el suroeste del estado muestra una concentración de municipios con retrasos promedio cercanos a un mes: Amatepec y San Simón de Guerrero presentan retrasos promedio de 34.75 y 34 días, Tejupilco y Zampahuacán, de cuatro semanas, y Luvianos y Tenancingo, de 26 y 24 días, respectivamente. Aunque el total de decesos en esos estados es relativamente menor, parece haber un factor regional detrás de los retrasos en reportes de decesos en esos municipios. Del lado noreste, los municipios de Texcoco y Atenco son el foco de otra concentración en retrasos promedio, ambos mayores a cuatro semanas, y con mayores cifras de decesos: 182 y 36 decesos, respectivamente.

Figura 5.
Retrasos promedio en el Estado de México



Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud Pública.

Figura 6.
Curva epidémica en México y el Estado de México



Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud Pública al 4 de octubre de 2020.
Nota: Si bien la gráfica presenta los decesos por semana epidemiológica, éstos son contabilizados por el día de ocurrencia o de reporte y agregados semanalmente. De esta forma se suavizan tendencias de reportes semanales (como caídas los fines de semana y repuntes en los días posteriores).

Finalmente, la Figura 6 muestra la evolución de los decesos semanales de acuerdo con la fecha en que ocurrieron (en rojo) y la fecha en que fueron reportados (en gris). El panel A presenta el total de muertes a nivel nacional, mientras el panel B se concentra en el Estado de México.

Primero, las curvas grises en ambos paneles crecen y decrecen más lentamente. La diferencia en el ritmo de decrecimiento es especialmente importante, pues se presta a interpretaciones distintas. Mientras la curva epidémica por decesos según la fecha de ocurrencia parece decrecer en las últimas semanas, con una disminución cada vez más pronunciada, la curva epidémica por fecha de reporte parece mantenerse en una meseta, con un ritmo de disminución pequeño y constante. Esta diferencia puede inducir reacciones distintas en el comportamiento de la gente; en particular, una desaceleración más marcada podría implicar el relajamiento de confinamiento y otras medidas de distanciamiento social (Gutiérrez, Rubli y Tavares, 2020b).

Segundo, al contrastar la evolución de los decesos en el país y en el Estado de México, es notable el incremento de la semana 25 a la 26 en decesos por fecha de reporte en el Estado de México. A partir de dicha semana, los retrasos en los reportes de decesos son mucho menores y las curvas siguen una tendencia similar, aunque un poco más ruidosa para los decesos por fecha de reporte. Adicionalmente, la evolución epidémica ha seguido un patrón similar en el país y el Estado de México.⁶

Dado que resulta difícil inferir a simple vista el impacto que los retrasos en reportes de decesos pueden tener en la percepción sobre la evolución de la pandemia en el Estado de México, la siguiente sección busca contrastar las diferencias en las curvas epidemiológicas predichas por modelos SIR cuando se utiliza la información sobre decesos diarios por fecha de reporte con respecto a cuando se utiliza la información sobre decesos diarios por fecha de defunción. Una ventaja del uso de modelos frente al análisis directo de los datos será la posibilidad de parametrizar la evolución de la pandemia en México y el Estado de México y evaluar el impacto de los retrasos en los reportes de decesos a través de los parámetros estimados. Estos modelos permiten caracterizar más claramente las implicaciones de los

⁶ En el Anexo se muestra la misma figura pero con periodicidad diaria, y se puede notar la fuerte “estacionalidad” de los reportes, donde, presumiblemente, los reportes de decesos disminuyen notablemente los fines de semana, a pesar de que en estos días también se publique la información relacionada al Covid-19.

retrasos en: las predicciones sobre el número total de decesos; la duración del brote epidémico, y la fecha en que se alcanza el número máximo de decesos diarios (el “pico” de la curva epidémica).

Modelo

Salvo ligeras alteraciones especificadas más adelante, se replica el modelo de Gutiérrez, Rubli y Tavares (2020a), una versión de los modelos epidémicos SIR (acrónimo de Susceptibles, Infectados y Recuperados).⁷ En esta versión del modelo la población P_t se divide en infectados I_t , susceptibles S_t , en recuperación R_t y curados C_t . Se asume que estos últimos no pueden volver a contraer el virus. El avance del virus en la población se define de la siguiente manera:

Primero, tomamos al periodo t como un día, y se introduce cierto volumen inicial de infectados exógenos I_0 . Los agentes se contagian a una tasa $\beta_t = \frac{r_t}{\gamma}$, donde r_t es la tasa de reproducción en el periodo t y γ es la tasa de recuperación. Un agente contagiado es infeccioso durante $1/\gamma$ días, después de los cuales tarda $1/\theta$ días en recuperarse. El modelo es flexible en cuanto a la tasa de contagio para incorporar las medidas de distanciamiento social seguidas por la población, u otros cambios en el comportamiento agregado de los individuos. En particular, se define una β_i al inicio de la epidemia y otra β_f al final de los periodos proyectados, de modo que

$$\beta_t = \beta_i e^{-\lambda t} + \beta_f (1 - e^{-\lambda t}),$$

donde λ es un parámetro que refleja la capacidad de adaptación de los agentes a nivel agregado. Finalmente, la tasa de fatalidad es δ , y refleja el porcentaje de agentes que, después de ser infectados, mueren a causa del virus, D_t (en el modelo mueren durante su proceso de recuperación).

A raíz de lo anterior se definen las dinámicas poblacionales:

$$S_{t+1} = S_t - \beta_t \frac{S_t I_t}{P_t}$$

$$I_{t+1} = I_t + \beta_t \frac{S_t I_t}{P_t} - \gamma I_t$$

⁷ Puede encontrarse una versión más detallada de estos modelos en Kermack y McKendrick (1927) o Hethcote (2000). La relación más directa con estos modelos puede encontrarse en Fernández-Villaverde y Jones (2020).

$$R_{t+1} = R_t + \gamma I_t - \theta R_t$$

$$C_{t+1} = C_t + (1 - \delta)\theta R_t$$

$$D_{t+1} = D_t + \delta \theta R_t$$

$$P_{t+1} = P_t - \delta \theta R_t$$

Por lo tanto, el modelo depende de los siete parámetros $\{\delta, \theta, \gamma, \beta_i, \beta_f, \lambda, I_0\}$ y las ecuaciones anteriores. Los primeros tres parámetros se toman de la literatura: $\delta=0.008$, $\gamma = 0.2$ y $\theta = 0.1$. Sumando los inversos de la tasa de infección y de recuperación, se obtiene un periodo de 15 días en los que un agente recién infectado se recupera o muere. Los últimos cuatro parámetros son estimados. Adicionalmente, se toma P_0 como la población residente del Estado de México, redondeada en 18 millones de personas, $I_0 = \hat{I}_0 sc$, donde \hat{I}_0 es el número reportado de infectados residentes del estado el 1 de abril de acuerdo con los datos de la SSP y sc es un factor para poder escalar el número de contagiados. Este parámetro da flexibilidad al modelo y permite considerar subestimaciones en el número de infectados iniciales. D_0 es el número de decesos ocurridos hasta el 1 de abril,⁸ día inicial de la epidemia en lo que respecta al modelo.⁹

El modelo es ajustado con dos series de decesos: por fecha de ocurrencia y por fecha de reporte. A partir de cada serie de datos se obtienen los parámetros $\hat{\beta}_i, \hat{\beta}_f, \hat{\lambda}, \hat{I}_0$, y con estos parámetros puede proyectarse la evolución de la pandemia. A su vez, de estas proyecciones pueden extraerse cifras indicativas como el máximo de decesos diarios, el día en que se llega a este máximo relativo al inicio de la pandemia, así como los decesos totales después de un periodo dado. Los retrasos en los reportes de decesos tienen un impacto en la evolución de la pandemia en la medida en que los resultados obtenidos a partir de cada serie de decesos difieran entre sí. Esta estrategia permite un análisis más puntual.

El ajuste del modelo se realiza al minimizar la función

$$\hat{\Phi} = \arg \min \left\{ \frac{1}{T} \sum_{t=\underline{t}}^{\bar{t}} (D_t - D_t(\Phi))^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

⁸ INEGI reporta una población de 16,672,099 habitantes en 2014, y en los datos de la SSP se registran 410 casos positivos y 10 decesos por Covid-19 de residentes del Estado de México al 1 de abril.

⁹ Gracias a que el modelo estima el parámetro I_0 , la elección de la fecha de inicio de la pandemia no afecta el modelo. Este día se elige en parte por conveniencia y en parte por ya contar con un volumen significativo de contagios y decesos.

donde D_t es el número de decesos ocurridos acumulados hasta el periodo t , y $D_t(\Phi)$ es el número de decesos estimado. La función $\hat{\Phi}$ minimiza las diferencias entre decesos estimados y observados en datos a partir del 19 de abril, día en que las bases de datos comenzaron a publicarse.

Como se mostró en la sección anterior, los retrasos en los reportes son heterogéneos en el país y en el interior del Estado de México, por lo que los datos de decesos por fecha de ocurrencia D_t son sensibles a la fecha de los datos. Los resultados que se presentan en la Tabla 3 usa la información disponible al 30 de septiembre, y se presentan tres fechas de corte, el 30 de junio, el 31 de julio y el 31 de agosto. Es de esperarse que, a medida que avanza la epidemia y se incluya información de más días en el modelo, las predicciones sean más precisas. Por otra parte, las curvas epidémicas tendrían una forma diferente dependiendo de si fueron calibradas con los decesos por fecha de ocurrencia o fecha de reporte en la medida en que existan retrasos en los reportes.

Tabla 3.

Estimaciones del Modelo SIR para Decesos por Fecha de Ocurrencia y Fecha de Reporte								
Decesos	I_0	R^{init}	R^{final}	λ	Φ	Decesos totales después de 300 días	Decesos máximos diarios	Días hasta el máximo de decesos diarios
por fecha de ocurrencia								
al 31-agosto	57,925	1.09	1.000	0.061	80.5	13,101	106	39
al 31-julio	56,637	1.09	1.006	0.067	83.9	13,578	106	40
al 30-junio	68,212	0.92	1.050	0.106	66.3	18,789	111	70
por fecha de reporte								
al 31-agosto	11,071	1.43	0.850	0.0211	187.0	10,805	121	65
al 31-julio	6,437	1.65	0.830	0.0278	182.7	9,923	127	61
al 30-junio	14,931	1.22	1.017	0.0058	117.7	33,299	290	110

Notas: La tabla muestra los parámetros estimados para los decesos por fecha de ocurrencia y por fecha de reporte con la información disponible al 30 de septiembre. Se toman los casos y decesos confirmados al 19 de abril como punto de partida. Como hay retrasos en los reportes de decesos, se presentan tres fechas de corte y se contrastan los decesos en cada una de esas fechas.

Al analizar los resultados de la Tabla 3 se confirma que las curvas epidémicas producidas de la calibración con los decesos dependen tanto de la fecha de corte elegida como de la elección entre decesos por fecha de reporte o por fecha de ocurrencia. Los resultados para las fechas de corte del 31 de julio y 31 de agosto producen resultados similares: un

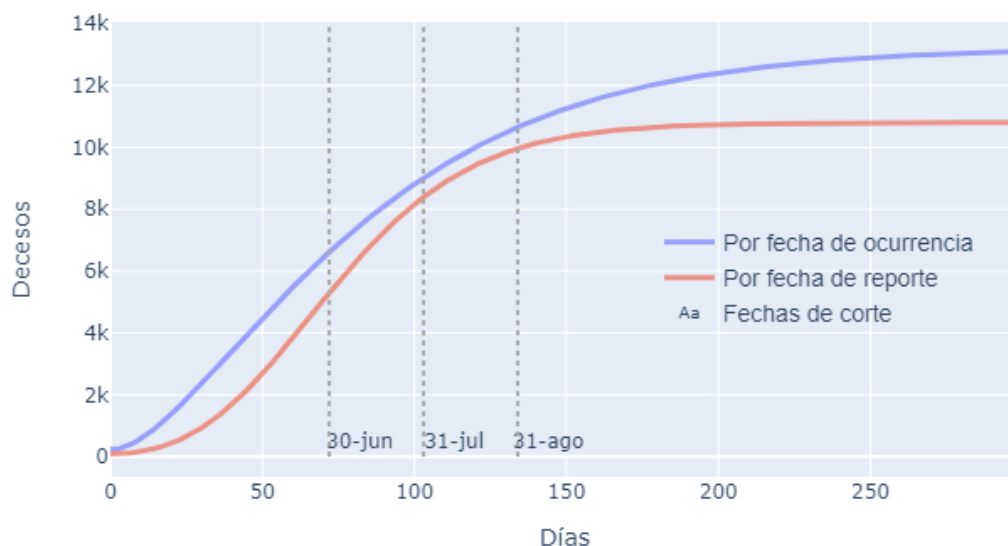
máximo de 106 decesos a los 39 ó 40 días y un total de decesos entre 13,101 y 13,578 por fecha de ocurrencia, y un máximo de decesos diarios entre 121 y 127 a los dos meses, con un total de decesos de 10 mil aproximadamente para los decesos por fecha de reporte. Estos resultados contrastan con los obtenidos con la fecha de corte al 30 de junio, donde se alcanza un pico mucho más tarde, con más decesos diarios y un total de decesos considerablemente más alto. Esto se debe a que en los datos de junio aún no era visible una desaceleración en el número de muertos, y menos para la curva por fecha de reporte. Lo anterior refleja los reportes de decesos con retrasos durante el mes de junio, momento en que la diferencia entre las curvas epidémicas es más notoria. Al limitar la serie con el corte de junio, las proyecciones de las curvas epidémicas por fecha de ocurrencia y por fecha de reporte alcanzan la mayor diferencia: la razón de decesos totales a los 300 días de uno y otro modelo es de 1.77, de 2.6 para los decesos máximos diarios y de 1.6 para los días hasta el máximo de decesos diarios.

En general, los resultados de la Tabla 3 evidencian la desventaja del uso de modelos SIR para el objeto de este trabajo. Las estimaciones son muy sensibles a los datos usados. Esto es particularmente problemático dado que la información de la SSP, como ejemplifican los retrasos en reportes de decesos, muestra problemas por errores de medición, lo cual podría interpretarse como ruido en el mejor de los casos.

Por último, en la Figura 7 se presentan las curvas epidémicas estimadas con el corte al 31 de agosto, con decesos por fecha de ocurrencia y por fecha de reporte.¹⁰ Se presentan estas curvas porque son las estimaciones más precisas. Se señalan las fechas de corte para auxiliar la interpretación de los resultados de la Tabla 3. El brinco abrupto en el número de decesos reportados en la semana epidémica 26 hace más pronunciada la curva correspondiente y por ello la estimación con esos datos proyecta 33,299 decesos acumulados. Por la misma razón el número máximo de decesos diarios es más elevado. Como consecuencia de ese brinco en los decesos por fecha de reporte, la desaceleración de dicha curva a partir de julio es más marcada que la correspondiente a los decesos por fecha de ocurrencia, y por eso la primera estima menos decesos totales.

¹⁰ En el Anexo se muestra una figura con el ajuste del modelo a los datos de decesos para el Estado de México, tanto por fecha de reporte como por fecha de ocurrencia, ambas para las tres fechas de corte consideradas. También se muestra la curva de decesos acumulados observada en los datos para las dos series de decesos.

Figura 7. Ajuste del modelo a los decesos por fecha de ocurrencia y fecha de reporte



Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud Pública al 30 de septiembre de 2020.

Discusión y Conclusiones

En el presente trabajo se estudian los retrasos en los reportes de decesos por Covid-19, bajo el entendido de que éstos pueden ser un factor de distorsión en las decisiones de las autoridades y la sociedad civil, al no recibir información precisa y verídica de la situación en que se encuentran. Literatura previa ha demostrado que deficiencias en la información puede tener efectos nocivos en el comportamiento de los individuos, y que este fenómeno ha sido particularmente perjudicial en el contexto de la pandemia por Covid-19. En este sentido, es relevante entender los mecanismos detrás de los reportes de decesos, debido principalmente a que éstos muestran una gran heterogeneidad en el país. Este trabajo se centra en el Estado de México, uno de los estados del país con retrasos más grandes, y se argumenta que, aun al centrar la atención en este estado, la heterogeneidad de los retrasos persiste al nivel municipal. Si bien la variación entre municipios es clara, se pueden reconocer ciertos patrones, como retrasos muy altos en el suroeste y noreste del estado, y bajos en el sureste y el norte.

El trabajo estudia los retrasos en los reportes directamente desde los datos y mediante un modelo SIR, con el que se parametriza la evolución de la curva epidémica, y se contrastan los resultados obtenidos a partir de los decesos por fecha de reporte y por fecha de ocurrencia.

Los resultados obtenidos del modelo SIR denotan un claro impacto de los retrasos en los reportes de decesos en la forma en que se puede entender la curva epidémica. Ignorar los retrasos implica un aplanamiento más pronunciado del verdadero, y esto a su vez puede influir menores medidas de contingencia por parte de los individuos. No obstante, estos resultados no son robustos por ser muy sensibles a los datos con los que se ajusta el modelo. Es relevante la elección de la fecha de corte, al igual que el tipo de decesos usado, ya sea por fecha de ocurrencia o fecha de reporte. Estas elecciones afectan considerablemente las predicciones del modelo, lo cual les resta credibilidad.

El tema de los retrasos en los reportes de decesos en México aún tiene muchas preguntas abiertas. Por ejemplo, se ha planteado que éstos podrían estar relacionados con capacidad de estado. Otro aspecto de interés, particularmente en el caso del Estado de México, son las externalidades geográficas en las medidas de contención de la pandemia y las posibles ganancias de la coordinación entre gobiernos locales colindantes. Después de todo, hay una diferencia significativa en el número de casos y decesos en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México que colindan entre estos estados, en contraste con lo que reportan otros municipios, tanto de los mismos estados como del resto del país. Explorar estas preguntas ilustraría áreas de oportunidad en política pública para contener la propagación de la epidemia de una forma más eficiente.

Referencias

- Ahmed, A. (2020, May 8). *Hidden Toll: Mexico Ignores Wave of Coronavirus Deaths in Capital*. The New York Times. <https://www.nytimes.com/2020/05/08/world/americas/mexico-coronavirus-count.html>
- Baines, D., & Elliott, R. J. R. (2020). Defining misinformation, disinformation and malinformation: An urgent need for clarity during the COVID-19 infodemic. *Discussion Papers*, 1–23. <ftp://ftp.bham.ac.uk/pub/RePEc/pdf/20-06.pdf>
- Banerjee, A., Alsan, M., Breza, E., Chandrasekhar, A. G., Chowdhury, A., Duflo, E., Goldsmith-Pinkham, P., & Olken, B. A. (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. *Mimeo*, 0–37.
- Bassi, V., & Rasul, I. (2017). Persuasion: A case study of Papal influences on fertility-related beliefs and behavior. *American Economic Journal: Applied Economics*, 9(4), 250–302. <https://doi.org/10.1257/app.20150540>
- Bowles, J., Larreguy, H., & Liu, S. (2020). *Countering Misinformation Via WhatsApp: Evidence from the COVID-19 Pandemic in Zimbabwe*.
- Fernández-Villaverde, J. & Jones CI. (2020). *Estimating and Simulating a SIRD Model of COVID-19 for Many Countries, States and Cities*. NBER; 2020 May 7.
- Gutierrez, E., Rubli, A., & Tavares, T. (2020a). Delays in Death Reports and their Implications for Tracking the Evolution of COVID-19. *SSRN Electronic Journal*, 31. <https://ssrn.com/abstract=3645304>
- Gutierrez, E., Rubli, A., & Tavares, T. (2020b). Information and Behavioral Responses during a Pandemic: Evidence from Delays in COVID-19 Death Reports. In *SSRN Electronic Journal* (Issue July). <https://papers.ssrn.com/abstract=3645317> <https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm?abstractid=3645317>
- Hethcote, HW. *The mathematics of infectious diseases*. *SIAM Review*. 2000;42(4):599-653.
- Kermack, WO, McKendrick, AG. *A contribution to the mathematical theory of epidemics*. *Proceedings of the royal society of London. Series A, Containing papers of a mathematical and physical character*. 1927 Aug 1;115(772):700-21.
- Montes, J. (2020, May 8). Death Certificates Point to Much Higher Coronavirus Toll in Mexico. *The Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/death-certificates-point-to-much-higher-coronavirus-toll-in-mexico-11588957041>

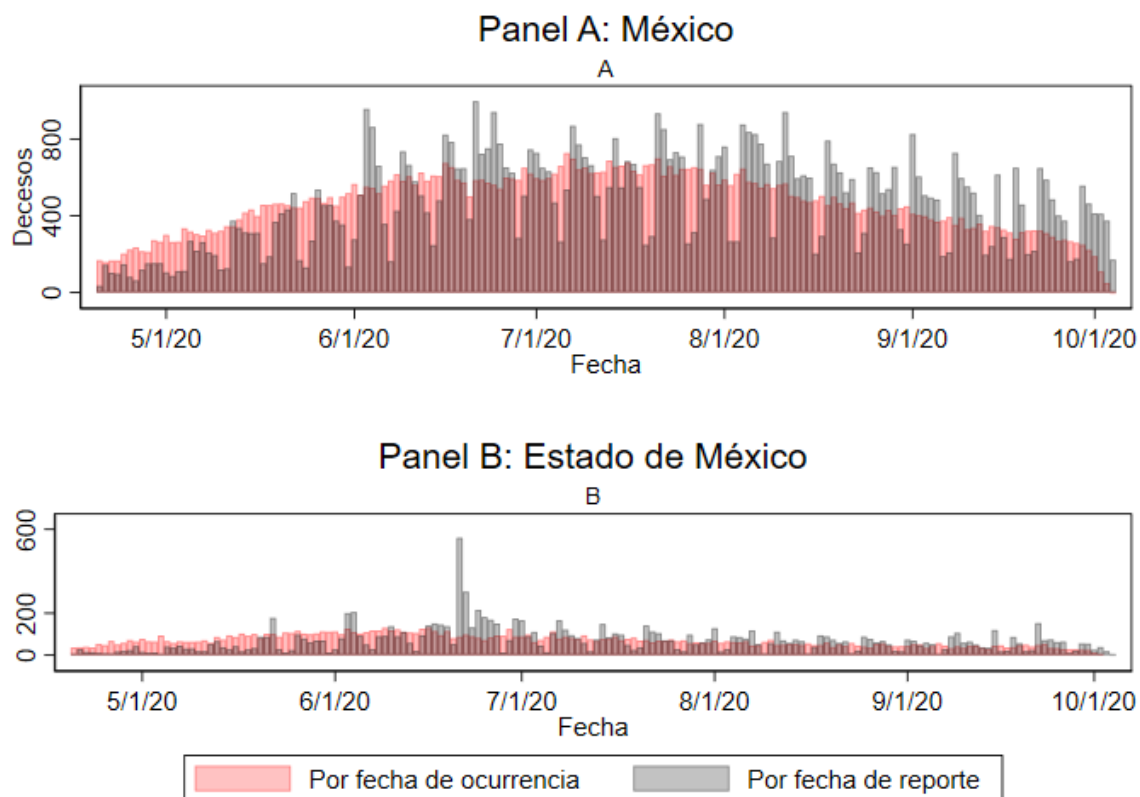
World Health Organization. (2009). Pandemic influenza preparedness and response: a WHO guidance document, (1). <https://doi.org/10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004>

World Health Organization. (2017). *Communicating Risk in Public Health Emergencies. A WHO guideline for emergency risk communication (ERC) policy and practice*. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259807/9789241550208-eng.pdf?sequence=2>

Zarocostas, J. (2020). How to fight an infodemic. *The Lancet (London, England)*, 395(10225), 676. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30461-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30461-X)

Anexo

Figura A1. Curvas epidémicas con periodicidad diaria en el país y en el Estado de México



Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud Pública al 4 de octubre de 2020.

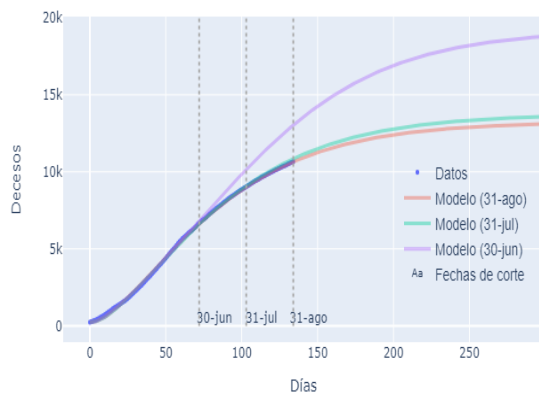
Figura A2. Decesos observados



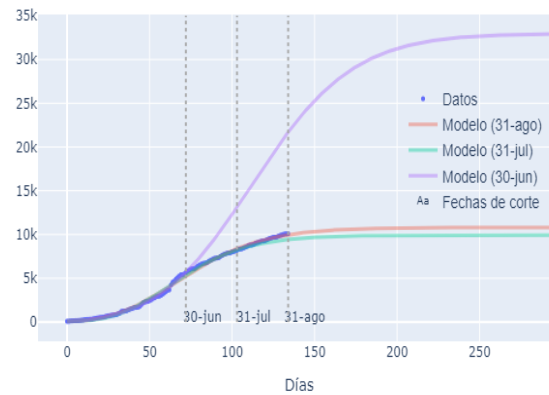
Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud Pública al 30 de septiembre de 2020.

Figura A3.

Datos y Modelos Ajustados - Decesos por Fecha de Ocurrencia



Datos y Modelos Ajustados - Decesos por Fecha de Reporte



Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud Pública al 30 de septiembre de 2020.