

## Credibilidad, ley de Benford y la política pública del SARS-CoV-2

Benjamín Oliva Vázquez\*

Javier Galán Figueroa\*\*

María del Rosario Coronel de Lucio\*\*\*

(Recibido: agosto, 2022/aceptado: noviembre, 2022)

### Resumen

Se evalúa la estrategia de política pública utilizada por el gobierno mexicano para reducir el número de contagios y fallecimientos por el SARS-CoV-2. Para ello, se revisa la literatura de la credibilidad y la ley de Benford con el objeto de mostrar que la estrategia empleada por la autoridad mexicana responsable fue discrecional y no creíble. Los resultados indican: primero, la estrategia empleada fue discrecional, por no cumplir con los principios de la credibilidad; y segundo, la información proporcionada por la autoridad presenta inconsistencias al no cumplirse la ley de Benford. Lo anterior permite explicar los altos niveles de contagio y de fallecimientos en el país.

*Palabras clave:* credibilidad, política económica, Ley de Benford, SARS-CoV-2.

*Clasificación JEL:* C81, L38, P48.

---

\* Profesor-investigador en la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México. <Correo: benjov@ciencias.unam.mx>.

\*\* Profesor-investigador en la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México. <Correo: galfija@unam.mx>.

\*\*\* Economista por la FES Acatlán de la Universidad Nacional Autónoma de México. <Correo: ross.coronel@gmail.com>.

## **Credibility, Benford's law, and the public policy of SARS-CoV-2)**

### **Abstract**

The public policy strategy used by the Mexican government to reduce the number of infections and deaths from SARS-CoV-2 is evaluated. To do this, the credibility literature and Benford's law are reviewed to show that the strategy used by the responsible Mexican authority was discretionary and not credible. The results indicate: first, the strategy used was discretionary, for not complying with the principles of credibility, and second, the information provided by the authority presents inconsistencies due to Benford's law is not fulfilled. This explains the high levels of contagion and deaths in the country.

*Keywords:* credibility, economic policy, Benford law, SARS-CoV-2

*Clasificación JEL:* C81, L38, P48.

### **1. Introducción**

El éxito de cualquier política pública-económica no solo recae en su planeación y ponerla en marcha, sino también, depende que tanto la sociedad cree y confía en la capacidad del gobierno para diseñar las estrategias que garanticen el bienestar de la población por encima de los intereses de partido o de grupo. Por consiguiente, cualquier autoridad que cuente con el voto de confianza de la sociedad podrá alcanzar sus metas de política en el tiempo planeado; ya que la población tiene la certeza que el gobierno actuará con apego a sus metas y no de manera discrecional.

Por otro lado, la crisis sanitaria provocada por el SARS-CoV-2 puso en jaque no solo a la actividad económica, sino también al sistema de salud de los países. Esta situación requirió el diseño de una estrategia pública para hacer frente a la crisis, cuya meta central consistió en reducir el número de contagios y de muertes de la población. Su éxito o fracaso dependió de la capacidad del gobierno en ejecutarla y de su credibilidad ante la población. De esta manera, el objetivo del presente trabajo consiste en evaluar la estrategia que siguió el gobierno mexicano durante la pandemia a fin de determinar si

la política que se puso en marcha cumplió con los principios de la credibilidad o se actuó con discrecionalidad.

Para ello, en la segunda sección se aborda la literatura de la credibilidad y sus aplicaciones en la economía para determinar los indicadores que serán utilizados para determinar si la estrategia que utilizó el gobierno mexicano fue exitosa y creíble. En la tercera sección se describe la ley de Benford como instrumento para evaluar si para un conjunto de datos presentan o no inconsistencias en su recopilación. La anterior metodología será empleada en la cuarta sección para verificar si los datos publicados por el gobierno mexicano de los casos infectados y muertes por la Covid-19 son inconsistentes. Esto permitirá mostrar, a través de la ley de Benford, si la estrategia de política pública empleada por el gobierno fue creíble o no. Por último, se presentan las conclusiones del trabajo.

## 2. Credibilidad de la política

Una política pública es considerada exitosa si cumple con las metas que fueron establecidas por el gobierno en el tiempo previsto y, además, se haya incurrido con el menor costo social. De acuerdo con Cakmakli y Demiralp (2020) el éxito de cualquier política pública radica en su eficiencia, efectividad y, sobre todo, qué tan creíble es para la sociedad. Autores como Ale-sina y Tabellini (1988), mencionan que toda política pública-económica que lleve a cabo cualquier gobierno deberá estar determinada por el proceso de identificación de aquellas variables que representan las preferencias de la sociedad, a fin de ser satisfecha mediante la optimización de la función de bienestar social correspondiente.

Después de haber definido las variables que maximizan la función de bienestar social, el gobierno deberá anunciar cuáles serán los objetivos de corto plazo, así como los instrumentos utilizados para alcanzar la meta de política pública-económica en el horizonte fijado por la autoridad (Agénor y Taylor, 1992; López, 2006 y Galán, 2014). De esta forma, la credibilidad de la política dependerá de la habilidad del gobierno para alcanzar sus metas con el costo social.

Asimismo, Persson (1988) menciona que las políticas públicas no son exógenas, sino endógenas, debido a que estas se encuentran definidas a partir de las expectativas de los individuos; esto a su vez conduce a que el comportamiento de los agentes se encuentre determinado por el anuncio de los objetivos y las metas que el gobierno se ha fijado alcanzar para un

determinado horizonte. A su vez, Cukierman y Meltzer (1986) resaltan la correcta transmisión de la información por parte del gobierno, ya que es un factor de gran significancia para dotar de credibilidad a cualquier política pública. Esto permitirá a los agentes estimar con el menor error si la autoridad cumplirá o no sus objetivos de corto plazo, así como sus metas de largo plazo.

De esta manera, si la política es creíble, entonces la autoridad podrá convencer a los agentes que la variable que ha sido definida como meta alcanzará su valor de convergencia en un determinado horizonte y se mantendrá en ese nivel. Además, si se desea que los agentes tengan confianza en la política pública-económica, entonces la autoridad debe priorizar los resultados obtenidos y en menor medida en el discurso. Para Blinder (2012) la credibilidad se construye mediante la confianza y comparando los hechos con las palabras. Es por ello, que las autoridades deben crear los mecanismos de comunicación necesarios para que el público en general conozca el tipo de política que se está implementando, así como sus posibles resultados.

Lo anterior hará que toda política goce de credibilidad, permitiendo que las autoridades se enfoquen en sus metas y menos en el discurso político. En este sentido, Schwartz y Galván (1999) y Galán e Ígüñez (2022) consideran a la credibilidad como el instrumento que permite separar los intereses de la sociedad de los grupos políticos. En caso contrario, ante la ausencia de credibilidad, cualquier política pública-económica fracasarán o se verán truncadas, debido a que el gobierno toma decisiones de manera discrecional y ha subordinado sus acciones con el propósito de obtener resultados que únicamente benefician al grupo político gobernante en las siguientes elecciones.

Ahora bien, para que toda política pública-económica sea creíble, la autoridad deberá seguir los siguientes pilares básicos de la credibilidad (Schwartz y Galván, 1999 y Josiel, 2017): *i*) compromisos, referentes al anuncio de una meta por parte de la autoridad para ser alcanzada en un determinado horizonte, además se deben determinar cuáles son las variables de tipo indicador que permitirán evaluar o medir el grado de compromiso del gobierno para alcanzar sus metas de política.

De acuerdo con la literatura, los compromisos deben estar sustentados en contratos, en donde se haga hincapié sobre las sanciones por su incumplimiento; *ii*) rendición de cuentas, el gobierno y sus funcionarios deben rendir cuentas sobre las acciones de política que se están implementado, así como de sus resultados, con la finalidad de hacerse responsables para asumir los costos jurídicos y políticos de sus decisiones; *iii*) reputación, el gobierno debe

cumplir con sus compromisos en los tiempos que ha fijado para alcanzarlos, esto a fin de que la sociedad pueda confiar o creer en sus estrategias de política; *iv*) transparencia, el gobierno debe informar de manera continua y constante sobre las acciones que se han tomado, esto permitirá que los ciudadanos estén informados sobre el avance de la política, así como de sus respectivos resultados.

A través del análisis de los pilares anteriores, es cómo la credibilidad se convierte en el indicador que permite conocer si la sociedad tiene confianza sobre las decisiones del gobierno. A pesar de ello, si los gobiernos deciden buscar alcanzar otras metas o incurrir en algún incumplimiento de sus compromisos, provocarán una pérdida de credibilidad acompañada de un elevado costo social, el cual puede ser medido a través de una reducción del bienestar de la sociedad. En la literatura, lo planteado anteriormente se le denomina inconsistencia dinámica y para evitarlo, los gobiernos deben guiarse por reglas de política, así como transparentar la toma de decisiones. Esto es con la finalidad de que la sociedad tenga la certeza que el gobierno se encuentra enfocado en alcanzar las metas que anunció y su grado de compromiso con las mismas.

A fin de determinar si las decisiones tomadas por la autoridad son creíbles por la sociedad. En la siguiente sección se emplean los principios de la credibilidad para describir cómo el gobierno mexicano puso en marcha su estrategia para hacer frente a la pandemia provocada por la enfermedad de la Covid-19.

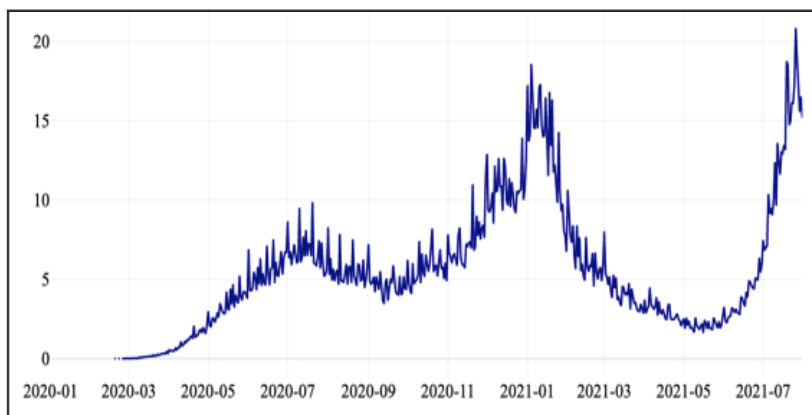
## ***2.1 El gobierno mexicano ante la pandemia***

El brote de la enfermedad Covid-19 causada por el virus SARS-CoV-2 fue notificada por primera vez a la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 31 de diciembre de 2019, luego de haberse dado a conocer el informe de un grupo de casos de “neumonía viral” en Wuhan, capital de la provincia de la República Popular China (OMS, 2020a y 2020b). Su acelerada propagación obligó a los gobiernos a poner en marcha el confinamiento de la población con el objetivo de reducir el número de contagios y de fallecimientos a nivel mundial, mientras era desarrollada las vacunas contra el virus SARS-CoV-2 (Galán y Martínez, 2021).

Por su parte, en la República Mexicana, la Secretaría de Salud (SSa) anunció el primer caso de Covid-19 el 28 de febrero de 2020 en la Ciudad de México

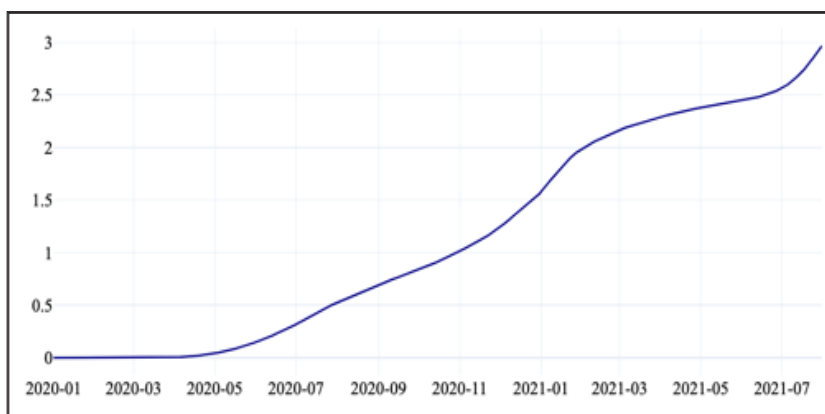
(Suárez, Quezada, Ruíz y Ronquillo, 2020). Con este anuncio, marcó el inicio de la fase 1 de la enfermedad en México, en la cual, los primeros casos confirmados eran importados provenientes de China e Italia. De acuerdo con las gráficas de la 1 a la 4, la propagación exponencial del virus por la República Mexicana se debió a una política laxa de prevención desde que el gobierno tuvo conocimiento del virus.

Gráfica 1  
Casos confirmados por fecha de síntomas (miles)



Fuente: elaboración propia con información de Datos Abiertos de Bases Históricas, SSA.

Gráfica 2  
Casos confirmados acumulados por fecha de síntomas (miles)



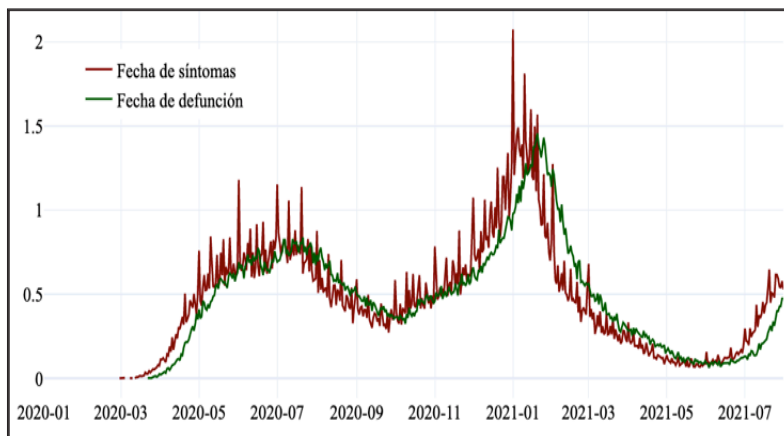
Fuente: elaboración propia con información de Datos Abiertos de Bases Históricas, SSA.

El mismo día que se dio a conocer el primer caso por la Covid-19, el subsecretario de la Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud de la SSa, Hugo López Gatell Ramírez (2020) declaró que la propagación del virus era algo que no se podía contener, sin embargo, no significaba que no se pudiera mitigar hasta el grado de eliminarlo. De esta manera, el 30 de marzo de 2020, se anunció la fase 2 de la pandemia y junto con ella la estrategia de Emergencia Sanitaria del gobierno mexicano para mitigar la dispersión y transmisión del virus mediante la suspensión de las actividades consideradas no esenciales, además del confinamiento de la población (SSa, 2020a). De acuerdo con el subsecretario, lo anterior tuvo como finalidad, reducir el número de casos, sus complicaciones y fallecimientos de las personas infectadas por Covid-19 (SSa, 2020b).

Sin embargo, ante el desconocimiento sobre las características de esta nueva enfermedad, así como su comportamiento, los contagios y muertes se multiplicaron por todo el país (Suárez *et al.*, 2020). Ante esta expansión exponencial, la SSa (2020a) anunció el 21 de abril la fase 3 de la pandemia, la cual consistió en ampliar la fase 2 hasta el 30 de mayo. Lo anterior se aprecia en las gráficas 1 y 2, que muestra el comportamiento diario y acumulado del número de personas infectadas a partir del mes de enero de 2020 hasta finales de julio de 2021.

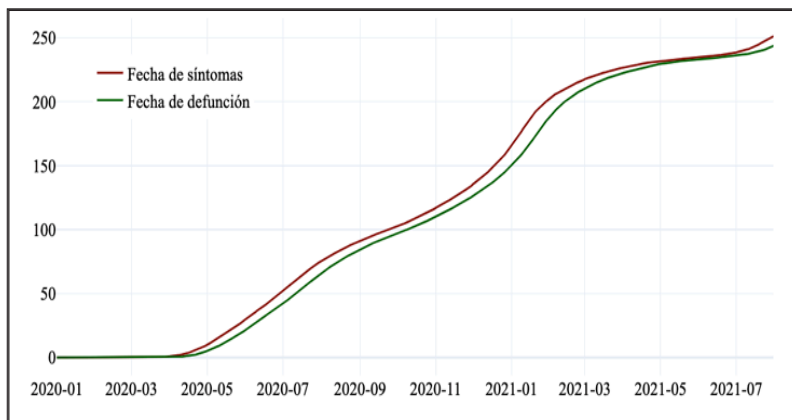
Por su parte, el registro de las defunciones diarias y acumuladas se muestran en las gráficas 3 y 4, respectivamente. Con base en la trayectoria de los contagios y fallecimientos observados en las gráficas anteriores, se evidencia que la estrategia implementada por las autoridades de salud mexicana fue insuficiente incluso incorrecta, ya que no se pudo contener la propagación de la enfermedad, al contrario, se incrementaron tanto los contagios como los fallecimientos. Para Sánchez (2021), la política laxa o deficiente que llevó a cabo por parte del gobierno condujo a México ubicarse entre uno de los países con el mayor número de enfermos y muertes a nivel global.

Gráfica 3  
Defunciones por fecha de síntomas y por defunción (miles)



Fuente: elaboración propia con información de Datos Abiertos de Bases Históricas, SSa.

Gráfica 4  
Defunciones acumuladas por fecha de síntomas y por defunción (miles)



Fuente: elaboración propia con información de Datos Abiertos de Bases Históricas, SSa.

De acuerdo con el estudio de la Universidad de California en San Francisco (UCSF, 2021) titulado *La respuesta de México al Covid-19: Estudio de caso*, el manejo de la estrategia seguida por el gobierno durante la crisis pandémica consistió en minimizar la gravedad del virus, así como errores de ejecución de la política de salud. De ahí el por qué se destaca en el informe que en México se pudo evitar alrededor de 190 mil muertes durante 2020. Lo anterior explica por qué al cierre del 2020, según datos de la SSa (2021), el número de fallecimientos por la



Covid-19 representó el 65.1% (214,323) del total de exceso de muertes (329,317).

Para explicar lo anterior, se utiliza la línea del tiempo presentada en el Diagrama 1, la cual fue construida a partir de los comunicados de la SSa. Además, se recurre al marco teórico de la credibilidad que fue revisada en el apartado anterior, con la finalidad de mostrar si es creíble o no la política de salud que implementó el gobierno mexicano durante la pandemia. Lo anterior se establece a partir de la consideración siguiente: si una política es no creíble, entonces es ineficiente e inefectiva (no óptima), debido a su elevado costo en términos sociales.

Diagrama 1



Fuente: elaboración propia.

De esta manera, se toma como insumo el marco teórico de la credibilidad y la línea del tiempo del diagrama 1, permitiendo clasificar en los siguientes cuatro componentes la estrategia del gobierno federal: *i)* meta de política: la cual consiste en mitigar la dispersión y transmisión del virus mediante el aplanamiento de la curva del número de contagios y de fallecimientos a un nivel constante; *ii)* objetivos de política: establecer como fecha umbral el número máximo de 60 mil fallecimientos; *iii)* variables indicadoras: semáforo epidemiológico, saturación de los hospitales Covid-19, número de contagios confirmados, número de contagios no confirmados y el número de fallecimientos; y *iv)* instrumentos de política según el grado de prioridad por parte de la autoridad: sana distancia, higiene personal, limpieza del espacio físico, quédate en casa, cubrebocas y pruebas covid.

A continuación, se utilizan los siguientes indicadores para determinar qué tan creíble fue la política de salud que utilizó el gobierno federal para gestionar la crisis de la pandemia por Covid-19: *i)* movilidad; *ii)* ocupación de camas en hospitales covid; y *iii)* ley de Benford para evaluar si hay o no inconsistencias en las cifras reportadas por la SSa sobre el número de contagios y de fallecimientos debido a la enfermedad, este último aspecto se analizará con más detalle en la sección siguiente. Para el caso de la movilidad, la SSa a través de la fase 3 de la pandemia puso en marcha el mecanismo de suspensión de las actividades consideradas no esenciales, cierre de escuelas y universidades, distanciamiento social y el confinamiento de las personas. Dichas medidas, tuvieron como objetivo reducir la movilidad de las personas para disminuir la transmisión de la enfermedad y por tanto su mitigación.

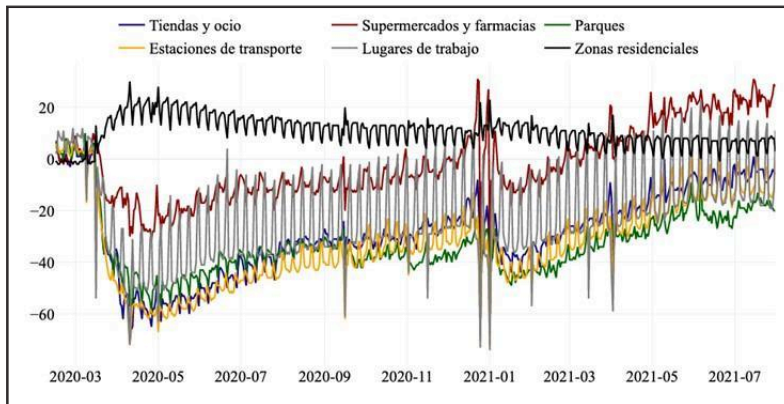
El comportamiento de esta variable se muestra en la gráfica 5, en donde se utilizaron los registros diarios de movilidad de Google<sup>1</sup> de las zonas residenciales, tiendas y ocio, estaciones de transporte, supermercados y farmacias, lugares de trabajo y los parques para el periodo comprendido de febrero de 2020 hasta julio de 2021. De acuerdo con la gráfica 5, la movilidad se redujo hasta el mes de mayo de 2020, después de esta fecha las personas dejaron el confinamiento y comenzaron a salir a las calles. Esto favoreció un incremento acelerado de la transmisión de la enfermedad, específicamente en los meses de diciembre de 2020 y enero de 2021 (véase gráficas 1 a la 4 para mayores detalles).

---

<sup>1</sup> Información disponible en Internet: <https://github.com/GoogleCloudPlatform/covid-19-open-data> y <https://www.google.com/covid19/mobility/>.

Este comportamiento por parte de las personas puede ser explicado debido a una incorrecta gestión de la crisis de la pandemia que se vio reflejada en una baja o nula transparencia, así como a los fallos de los comunicados de la autoridad sanitaria. En los estudios de Cukierman y Meltzer (1986), Persson (1987), Blinder (2012), UCSF (2021), Cakmakli y Demralp (2020) y Galán e Íñiguez (2022) cualquier política pública será no creíble si esta no cumple con las expectativas de las personas, ya que se considera no confiable. Por lo tanto, la población no solo relajó las medidas de distanciamiento social sino también, dejó de responder a las indicaciones de las autoridades mexicanas, ya que estas no generaban confianza. Para Erdely (2021), lo anterior se debió a los fallos de comunicación y a la estrategia que se puso en marcha, ya que esta solo buscó generar una falsa sensación de seguridad sobre las personas.

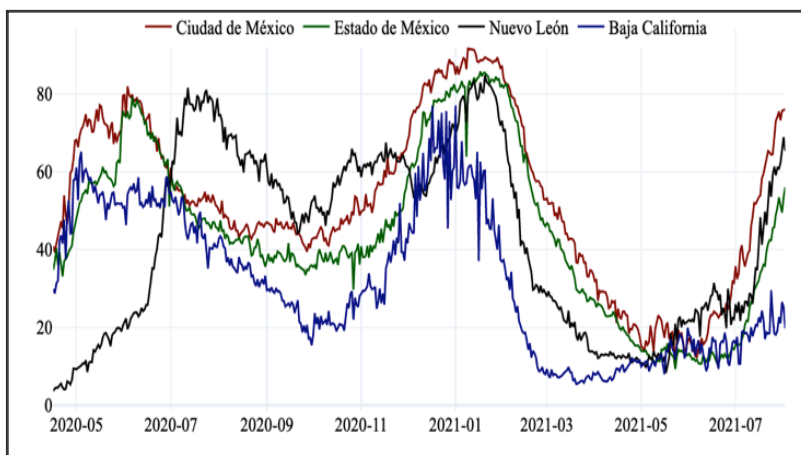
Gráfica 5  
Cambio porcentual en la movilidad diaria en México



Fuente: elaboración propia con información de Google (2021).

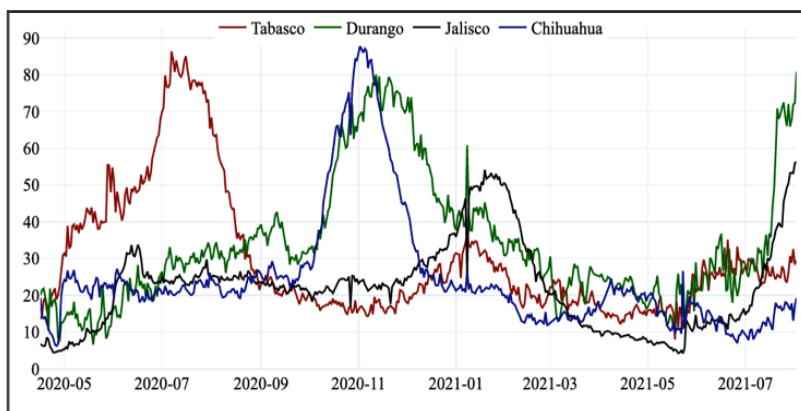
Con respecto a la ocupación de camas en los hospitales covid, en las gráficas 6, 7 y 8, se aprecia, durante las tres olas de la pandemia (véase tabla 2 para mayor detalle del periodo comprendido en cada ola) se presentó una saturación promedio de más del 80%; otro aspecto importante a destacar es que los estados que cuentan con ciudades de alta densidad poblacional fueron las entidades que registraron una mayor tasa de ocupación hospitalaria. Las gráficas también dejan ver que la pandemia afectó a los estados con diferente intensidad como consecuencia de una mala coordinación entre las autoridades federales de salud con sus pares de los gobiernos estatales.

Gráfica 6  
Ocupación de camas: Estados con mayor incidencia  
(porcentaje)



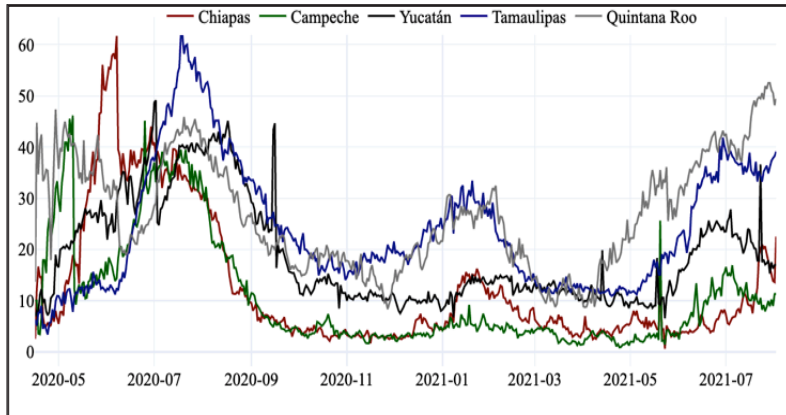
Fuente: elaboración propia con información del Sistema de Información de la Red IRAG, SSa.

Gráfica 7  
Ocupación de camas: Estados con incidencia moderada  
(porcentaje)



Fuente: elaboración propia con información del Sistema de Información de la Red IRAG, SSa.

Gráfica 8  
Ocupación de camas: Estados con menor incidencia de la pandemia  
(porcentaje)



Fuente: elaboración propia con información del Sistema de Información de la Red IRAG, Ssa.

En relación con esto último, el estudio de la UCSF (2021) señala, ante un desordenado sistema de salud a nivel nacional con bajo nivel de gasto en medicamentos e infraestructura en salud, puso en evidencia la falta de coordinación o entendimiento entre el gobierno federal y estatal, además, las decisiones no se sometieron a una supervisión por expertos; incluso en el mismo estudio se indica que el Consejo de Salubridad General (CSG) fue ignorado para desarrollar sus funciones.<sup>2</sup>

### 3. Ley de Benford: consideraciones generales

Existen múltiples aplicaciones y/o ejemplos en los que se ha hecho uso de la Ley de Benford. Algunos de ellos van desde los análisis sobre las declaraciones de impuestos, los resultados del Censo de Población de 2000 en Estados Unidos y hasta las revisiones de datos de flujos financieros y de cuentas por

<sup>2</sup> De acuerdo con la página web del CSG, este tiene como fin, "identificar los asuntos prioritarios de salubridad general -incluyendo crisis y epidemias-, convocar intersectorialmente a su análisis y generación de alternativas de política, lograr decisiones de Estado sobre ellas, instrumentar ágilmente acuerdos, disposiciones y prácticas que las impulsen, establecer el marco de monitoreo y evaluación de estas y dar seguimiento a los responsables de su ejecución".

pagar (Nigrini, 2015). En la literatura destacan aplicaciones en procesos de recuentos de votos, donde los dígitos también pueden ayudar a diagnosticar algunos tipos de fraude electoral (Mebane, 2015).

En temas económicos existen algunos ejemplos relacionados con la calidad de los datos estadísticos. En el caso particular del Pacto de Estabilidad y Crecimiento, se ha observado que los países del euro tienen incentivos para manipular sus estadísticas macroeconómicas. De acuerdo con el estudio realizado por Rauch, Götttsche, Brähler y Engel (2015) se reporta una desviación significativa de la Ley de Benford de la distribución de los primeros dígitos de las estadísticas financieras griegas. Los resultados del estudio indican que, en contraste con los datos financieros, los datos de las estadísticas sociales griegas se ajustan bien a la Ley de Benford.

La posible explicación para este resultado es que existen menos incentivos para la manipulación de este tipo de información. Otro ejemplo en economía se ubica en el análisis que realizó Todter (2009) quien tomó una muestra de aproximadamente 100 artículos de investigación en los que se reportan resultados a través de regresiones. En este análisis, Todter exploró el potencial de la ley de Benford como indicador de fraude en la economía empírica y encontró que una proporción sorprendentemente grande de primeros dígitos, pero no de segundos dígitos, contradicen la Ley de Benford. Las conclusiones del artículo son relevantes puesto que en economía es inusual y notoriamente difícil replicar la investigación empírica. Por lo tanto, verificar las desviaciones de la Ley de Benford es una ruta simple para descubrir los primeros indicios de anomalías, manipulaciones, falsificaciones y en general inconsistencias en los resultados de análisis basados en regresiones.

Finalmente, en el campo de la epidemiología se ubica el trabajo de Lee, *et al.* (2020), una aplicación reciente de la Ley de Benford que analiza las tasas de crecimiento de las infecciones de la Covid-19, con el objeto de comparar situaciones en las que los gobiernos pudieron “aplanar la curva” de propagación de la enfermedad con aquellas en las que la curva podría mostrar un crecimiento exponencial. De acuerdo con este análisis, todos los países considerados han luchado agresivamente contra la epidemia. De los países analizados por Lee, *et al.* (2020),<sup>3</sup> excepto Japón, muestran un comportamiento que cumple con la Ley de Benford. Este resultado indica

---

<sup>3</sup> El análisis incluyó a Estados Unidos, China, Corea del Sur, Japón, Reino Unido, España, Italia, Alemania, Países Bajos y Suecia.

que las tasas de crecimiento de Covid-19 estaban cerca de una tendencia exponencial. Las aplicaciones señalan que las pruebas que son realizadas a través de la Ley de Benford no proporcionan evidencia concluyente, pero pueden ayudar a identificar aquellas situaciones que necesitan una inspección más cercana y así complementar los mecanismos de control que ya existen.

### 3.1. *Formulación general*

La motivación del trabajo de Frank Benford (1938) que dio origen a la conocida Ley de Benford se remite a una característica observable en las tablas de logaritmos,<sup>4</sup> donde se refirió a las páginas que contienen los logaritmos de los números que contienen números pequeños como 1 y 2 además solían estar “más maltratadas” por su uso que aquellas que contienen números como 8 o 9. Benford estudió la distribución de los primeros dígitos de 20 conjuntos de datos, incluidos ríos, áreas, poblaciones, constantes físicas, sucesiones matemáticas, resultados deportivos, etc., y determinó muchas de las observaciones clave en la aplicación de la Ley de Benford.

Una de las más importantes aplicaciones en los diversos estudios es que, si bien los conjuntos de datos individuales la pueden no cumplir, dado que la combinación de muchos conjuntos de datos diferentes conduce a una nueva secuencia de números cuyo comportamiento suele estar más cerca de la Ley de Benford (Miller, 2015).

La idea central de esta ley se puede presentar a través del siguiente enunciado. Se dice que un conjunto de números satisface la Ley de Benford para el primer dígito o dígito inicial si la probabilidad de observar el primer dígito  $d_1$  es aproximadamente igual a:

$$Prob(D_1 = d_1) = \log_{10} \left( \frac{d_1 + 1}{d_1} \right) \quad (1)$$

donde  $d_1 = 1, 2, 3, \dots, 9$ .

A esta ley también se le conoce como el fenómeno del primer dígito. Otra forma de decirlo es que la Ley de Benford es la observación de que, en muchas colecciones de números, ya sean tablas matemáticas, datos de fenómenos reales o combinaciones de estos; los primeros dígitos no están distribuidos

<sup>4</sup> Frank Benford no fue el primero en observar el sesgo de dígitos que se enuncia en la ley. La historia comienza con el astrónomo y matemático Simon Newcomb, quien observó este comportamiento más de 50 años antes (Miller, 2015).

uniformemente, por el contrario, están muy sesgados hacia los dígitos más pequeños (Berger y Hill, 2015).

De acuerdo con Todter (2009), la Ley de Benford se puede extender para determinar la probabilidad condicional del segundo dígito  $d_2$  la cual está dada por:

$$Prob(D_2 = d_2 | D_1 = d_1) = \log_{10} \left( 1 + \frac{1}{10d_1 + d_2} \right) \tag{2}$$

donde  $d_1=1,2,3,\dots,9$  y  $d_2=0,1,2,3,\dots,9$ .

La probabilidad incondicional del segundo dígito  $d_2$  se obtiene sumando las probabilidades condicionales para los primeros dígitos. En la tabla 1 muestra la distribución de probabilidad para un conjunto de números, cuyo primer dígito es de 1 a 9, mientras el segundo dígito es de 0 a 9. En las columnas finales se reportan los valores esperados y las desviaciones estándar de los respectivos dígitos.

Tabla 1  
Distribución de probabilidad del primer y segundo dígitos

d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E(d)	Sd(d)
Prob(d_1)	n.a.	0.301	0.176	0.125	0.097	0.079	0.067	0.058	0.051	0.046	3.440	2.461
Prob(d_2)	0.120	0.114	0.109	0.104	0.100	0.097	0.093	0.090	0.088	0.085	4.187	2.873

Fuente: retomado de Todter (2009) y Koch y Okamura (2020).

Con la tabla 1 permite ilustrar la distribución de probabilidad de ocurrencia del primer y segundo dígitos de acuerdo con la Ley de Benford. En donde el caso del primer dígito, la distribución de probabilidad tiene una forma parecida a una función del tipo exponencial. De esta forma, al considerar una cifra cualquiera el número 1 aparecería como primer dígito con una probabilidad de 30.1%, el 2 con una probabilidad del 17.6% y así sucesivamente hasta que el 9 aparecería con una probabilidad de 4.6%. Por su parte, la distribución de probabilidad del segundo dígito es más parecida a una función del tipo uniforme. Así, el segundo dígito en una cifra dada el 0 aparecería con una probabilidad del 12%, el 1 con una probabilidad de 11.4% y así sucesivamente hasta el 9 que aparecería con una probabilidad del 8.5%.

Una expresión más completa de las ecuaciones (1) y (2) resulta de redefinirla en la ecuación (3), en donde se determina la distribución conjunta



para todos los dígitos decimales y para cada entero positivo  $m$  (Berger y Hill, 2015).

$$Prob[(D_1, D_2, \dots, D_m) = (d_1, d_2, \dots, d_m)] = \log_{10} \left[ 1 + (\sum_{j=1}^m 10^{m-j} d_j)^{-1} \right] \quad (3)$$

La ecuación (3) será cierta para todas las  $m$ -tuplas  $(d_1, d_2, \dots, d_m)$ , donde  $d_1 \in \{1, 2, \dots, 9\}$ ,  $\forall j \geq 2, d_j \in \{0, 1, 2, \dots, 9\}$  y  $D_2, D_3, D_4, \dots$ , representan el segundo, tercer, cuarto, etc., dígito decimal. A manera de ejemplo, la ecuación (3) aplicada al número 314 daría como resultado la siguiente probabilidad de ocurrencia:

$$Prob[(D_1, D_2, D_3) = (3, 1, 4)] = \log_{10} \frac{315}{314} = 0.001380$$

En un entorno de análisis de datos, es importante evaluar de antemano si se espera que los datos se ajusten a la Ley de Benford, para ello cualquier conjunto de datos deben ser: *i*) Representativos al tamaño de los hechos o a los eventos (Nigrini, 2015). Por ejemplo, los datos de las poblaciones de ciudades, valores de mercado de las empresas en las principales bolsas de valores, los ingresos de estas empresas o los volúmenes de ventas diarios, entre otros; *ii*) El conjunto de datos no debe estar basado en los valores mínimos o máximos del fenómeno, por ejemplo, un mínimo podría ocurrir cuando el conjunto de datos contiene comisiones de corredores de bolsa. En estos casos suele ser común que el valor más frecuente sea el de la comisión mínima, digamos \$50. Así, una tabla de datos de estas comisiones para un mes tendría un exceso del primer dígito 5 y el segundo dígito 0; y *iii*) El conjunto de datos no debe representar números utilizados como números de identificación o etiquetas. Por ejemplo, datos como números de seguro social, números de cuentas bancarias, claves de municipios, números de matrículas de automóviles, números de vuelos o números de teléfono. Estos números tienen patrones de dígitos que tienen algún significado para las personas que desarrollaron la secuencia.

### 3.3 Prueba y validación estadística

La Ley de Benford se evalúa mediante una estadística basada en las desviaciones de los valores predichos por Benford y la frecuencia observada en los dígitos. Este tipo de pruebas no suele considerarse como una prueba

concluyente de la mala calidad de la información, ya que podría deberse a cambios estructurales en el conjunto de datos. En cambio, una desviación significativa de los datos observados puede considerarse como un indicio de que se necesita una inspección más detallada y más pruebas sobre los datos (Rauch, *et al.* 2015). La prueba para el primer y segundo dígitos empleada en este trabajo está basada en una prueba Chi-cuadrado de Pearson con 8 grados de libertad y de 9 grados de libertad, respectivamente. Esta prueba la podemos enunciar como el contraste de la siguiente hipótesis para el primer dígito como:

$$H_o: h_1 = p_1, h_2 = p_2, \dots, h_9 = p_9$$

$$H_a: No H_o$$

y para el segundo dígito como:

$$H_o: h_0 = p_0, h_1 = p_1, h_2 = p_2, \dots, h_9 = p_9$$

$$H_a: No H_o$$

donde  $h_i$ , son las frecuencias relativas observadas y  $p_i$  son los valores predichos por la Ley de Benford o las probabilidades bajo la hipótesis nula. La prueba busca mostrar si la suma de las desviaciones cuadradas entre las frecuencias relativas observadas ( $h_i$ ) y las probabilidades bajo la hipótesis nula ( $p_i$ ) son significativamente diferentes de cero. De esta manera, en la expresión (4) el estadístico de prueba para el primer dígito se denota por el tamaño de la muestra por  $N$ .

$$\chi_{d_1}^2 = N \sum_{i=1}^9 \frac{(h_i - p_i)^2}{p_i} \tag{4}$$

Por su parte, para el segundo dígito estará dada por la expresión (5):

$$\chi_{d_2}^2 = N \sum_{i=0}^9 \frac{(h_i - p_i)^2}{p_i} \tag{5}$$

#### 4. Análisis empírico para el caso de la pandemia por la Covid-19

En esta sección se utiliza la prueba de la Ley de Benford descrita en la sección anterior para el primer y segundo dígitos. Con el objeto de analizar diferentes escenarios observados a lo largo de la pandemia, nuestros resultados se reportan considerando tres olas de la pandemia, las cuales corresponden con distintos periodos inicio de crecimiento y de disminución de casos asociados

con las tres series: casos confirmados, defunciones según fecha de inicio de síntomas y defunciones según fecha de muerte, así como sus respectivas series de casos y defunciones acumulados.

La tabla 2 muestra el periodo considerado en cada una de las series y para las tres olas observadas para el periodo de estudio que comprende de enero de 2020 a julio de 2021. Nuestra observación sobre la evolución de la pandemia nos permitió identificar en que olas los casos confirmados y defunciones no comparten los mismos periodos.

Tabla 2  
Periodos de estudio en cada una de las tres olas de la pandemia

Serie	Primera ola	Segunda ola	Tercera ola
Casos confirmados	del 01/01/20 al 14/09/2020	del 15/09/20 al 14/05/2021	del 15/05/2021 al 31/07/2021
Defunciones según fecha de inicio de síntomas	del 01/01/20 al 28/09/2020	del 29/09/20 al 28/05/2021	del 29/05/2021 al 31/07/2021
Defunciones según fecha de muerte	del 01/01/20 al 11/10/2020	del 12/10/20 al 14/06/2021	del 15/06/2021 al 31/07/2021

Fuente: elaboración propia con información de Datos Abiertos de Bases Históricas, SSa.

A partir de la tabla 2, se aplicó la prueba de la Ley de Benford a cada una de las series considerando cuatro escenarios: la totalidad de la pandemia y sus tres olas. Las tablas 3 y 4 muestran las estadísticas Chi Cuadrado para el primer y segundo dígito, respectivamente. Los valores críticos para ambos casos son 15.51 y 16.92, considerando un  $\alpha=0.05$  respectivamente. La prueba se llevó a cabo considerando las series en su evolución diaria de casos y defunciones, así como para las series de casos y defunciones acumuladas.

De acuerdo con la tabla 3, existen indicios de que para el total de la pandemia la Ley de Benford para el primer dígito no se cumple. Visto por cada una de las olas definidas, la prueba muestra que los resultados son consistentes para las primera y segunda olas. En cambio, en el caso de la tercera ola, los resultados sugieren que no es posible rechazar la hipótesis nula de que el primer dígito de las series cumple con la Ley de Benford, con excepción de las series diarias de defunciones.

Tabla 3  
Prueba Chi Cuadrado para el primer dígito

Muestra	Serie	Estadística $X^2_{df}$	p-Value
Toda la pandemia	Evolución diaria de casos confirmados	85.9671	0.000
	Casos confirmados acumulados	202.5932	0.000
	Evoluciones acumuladas según fecha de inicio de síntomas	88.0794	0.000
	Defunciones acumuladas según fecha de inicio de síntomas	222.9996	0.000
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de muerte	97.8166	0.000
	Defunciones acumuladas según fecha de muerte	117.213	0.000
Primera ola	Evolución diaria de casos confirmados	96.1088	0.000
	Casos confirmados acumulados	31.367	0.001
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de inicio de síntomas	117.3868	0.000
	Defunciones acumuladas según fecha de inicio de síntomas	79.021	0.001
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de muerte	174.9687	0.000
	Defunciones acumuladas según fecha de muerte	91.3835	0.044
Segunda ola	Evolución diaria de casos confirmados	36.8017	0.000
	Casos confirmados acumulados	95.2304	0.003
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de inicio de síntomas	22.2856	0.000
	Defunciones acumuladas según fecha de inicio de síntomas	93.4584	0.000
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de muerte	34.5929	0.000
	Defunciones acumuladas según fecha de muerte	96.7711	0.000
Tercera ola	Evolución diaria de casos confirmados	11.712	0.1645
	Casos confirmados acumulados	2.9457	0.9377
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de inicio de síntomas	9.4098	0.3089
	Defunciones acumuladas según fecha de inicio de síntomas	4.8090	0.7777
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de muerte	21.2743	0.0065
	Defunciones acumuladas según fecha de muerte	3.6603	0.8864

Fuente: elaboración propia con información de Datos Abiertos de Bases Históricas, SSa.

Los resultados indican una situación diferente para el caso del segundo dígito. La tabla 4 muestra que, en la mayoría de los casos, no es posible rechazar la hipótesis nula de que el segundo dígito de las cifras cumple con la Ley de Benford. Esto con independencia de si se considera el total de la pandemia o si se analizan los resultados para cada una de las olas definidas previamente. Así, consideramos que los resultados del análisis de la Ley de Benford en las estadísticas de Covid-19 son mixtos.

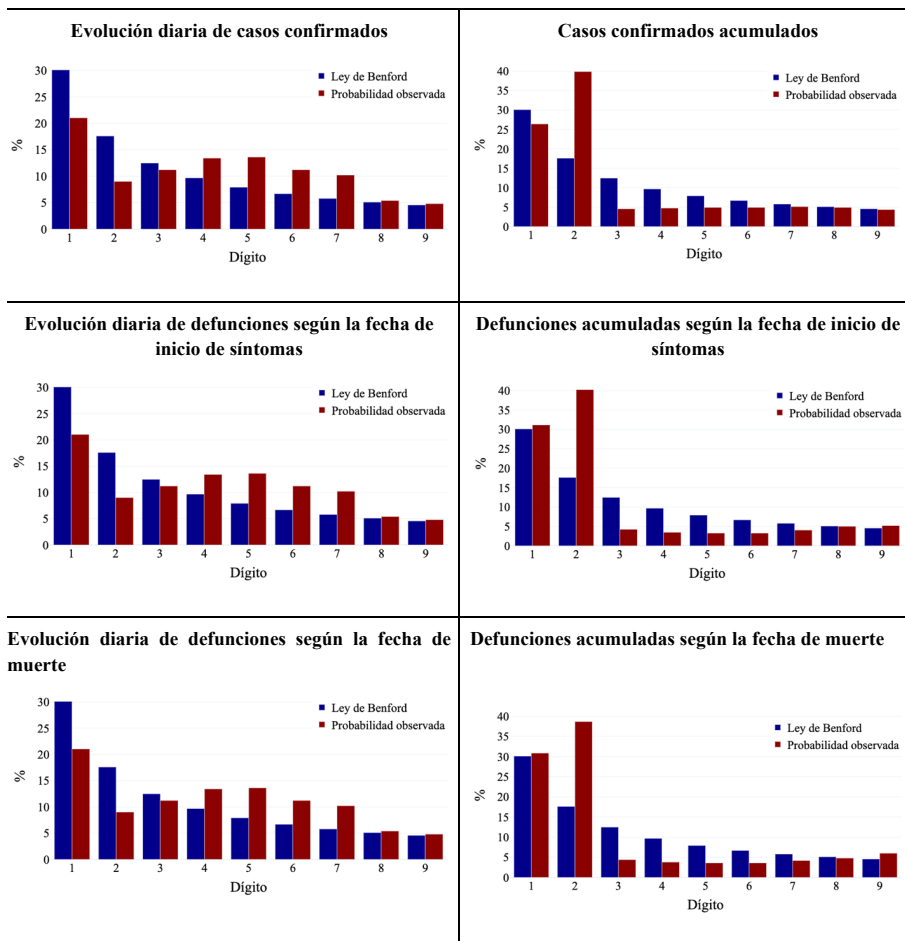
Tabla 4  
Prueba Chi Cuadrado para el segundo dígito

Muestra	Serie	Estadística $\chi^2_{d2}$	p-Value
Toda la pandemia	Evolución diaria de casos confirmados	7.9362	0.5406
	Casos confirmados acumulados	22.7107	0.0068
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de inicio de síntomas	14.6495	0.1010
	Defunciones acumuladas según fecha de inicio de síntomas	129.9407	0.0000
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de muerte	7.1237	0.6242
	Defunciones acumuladas según fecha de muerte	190.8199	0.0000
Primera ola	Evolución diaria de casos confirmados	4.2866	0.8916
	Casos confirmados acumulados	3.4529	0.9436
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de inicio de síntomas	9.0403	0.4336
	Defunciones acumuladas según fecha de inicio de síntomas	4.2769	0.8923
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de muerte	6.1804	0.7217
	Defunciones acumuladas según fecha de muerte	2.3837	0.9838
Segunda ola	Evolución diaria de casos confirmados	10.277	0.3285
	Casos confirmados acumulados	41.9467	0.0000
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de inicio de síntomas	9.871	0.3610
	Defunciones acumuladas según fecha de inicio de síntomas	77.0631	0.0000
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de muerte	6.2222	0.7175
	Defunciones acumuladas según fecha de muerte	86.4351	0.0000
Tercera ola	Evolución diaria de casos confirmados	11.4006	0.2492
	Casos confirmados acumulados	2.4071	0.9833
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de síntomas	15.6406	0.0748
	Defunciones acumuladas según fecha de inicio de síntomas	3.0866	0.9608
	Evolución diaria de las defunciones según fecha de muerte	9.1624	0.4224
	Defunciones acumuladas según fecha de muerte	8.0127	0.5329

Fuente: elaboración propia con información de Datos Abiertos de Bases Históricas, SSa.

Para ilustrar los resultados previamente comentados, las tablas 5 a 8 muestran las gráficas de la distribución teórica de la Ley de Benford y las distribuciones observadas del primer dígito para las series evaluadas correspondientes al total de la pandemia, y la primera, segunda y tercera olas, respectivamente. Desde esta óptica, es posible visualizar el resultado previamente descrito: cómo los datos de la tercera ola se ajustan mejor a la distribución propuesta por Benford.

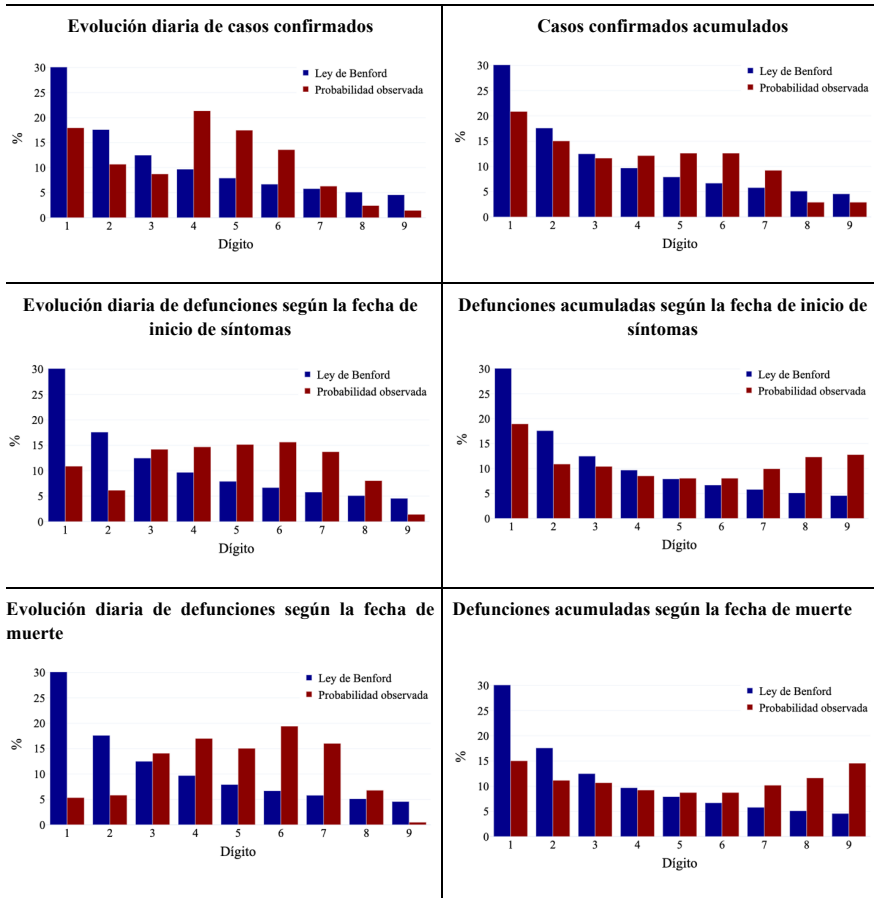
Tabla 5  
 Probabilidad para el primer dígito durante toda la pandemia



Fuente: elaboración propia con información de Datos Abiertos de Bases Históricas, SSA.

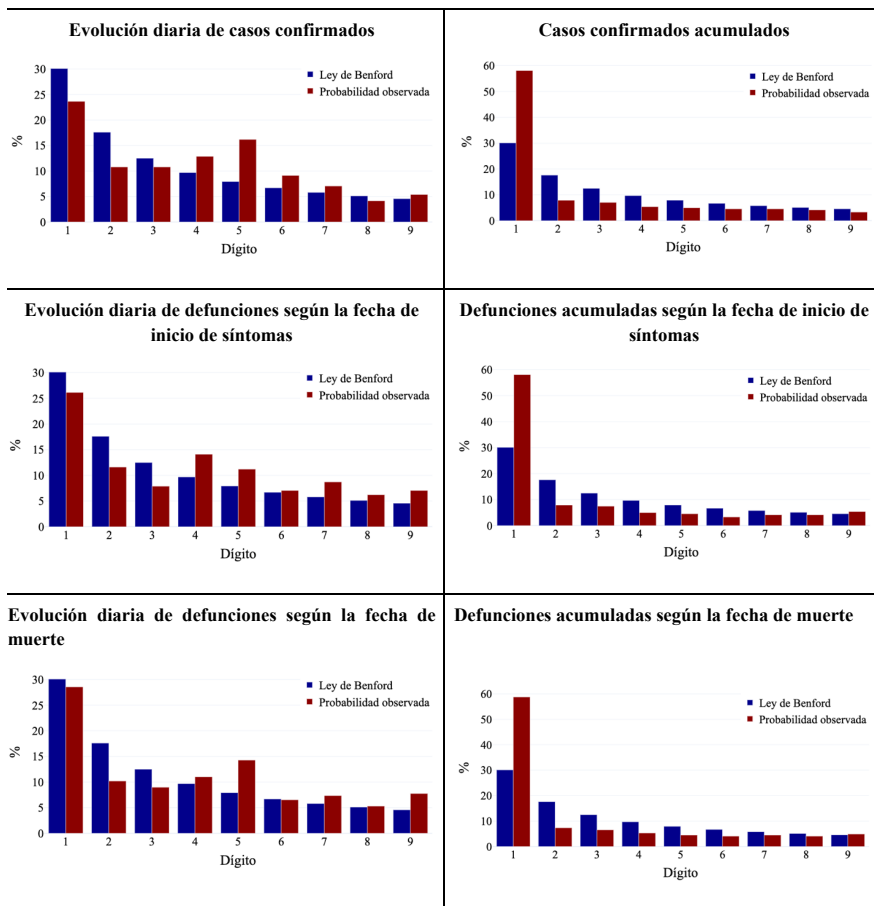
Los resultados están en línea con el planteamiento de Lee, *et al.* (2020), en el cual exploran la posibilidad de que sólo las curvas epidemiológicas que sean más próximas a crecimientos exponenciales cumplirán con la Ley de Benford. Así, los autores afirman que si los gobiernos logran aplanar la curva (realizar exitosamente intervenciones en el número de contagios), es posible que los datos de casos confirmados rompan la Ley de Benford, ya que en estos casos el crecimiento de la curva epidemiológica no será del tipo exponencial.

Tabla 6  
 Probabilidad para el primer dígito durante la primera ola



Fuente: elaboración propia con información de Datos Abiertos de Bases Históricas, Ssa.

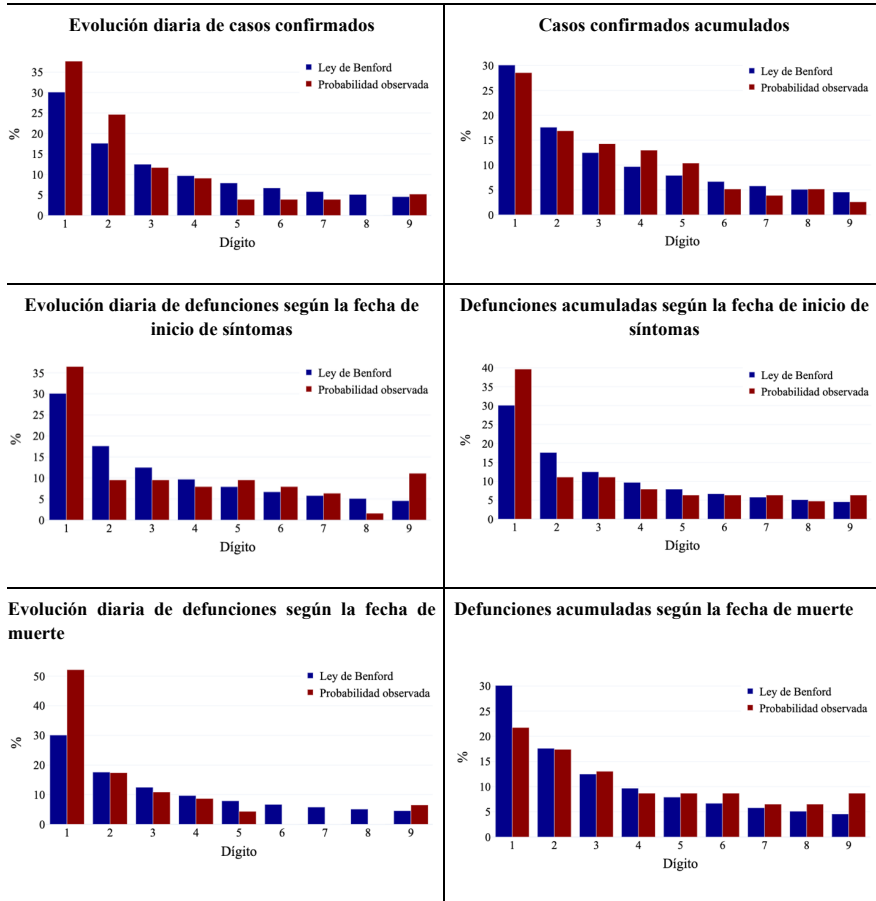
Tabla 7  
 Probabilidad para el primer dígito durante la segunda ola



Fuente: elaboración propia con información de Datos Abiertos de Bases Históricas, SSA.



Tabla 8  
 Probabilidad para el primer dígito durante la tercera ola



Fuente: elaboración propia con información de Datos Abiertos de Bases Históricas, SSa.

No obstante, dada la información que se expuso en la sección 2, los resultados también pueden significar que la calidad de la información es mala, por lo que los datos disponibles y utilizados en este análisis no captura el número real de casos y defunciones ocurridas a causa de la Covid-19. Dado los resultados, se puede proponer que la tercera ola sea un reflejo más completo de la evolución de la pandemia en México, ya que en ese punto el gobierno dejó de hacer intervenciones para el control de esta, por lo que los casos y defunciones fueron recolectados sin intervención que impidiera la recolección natural de los datos.

Cabe destacar que, en el caso de la evolución total de las muertes, así como de las muertes acumuladas, la literatura no muestra evidencia de que durante una pandemia estas deban seguir una distribución del tipo exponencial, ya que esto depende de la letalidad de la enfermedad y no del contagio por sí mismo. Sin embargo, nuestros resultados son similares, ya sea que se considere al número de casos o al número de defunciones. Más aún, se observa que durante la tercera ola la Ley de Benford se cumple con mayor claridad, por lo que hay un crecimiento exponencial de las defunciones. Así, los resultados muestran que en esta tercera ola no ha habido intervención del Estado para reducir el número de contagios, ya que la estrategia cambió hacia la vacunación sin ningún tipo de restricción para la movilidad y las actividades económicas.

## 5. Conclusiones

Cualquier autoridad que cuente con la confianza de la sociedad podrá alcanzar sus metas de política pública-económica en el tiempo planeado; ya que la población tiene la certeza que el gobierno actuará con apego a sus metas y no de manera discrecional. Así, la credibilidad se convierte en el indicador que permite conocer si la sociedad tiene confianza sobre las decisiones del gobierno. El enfoque de la credibilidad es aplicable para cualquier política pública-económica con el fin de identificar si la autoridad o institución que tenga en su poder la responsabilidad de tomar decisiones, sus actos son completamente creíbles o no por parte de la sociedad en general.

La crisis sanitaria provocada por el SARS-CoV-2 requirió el diseño de una estrategia pública, cuya meta central consistió en reducir el número de contagios y de muertes de la población. Por lo que su éxito o fracaso dependió de la capacidad del gobierno en ejecutarla y de su credibilidad ante la población.

La trayectoria de los contagios y fallecimientos observados en México, los cuales son excesivos, evidencia que la estrategia implementada por las autoridades de salud fue deficiente e incorrecta, ya que no se pudo contener la propagación de la enfermedad, al contrario, se incrementaron tanto los contagios como los fallecimientos, a tal grado de considerar a México entre uno de los países con el mayor número de enfermos y muertes a nivel global. Así, el manejo de la crisis pandémica consistió en minimizar la gravedad del virus e incurrir en errores de ejecución de la política de salud.

Para analizar qué tan creíble fue la política de salud que utilizó el gobierno federal para gestionar la crisis de la pandemia por Covid-19 analizamos: *i*) movilidad; *ii*) ocupación de camas en hospitales covid; y *iii*) la Ley de Benford para evaluar si hay o no inconsistencias en las cifras reportadas por la SSA sobre el número de contagios y de fallecimientos debido a la enfermedad.

En el caso de la movilidad, la SSA puso en marcha medidas que tuvieron como objetivo reducir la movilidad de las personas para disminuir la transmisión de la enfermedad. Sin embargo, de acuerdo con la información disponible, la movilidad se redujo sólo en algunos momentos de 2020, pero durante la segunda mitad del mismo año las personas dejaron el confinamiento y comenzaron a salir a las calles. Esto favoreció un incremento acelerado de la transmisión de la enfermedad. Este comportamiento puede ser explicado, en parte, por una incorrecta gestión de la crisis de la pandemia que se vio reflejada en una baja o nula transparencia, así como a los fallos en la comunicación por parte de la autoridad sanitaria, ya que esta solo buscó generar una falsa sensación de seguridad sobre las personas.

Con respecto a la ocupación de camas en los hospitales Covid, durante las tres olas de la pandemia identificadas y en general en toda la pandemia se observó una saturación promedio de más del 80%, junto con estados en los que se observó diferente intensidad como consecuencia de una mala coordinación entre las autoridades federales de salud con sus pares de los gobiernos estatales y que las decisiones no se sometieron a una supervisión por expertos, como el CSG.

A través de la Ley de Benford se analizó el número de casos y defunciones por causa de la Covid-19. De acuerdo con nuestros resultados, existen indicios de que para el total de la pandemia la Ley de Benford para el primer dígito no se cumple. Visto por cada una de las olas definidas, la prueba muestra los mismos resultados las primera y segunda olas. En cambio, en el caso de la tercera ola, nuestros resultados sugieren que las series cumplen en general con la Ley de Benford.

En el caso del segundo dígito, en la mayoría de los casos, no es posible rechazar que el segundo dígito de las cifras cumple con la Ley de Benford. Esto con independencia de si se considera el total de la pandemia o si se analizan los resultados para cada una de las olas definidas previamente. Los resultados se pueden interpretar como indicios de una posible intervención de los gobiernos en el proceso de recolección y reporte de los casos, así como las defunciones por causa de la Covid-19.

## Referencias

- Agénor, P. R. & M. Taylor (1992). "Testing for credibility effects", *IMF Staff papers*, 39(3), pp. 545-571. Doi: <https://doi.org/10.2307/3867473>.
- Allesina, A. & G. Tabellini (1998). "Credibility and politics", *European Economic Review*, 32(2-3), pp. 542-550. Doi: [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(88\)90201-2](https://doi.org/10.1016/0014-2921(88)90201-2).
- Cakmakli, C. & S. Demiralp (2020). "A dynamic evaluation of central bank credibility", *Koc University-TUSIAD Economic Research Forum, Working Papers No. 2015*. <http://hdl.handle.net/10419/242999>.
- Benford, F. (1938). "The law of anomalous numbers", *Proceedings of the American Philosophical Society*, 78(4), pp. 551-572.
- Berger, A. & T. P. Hill (2015). "A short introduction to the mathematical theory of Benford's law". En S. J. Miller, *Benford's Law: Theory and Applications*, pp. 23-67. Princeton: Princeton University Press.
- Blinder, A. (2012). "Central Bank independence and credibility during and after a crisis", *Griswold Center for Economic Policy Studies Working Paper No. 229*.
- Cukierman, A. & A. Meltzer (1986). "The credibility of monetary announcements", en M. Neumann (Ed.), *Monetary policy and uncertainty*, pp. 39-67. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- Galán, J. (2014). "El enfoque de las reglas fiscales ante la discrecionalidad de la política pública", *Economía Informa*, 388, 50-93. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0185-0849\(14\)71350-7](https://doi.org/10.1016/S0185-0849(14)71350-7).
- Galán, J. y L. Martínez (2021). "Efecto contagio de la primera ola del SARS-CoV-2 sobre los mercados bursátiles de las economías del G20", *Panorama Económico*, 17(35), 77-99. Doi: <https://doi.org/10.29201/peipn.v17i35.95>.
- Galán, J. y A. J. Íñiguez (2022). "Gobernanza institucional. El contrapeso de la cuarta transformación", en Vargas y Contreras (coords.) México: *Políticas públicas e instituciones perspectivas ante la administración 2019-2024* (61-104), UAM-Cuajimalpa, México.
- Gobierno Federal (2020). Anuncia gobierno federal inicio de fase 2 de la epidemia de COVID-19. Obtenido de <https://presidente.gob.mx/anuncia-gobierno-federal-inicio-de-fase-2-de-la-epidemia-de-covid-19/Google>. (2021). *GoogleCloud-Platform / covid-19-open-data*. Obtenido de <https://github.com/GoogleCloud-Platform/covid-19-open-data>.
- INEGI (2021). Censo de Población y Vivienda 2020. Obtenido de [https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Datos\\_abiertos](https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Datos_abiertos).
- Joseil, E. (2017). "Principios básicos para un buen gobierno del banco central: Implicaciones para la conducción de la política monetaria", *Economía y Política*, 4(1), 125-162. Doi: 10.15691/07194714.2017.004.

- Koch, C., & K. Okamura (2020). "Benford's Law and COVID-19 reporting". *Economics Letters*, 196, pp.1-4. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2020.109573>.
- Lee, K.-B.; S. Han & Y. Jeong (2020). "COVID-19, flattening the curve, and Benford's law". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 559(1), pp. 1-12. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.125090>.
- López, C. A. (2006). "Equilibrio de reputación y credibilidad: una modelación simple", *Economía Informa*, 341, pp. 81-94.
- López-Gatell, H. (2020). "Versión estenográfica de la conferencia de prensa matutina, viernes 28 de febrero de 2020", Gobierno de México, Obtenido de <https://www.gob.mx/presidencia/es/articulos/version-estenografica-de-la-conferencia-de-prensa-matutina-viernes-28-de-febrero-de-2020?idiom=es>.
- Mebane, W. R. (2015). "Can vote counts' digits and Benford's law diagnose elections?". En S. J. Miller, *Benford's Law: Theory and Applications*, pp. 212-222. Princeton University Press.
- Miller, S. J. (2015). "A quick introduction to Benford's law". En S. J. Miller, *Benford's Law: Theory and Applications*, pp. 3-22. Princeton University Press.
- Nigrini, M. (2015). "Detecting fraud and errors using Benford's law". En S. J. Miller, *Benford's Law: Theory and Applications*, pp. 191-211. Princeton University Press.
- OMS (2020a). Coronavirus disease (COVID-19). Obtenido de <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>.
- \_\_\_ (2020b). COVID-19: cronología de la actuación de la OMS. Obtenido de <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline-covid-19>.
- Persson, T. (1988). "Credibility of macroeconomic policy: an introduction and a broad survey", *European Economic Review*, 32(2-3), pp. 519-532. Doi: [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(88\)90199-7](https://doi.org/10.1016/0014-2921(88)90199-7).
- Rauch, B.; M. Göttische; G. Brähler & S. Engel (2015). "Measuring the quality of european statistics". En S. J. Miller, *Benford's Law: Theory and Applications*, pp. 235-256. Princeton University Press.
- Sánchez, L. (2021). "México está entre los países con mayor exceso de mortalidad en el mundo durante la pandemia COVID", *Animal Político*. Obtenido de <https://www.animalpolitico.com/elsabueso/mexico-paises-con-mas-exceso-de-mortalidad-en-el-mundo-durante-la-pandemia-de-covid/>.
- Schwartz, R. & S. Galván (1999). "Teoría económica y credibilidad en la política monetaria", Banco de México, *Documento de Investigación*, No. 9901.
- SSa (2020a). Inicia la fase 3 por COVID-19. Obtenido de <https://www.gob.mx/salud/galerias/inicia-la-fase-3-por-covid-19>.

- SSa (2020b). Medidas de Seguridad Sanitaria. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/544332/CPM\\_Medidas\\_de\\_Seguridad\\_Sanitaria\\_31mar20.pdf.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/544332/CPM_Medidas_de_Seguridad_Sanitaria_31mar20.pdf.pdf).
- \_\_\_ (2020c). Datos Abiertos Bases Históricas. Dirección General de Epidemiología. Obtenido de <https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-bases-historicas-direccion-general-de-epidemiologia?idiom=es>
- \_\_\_ (2021). Semáforo exceso de mortalidad en México. Obtenido de <https://coronavirus.gob.mx/exceso-de-mortalidad-en-mexico/>.
- \_\_\_ (2022). Sistema de Información de la Red IRAG. Obtenido de <https://www.gits.igg.unam.mx/red-irag-dashboard/reviewHome#>.
- Suárez, V.; M. S. Quezada; S. O. Ruiz & E. Ronquillo (2020). “Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020”, *Revista Clínica Española*, pp. 463-471. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.05.007>.
- Todter, K. H. (2009). “Benford’s law as an indicator of fraud in economics”, *German Economic Review*, 10(3), pp. 339–351. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0475.2009.00475.x>.
- UCSF (2021). La respuesta de México al COVID-19: Estudio de caso, Institute for Global Health Sciences. Obtenido de [https://globalhealthsciences.ucsf.edu/sites/globalhealthsciences.ucsf.edu/files/la\\_respuesta\\_de\\_mexico\\_al\\_covid\\_esp.pdf](https://globalhealthsciences.ucsf.edu/sites/globalhealthsciences.ucsf.edu/files/la_respuesta_de_mexico_al_covid_esp.pdf).