

---

# Comportamiento del $R_0$ de la COVID-19 en el Estado de México durante 2020

Hinojosa-Rodríguez Mauricio R., Anaya-López Luis, Torres-Meza Víctor M., Frías-Badillo Juan C.

Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades.

## Resumen

El virus SARS-CoV-2, que provoca la COVID-19 tomó no solo a México sino al mundo por sorpresa cuando comenzó a afectar a la población de Wuhan, China, en noviembre de 2019.

En nuestro país fue hasta el 28 de febrero de 2020, cuando autoridades mexicanas reportaron la detección del primer caso de COVID-19; sin embargo, el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de México ya había comenzado a reportar a las autoridades internacionales desde el día 5 de enero de 2020, durante ese período no hubo casos y para el 20 y 23 de marzo del mismo año, se implementaron intervenciones gubernamentales para los estados de la República. En ese período, el número de casos creció de 664 a 899.

Con las intervenciones implementadas, los casos continuaron creciendo hasta el 08 de junio de 2020, de acuerdo con información de la Dirección General de Epidemiología (DGE), cuando México registró el mayor número de casos 28,244 (Gráfica 1). Ese pico se le conoció como la primera ola en la que no se había levantado ninguna restricción hubo una segunda ola que inició el 12 de octubre con 95,080 casos confirmados acumulados (Gráfica 2), hasta llegar al pico el día 11 de enero de 2021 con 169,147 casos confirmados acumulados.

La Secretaría de Salud Federal comenzó a reportar el comportamiento del Número de Reproducción a mediados del mes de mayo por lo que el Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades del Estado de México, (CEVECE), analizó los diferentes modelos matemáticos para poder llevar a cabo el cálculo en las diferentes zonas del Estado de México y fue así como se ha realizado el análisis de su comportamiento a partir del mes de junio del 2020.

**Palabras Clave:** Vigilancia Epidemiológica, Número de Reproducción, intervenciones.

## Summary

The SARS-CoV-2 virus, which causes COVID-19, took Mexico and the world by surprise when it began to affect the population of Wuhan, China, in November 2019.

In our country it was until February 28, 2020, when Mexican authorities reported the detection of the first case of COVID-19; However, the Epidemiological Surveillance System of Mexico had already begun reporting to international authorities since January 5, 2020, during that period there were no cases, but between March 20 and 23 of the same year, government interventions were implemented in the states of the Republic, in that period, the number of cases grew from 664 to 899.

With the interventions implemented, the cases continued to grow until June 08, 2020, according to General Directorate of Epidemiology (DGE), by its acronym in Spanish; when Mexico registered the highest number of cases (28,244), that peak was known as the first wave in which no restrictions had been lifted. There was a second wave, that began on October 12 with 95,080 cases that reached its peak on January 11 2021 with 169,147 accumulated confirmed cases.

The Federal Ministry of Health began to report the behavior of the Reproduction Number in mid-May, so Epidemiological Surveillance and Disease Control Center of the State of Mexico, (CEVECE), started to analyze the different mathematical models to be able to carry out the calculation in the different areas of the State of México and that is how the analysis of their behavior since June 2020.

**Key words:** Epidemiologic Surveillance, reproduction number, interventions.

---

## Antecedente

Hoy en día, sabemos sobre la efectividad de las máscaras para reducir la dispersión del virus; que el período de contagio comienza antes que el periodo de inicio de síntomas e incluso que un porcentaje considerable de la población contagiada no mostrará síntomas mientras padezca la enfermedad.

Expertos en Salud Pública y Epidemiólogos, utilizan el  $R_0$  (el número de reproducción) para describir la intensidad de una enfermedad infecciosa. Las estimaciones de  $R_0$  han sido una

parte importante para describir las pandemias de enfermedades infecciosas ya que cada una de ellas varía, por ejemplo: el  $R_0$  del sarampión oscila entre 12 a 18, de la gripe estacional es de entre 0.9 a 2.1, de la poliomielitis y de la viruela de entre 5 a 7 y del SARS-CoV-2 se ha estimado entre 1.5 a 3.5.<sup>1</sup>





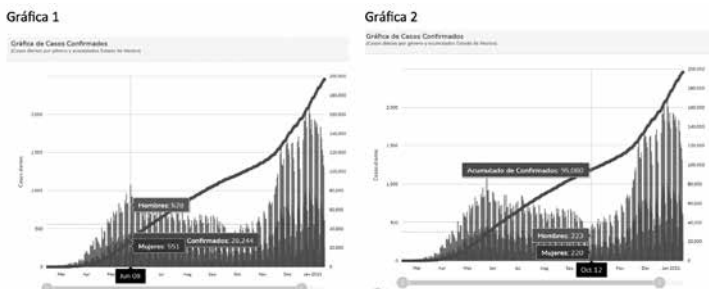
El propósito de este artículo no es conocer un modelo específico para determinar la velocidad de transmisión de la enfermedad ( $R_0$ ) sino su comportamiento durante el año 2020 en el Estado de México.

Por eso debemos recordar que, al inicio de la infección, cuando toda la población es susceptible, el número promedio de infecciones que una persona contagiada pudo enfermar tendrá un número básico de reproducción alto ( $R_0$ ), por sí sola esta medida es insuficiente en la dinámica de las enfermedades infecciosas en las poblaciones; no obstante, su estimación es útil para entender la velocidad transmisión.

Regularmente, los Sistemas de Vigilancia Epidemiológica, deberían poder generar estimadores representativos de la población o incluso tener cobertura poblacional completa por eso es importante conocer sus alcances para que sus objetivos sean claros para las y los profesionales de la salud.

En Vigilancia Epidemiológica se analiza la transmisión comunitaria; un elemento importante son los diferentes escenarios de transmisión que son muy variados a nivel internacional e incluso a nivel local y la vigilancia deberá adecuarse a cada situación. Cuando se utiliza un buen sistema de vigilancia de forma temprana, será más efectivo y se podrá tener una respuesta efectiva para el control en una pandemia e incluso tener la posibilidad de cortar cadenas de transmisión, conociendo los riesgos y cómo prevenirlos como los factores que pueden acelerar los contagios de acuerdo con el caso de la COVID-19.<sup>2</sup>

La velocidad de contagio o transmisión está estrechamente ligada al porcentaje más alejado del valor de “cero”, es decir, mientras un valor se encuentre más alejado de ese valor, más rápido se está teniendo contagios en ese día, lo que significa que 14 días antes, cualquiera de todos los factores que representan un riesgo de contagio, se relajaron y por esa razón se ve reflejado ese valor mayor en ese día en específico.



Fuente: Datos abiertos COVID-19. Secretaría de Salud. Tablero CONACYT

Autoridades Federales de la Secretaría de Salud, decidieron establecer una política pública conocida como “Sana Distancia” con el fin de contener la pandemia, sin embargo esto no cumplió con el objetivo de romper las cadenas de transmisión, por lo que la segunda ola llegó a afectar a todo el país y se requerirían mayores esfuerzos para reducir la transmisión y controlar los brotes aplicando dinámicas tempranas en otros estados de la República<sup>3</sup>

Por otro lado, en el Periódico Oficial conocido como Gaceta de Gobierno del Estado de México, del 23 de marzo del 2020 el Gobernador de Estado de México, Alfredo del Mazo Maza, anunció el reforzamiento de medidas preventivas, de aislamiento

y sana distancia con la finalidad de frenar el aumento de casos confirmados por COVID-19.

Las medidas que se establecieron fueron:

- El cierre de los centros de desarrollo infantil, guarderías, casas de día del adulto mayor, y otros sitios de concurrencia de personas como museos, bibliotecas, teatros, gimnasios, centros comerciales y recreativos.
- No podrían permanecer abiertos zoológicos, salones de fiestas, bares y centros nocturnos. Sólo se les permitió la apertura a comercios cuyo giro estuviera relacionado con la venta de medicamentos o alimentos, para lo cual exhortó a los empresarios a promover y mantener el empleo de la población que dependían de la cadena de suministro de artículos de primera necesidad.
- Se invitó a la población a permanecer en sus casas, además de contar con un plan operativo en materia de compras de comida y de medicina, en el que el salir de casa dependiera de un integrante de la familia.
- Cualquier comercio cuyo giro no estuviera relacionado con la venta de medicamentos o alimentos, no tendría motivo ni permiso de mantenerse abierto al público.
- Solamente los comercios del ramo médico o de alimentos, estuvieron autorizados para permanecer abiertos.
- Los restaurantes solamente pudieron vender alimentos con entrega en el mismo local o a domicilio.
- Se exhortó a la comunidad mexicana para consumir en comercios locales con el fin de mantener en funcionamiento sus economías.<sup>4</sup>

## Metodología

Primeramente se calculó el Número Básico de Reproducción o  $R_0$  para conocer la velocidad de transmisión de la enfermedad COVID-19 en el Estado de México y en cada una de las regiones; este modelo matemático se considera sencillo pero eficaz para explicar la velocidad de transmisión del SARS-nCoV-2 en una población.

Se utilizó la información de la Base de Datos abiertos proporcionada por la Secretaría de Salud Federal de todo el año 2020 de su página oficial. La metodología utilizada para determinar el  $R_0$  es la misma que se utilizó en el artículo: “La densidad de población de los principales municipios del Estado de México, contribuye a una rápida transmisión de la COVID-19”.<sup>5</sup>

Adicionalmente, a partir de los datos obtenidos, se realizó el análisis para corroborar dónde se encontraron los picos de la pandemia a nivel estatal durante el 2020 de los casos confirmados por mes, para posteriormente construir el  $R_0$  a nivel estatal de forma mensual (abril a diciembre de 2020), lo que nos diría si existe un comportamiento similar con los mismos picos y fluctuaciones en ambos casos. Posteriormente, se realizó el análisis de cada una de las zonas del Estado de México (Casos Confirmados y  $R_0$  del Valle de México, Valle de Toluca, Zona Norte y Zona Sur), se utilizó el programa Excel para el manejo de la información.

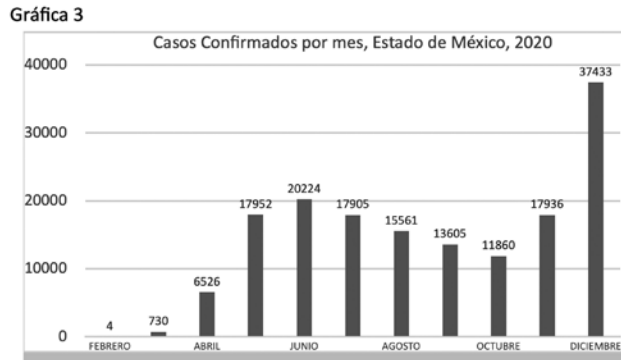
## Resultados

En el Estado de México, con los datos de la Base de Datos abiertos COVID-19 de la Secretaría de Salud, se trabajaron 4 Regiones: Valle de México integrada por 59 Municipios principalmente





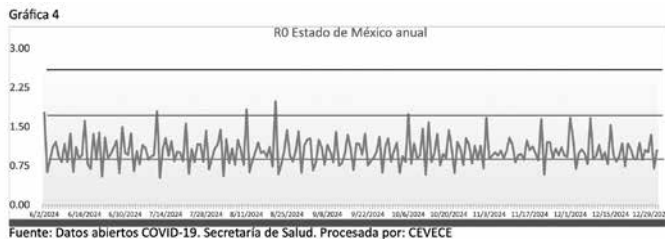
conurbados a la Ciudad de México, el Valle de Toluca por 22 municipios, la Zona Norte 16 municipios y la Zona Sur por 28 municipios. Los casos confirmados en el Estado de México por mes se muestran en la siguiente Gráfica:



Fuente: Datos abiertos COVID-19. Secretaría de Salud. Procesada por: CEVECE

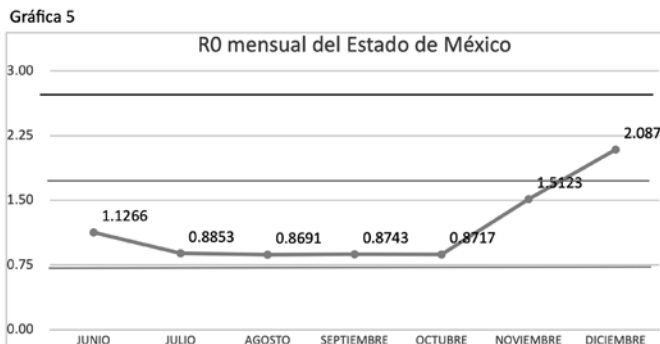
Al graficar el  $R_0$  anual del Estado de México (Gráfica 4), es posible apreciar un comportamiento mayormente suavizado con respecto a los casos confirmados que muestran las gráficas 1 y 2 de la Dirección General de Epidemiología para la entidad, reflejando las dos olas de 2020 posible resultado de la relajación de las medidas de prevención que tanto se han difundido a nivel nacional y estatal, en varios medios de comunicación.

Desde que el Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades (CEVECE) inició el cálculo del  $R_0$  para el Estado de México en cada una de sus cuatro Regiones, se ha realizado de forma semanal lo que ha dejado ver que existe una mayor variación en los valores que registra su  $R_0$ .



Fuente: Datos abiertos COVID-19. Secretaría de Salud. Procesada por: CEVECE

La Gráfica 4, muestra los valores diarios de su  $R_0$  durante 2020 (junio 1 a diciembre 31), pero no existen valores mayores a 2, por tal razón se hace necesario el análisis a nivel región para conocer en detalle su comportamiento; el promedio de  $R_0$  del Estado de México anual fue de 1.02.



Fuente: Datos abiertos COVID-19. Secretaría de Salud. Procesada por: CEVECE

La gráfica muestra un pico en el mes de diciembre como sucede con los casos confirmados; para este caso ( $R_0$ ) es el posible resultado de no tomar las medidas de prevención como la sana distancia 14 días antes, a pesar de ello, en nuestra entidad la velocidad de transmisión no llegó a pasar el límite de 3 puntos y su promedio fue de 1.17

En la federación, se describió el comportamiento del  $R_0$  (velocidad de transmisión de la COVID-19 a nivel nacional), a partir del mes de mayo del 2020, y en el Estado de México, el Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades (CEVECE), lo comenzó a calcular a partir del mes de junio de 2020.

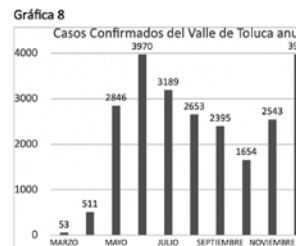
Se aplicó la metodología antes expuesta, y se pudo comprobar que la velocidad de transmisión de la COVID-19 en el Estado de México durante el año 2020 fue muy variada ya que a pesar del confinamiento no todas las personas respetaron las medidas de prevención, lo que significó un gran problema para el control de la pandemia.



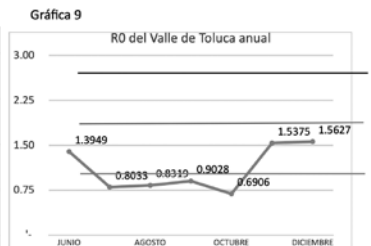
Fuente: Datos abiertos COVID-19. Secretaría de Salud. Procesada por: CEVECE



Si tomamos en cuenta que desde junio de 2020 se ha estado realizando en el CEVECE el cálculo de la velocidad de transmisión del SARS-CoV-2, se puede apreciar el mismo comportamiento en esta región, ya que está estrechamente ligado a la movilidad de la población y a la aplicación efectiva de las medidas de prevención, el promedio del  $R_0$  fue de 1.19 de forma anual en la Zona del Valle de México.

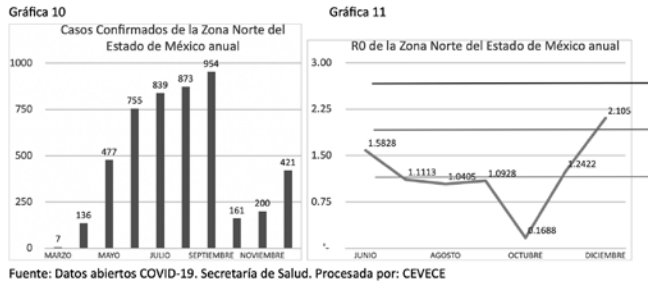


Fuente: Datos abiertos COVID-19. Secretaría de Salud. Procesada por: CEVECE

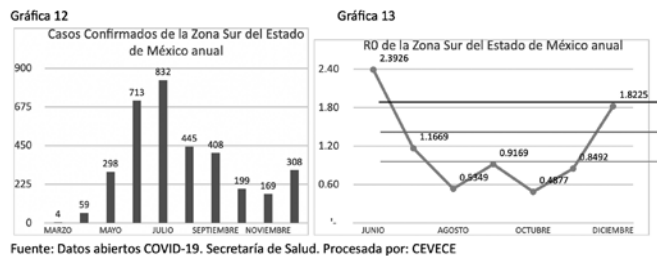


En la región de la Zona del Valle de Toluca de nuestra entidad, a pesar de que se encuentra la Ciudad de Toluca que no ha dejado de tener alta movilidad, fue durante los últimos meses que se incrementó su  $R_0$ , los demás meses, fue hacia la baja, lo que significa que las medidas en general durante este periodo fueron las adecuadas. El promedio de  $R_0$  fue de 1.10 de forma anual.





La región norte de nuestro Estado, durante este periodo sobrepasa los 2 puntos de  $R_0$  en el último mes del año resultado probablemente de llevar a cabo una aplicación de medidas preventivas sin control; sin embargo se encuentra dentro de los niveles normales de velocidad de transmisión porque obedece a una de las regiones donde la población es más difícil de convencer para prevenir contagios. El promedio del  $R_0$  para esta zona fue de 1.19



En la región Sur del Estado de México se puede observar que su  $R_0$  sí sobrepasa los 2 puntos durante el mes de junio pero su promedio durante este periodo fue de 1.17 y también tiene el comportamiento de los casos positivos.

## Conclusiones

En los reportes semanales de  $R_0$ , la velocidad de transmisión en las diferentes regiones de la entidad en el periodo estudiado (junio a diciembre), rebasó valores incluso mayores a 8, que obedecen a los registros de incremento de casos confirmados hechos desde la federación.

Al analizar los valores semanales contra los cálculos mensuales, es notable cómo  $R_0$  disminuye su valor y se vuelve más estable, por lo es posible medir su valor durante ese periodo y por tanto a un año de la pandemia por el virus SARS-CoV-2, la Secretaría de Salud del Estado de México ha logrado varios objetivos: mantener la velocidad de transmisión de la COVID-19 constantemente por debajo de los 2 puntos de manera anualizada, y ha logrado sostener las campañas de información sobre las medidas de prevención en todos los medios de comunicación, especialmente en redes sociales lo que repercute en valores estabilizados en cada una de las regiones y a pesar de los picos que ha tenido el  $R_0$ , los promedios no afectan su comportamiento.

Es posible señalar que en el Estado de México la velocidad de transmisión de la COVID-19 fue baja al estar constantemente cerca de 1, lo que significa que hubo control de la pandemia, sin embargo; al analizar cada región, el Valle de México y la Zona Norte del Estado registraron un valor mayor (1.19), lo que

probablemente responda a factores como densidad de población o contaminación del aire.

## Hallazgos:

- Trabajar con el  $R_0$  de forma mensual, estabiliza sus valores en todas las regiones y es más factible trabajar con el semáforo epidemiológico.
- Se sugiere hacer análisis más profundos que puedan demostrar si existe una asociación entre los valores de  $R_0$  y la temperatura de las 4 regiones del Estado de México.
- Además de tener el valor de  $R_0$  en nuestra entidad, se obtuvo el valor para cada una de las Zonas del Estado.
- En Wuhan se ha estimado el  $R_0$  en valores que van de 2.5 a 3, lo que significa que probablemente no aplicaron suficientes medidas de mitigación de forma temprana para controlar la pandemia, lo que contribuyó a que se acelerara la transmisibilidad del SARS-CoV-2, a diferencia de nuestra entidad que no alcanzó los 2 puntos en general ni en ninguna de sus 4 regiones durante 2020.
- La interpretación de los datos sobre el comportamiento de casos confirmados por mes y del  $R_0$  nos permite comparar los picos que se presentan en estas gráficas y observar una coincidencia al momento de representar  $R_0$  estable de forma mensual. Las aglomeraciones, la alta movilidad y la falta de medidas de prevención posiblemente son la causa de los incrementos posteriores a 14 días después de no respetar esas medidas.
- El comportamiento del  $R_0$  durante 2020 tiene fluctuaciones asociadas a la alta movilidad que hubo en el Estado de México coincidentes con fechas de celebraciones en nuestro país.
- De acuerdo con datos de la Dirección General de Epidemiología y CONACYT, los casos acumulados en el país hasta el 31 de diciembre de 2020 fueron 1,499,446 mientras que en el Estado de México hubo 159,732 casos confirmados con un promedio de  $R_0$  anual de 1.17 lo que se significa que la velocidad de transmisión fue estable.
- Es necesario evitar aglomeraciones y continuar con las medidas de prevención para reducir la movilidad en todas las comunidades de la entidad porque posiblemente esto provoca los picos de los casos confirmados y se acelera la transmisión por COVID-19.

## Bibliografía

1. Rt de COVID-19 en México: "El mejor predictor de comportamiento futuro es el comportamiento pasado". 1 de febrero de 2021. Disponible en: <https://datos.nexos.com.mx/?p=1722>
2. Zhao S, Musa SS, Lin Q, Ran J, Yang G, Wang W, et al. Estimating the unreported number of novel coronavirus (2019-nCoV) cases in China in the first half of January 2020: a data-driven Modelling analysis of the early outbreak. J Clin Med. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jcm9020388>
3. Li Q, Guan X, Wu P, Wang X, Zhou L, Tong Y, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia. N.Engl J Med. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001316>
4. Periódico Oficial. Gaceta de Gobierno. Gobierno del Estado Libre y Soberano de México. Toluca de Lerdo, Méx., lunes 23 de marzo de 2020. Disponible en: <https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2020/mar233.pdf>
5. La densidad de población de los principales municipios del Estado de México, contribuye a una rápida transmisión de la COVID-19. 30 de enero de 2021. Disponible en: [https://salud.edomex.gob.mx/cevece/documentos/revistas/rinteligenciaepi/revista\\_i\\_20\\_2.pdf](https://salud.edomex.gob.mx/cevece/documentos/revistas/rinteligenciaepi/revista_i_20_2.pdf)

