



## Reporte al 14 de Septiembre de 2020 de la estimación del semáforo epidemiológico de Querétaro

Ruth Corona Moreno, Mario Santana Cibrian, Jorge X. Velasco Hernández  
Nodo Multidisciplinario de Matemáticas Aplicadas  
Instituto de Matemáticas UNAM Juriquilla

15 de septiembre de 2020

### ADVERTENCIA:

- Este documento resume resultados de investigación preliminares para efectos de información únicamente.
- Estos resultados no han sido certificados por la revisión de pares y, por ello, en seguimiento de los estándares académicos internacionales, no pueden usarse para guiar decisiones clínicas ni de salud.
- Estos resultados no deben ser reportados en los medios como información confirmada.

## Introducción

En este reporte se intenta reproducir el cálculo del semáforo epidemiológico definido por la Secretaría de Salud. Es importante enfatizar que estos cálculos están basados en datos y una aproximación a la metodología usada por la DGE. Se usan los 10 indicadores establecidos por la Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud, en el documento “Estimación de riesgo epidémico COVID-19 para el periodo del 31 de agosto al 13 de septiembre para Querétaro”.

## Semáforo

De acuerdo a esta aproximación, y a la fecha de elaboración de este reporte (15 de septiembre, 2020), el estado de Querétaro estaría en semáforo NARANJA del lunes 21 de septiembre de 2020 al 4 de octubre de 2020. Los detalles de este cálculo pueden encontrarse en la Tabla 1.



Indicador	Trend	Valor	Score
Número reproductivo efectivo $R_t$	↑	1.051	4
Tasa de incidencia de casos estimados activos por 100 mil habitantes	↓	33.38	3
Tasa de mortalidad por 100 mil habitantes	↑	5.7	2
Tasa de casos hospitalizados por 100 mil habitantes	↓	13.29	2
Porcentaje de camas generales ocupadas Red IRAG	↓	27%	0
Porcentaje de camas con ventilador ocupadas Red IRAG	↓	28%	1
Porcentaje semanal de positividad al virus SARS-CoV-2	↓	60.75%	4
Tendencia de casos hospitalizados por 100 mil habitantes	↓	-0.0067	2
Tendencia de casos de síndrome COVID-19 por 100 mil habitantes	↓	-0.199	1
Tendencia de la mortalidad por 100 mil habitantes	↓	0.0041	2
Semáforo	↓	21 (Naranja)	

Table 1: Indicadores del semáforo epidemiológico para el estado de Querétaro de acuerdo a nuestra aproximación a la nueva metodología. Este semáforo entraría en vigor el 21 de septiembre de 2020. Los indicadores en rojo son sólo aproximaciones a los valores que posiblemente reportará la federación. La columna Trend muestra si el indicador subió (flecha roja) o bajó (flecha verde) respecto a la medición de la semana pasada.

### Aclaraciones sobre el cálculo:

1. Para calcular las tasas de incidencia, mortalidad, casos hospitalizados, porcentaje de positividad y tendencias, se usó la base de datos abierta que publica diariamente la Secretaría de Salud [2] diariamente, con datos actualizados el 14 de Septiembre de 2020. El análisis comprende solo datos hasta el sábado 12 de septiembre para considerar sólo semanas epidemiológicas completas.
2. **Número reproductivo efectivo  $R_t$ :** se consideró el promedio de las estimaciones de  $R_t$  del 25 al 31 de agosto para el estado de Querétaro, siguiendo la metodología presentada en [4]. Se consideran estas fechas ya que la base de datos federal, actualizada el 14 de septiembre, se recortó hasta el 31 de agosto para evitar sesgos debido a los posibles retrasos en la actualización de información.
3. **Tasa de incidencia de casos estimados activos por 100 mil habitantes:** no se conoce con detalle si este indicador incluye un porcentaje de los casos sospechosos de COVID-19; en este ejercicio se ha añadido la proporción de sospechosos determinada por el porcentaje de positividad.
4. **Tasa de mortalidad por 100 mil habitantes:** no se cuenta con este dato que viene de la Red IRAG, a la cual no tenemos acceso. Se utilizan en cambio las defunciones por COVID-19 reportados en la base de datos nacional en los últimos 14 días.
5. **Tasa de casos hospitalizados por 100 mil habitantes:** no se cuenta con este dato que viene de la Red IRAG a la cual no tenemos acceso. Se utilizan en cambio las hospitalizaciones COVID-19 reportados en la base de datos nacional en los últimos 14 días.
6. **Porcentaje semanal de positividad al virus SARS-CoV-2:** es el correspondiente al estado de Querétaro.

7. Nota técnica: se desconoce la metodología de suavizamiento usada sobre los datos antes de calcular los splines para determinar las tendencias. En esta aproximación no se aplica ningún suavizamiento.

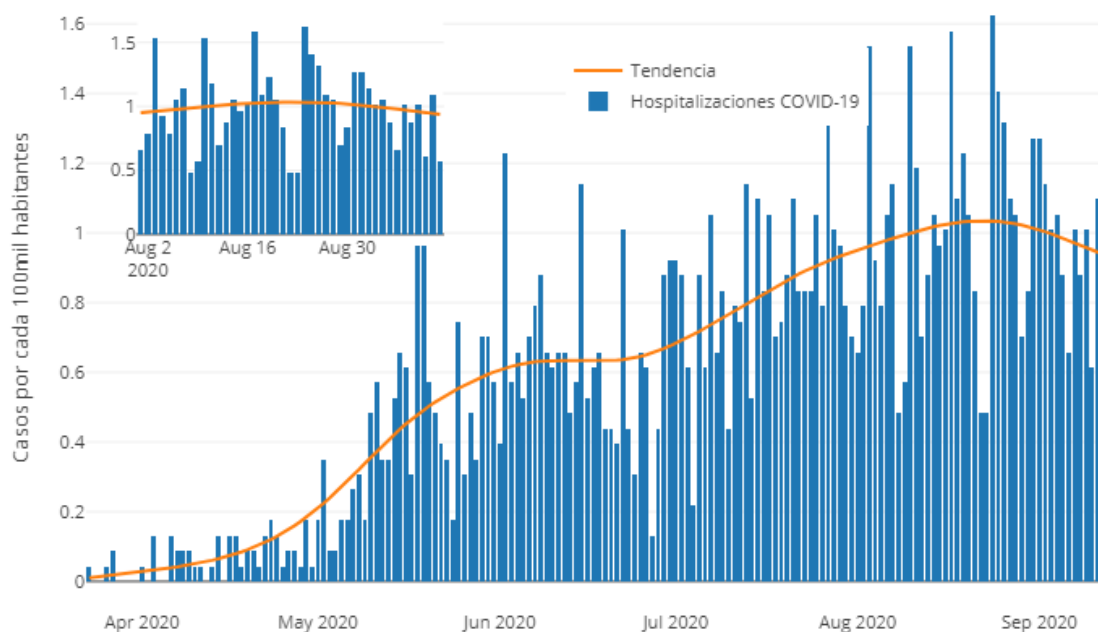


Figure 1: Hospitalizaciones COVID-19 diarias en el estado de Querétaro hasta el 12 de septiembre de 2020, por fecha de ingreso al sistema, según la base de datos publicada el 14 de septiembre de 2020 por la Secretaría de Salud.

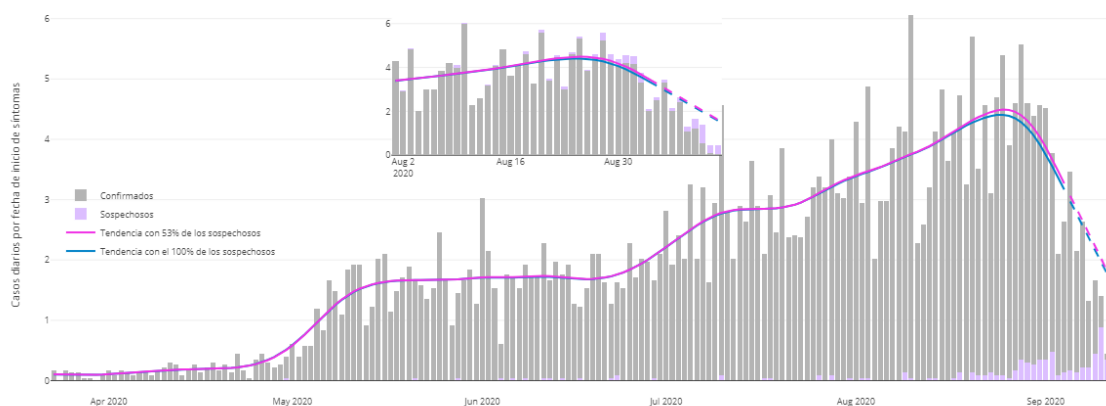


Figure 2: Casos diarios confirmados y sospechosos de COVID-19 en el estado de Querétaro hasta el 12 de septiembre de 2020, por fecha de inicio de síntomas, según la base de datos publicada el 14 de septiembre de 2020 por la Secretaría de Salud.

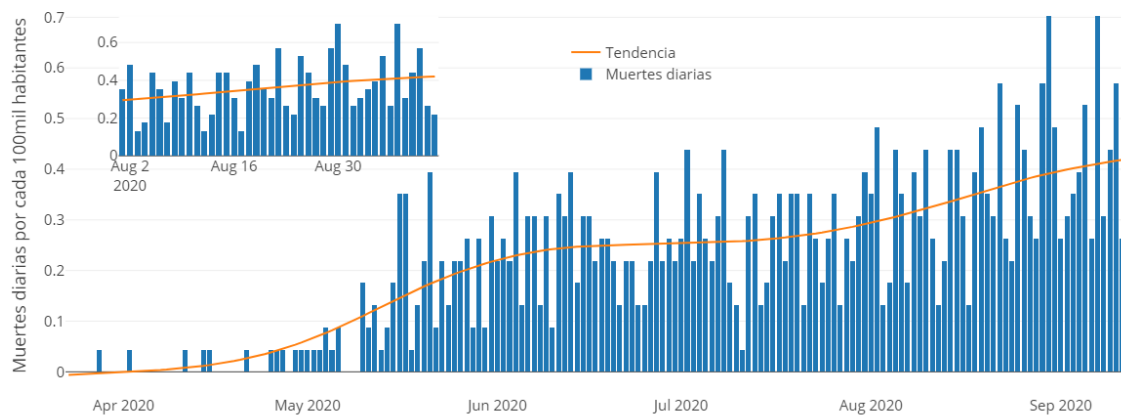


Figure 3: Muertes COVID-19 diarias en el estado de Querétaro hasta el 12 de septiembre de 2020, por fecha de defunción, según la base de datos publicada el 14 de septiembre de 2020 por la Secretaría de Salud.



## Apéndice: Estimación de $R_t$ s

Para las estimaciones de números reproductivos efectivos se utiliza la metodología propuesta en [1] y [4], mediante el uso de la paquetería *EpiEstim* implementada en el software estadístico *R*. [3]

Los datos son descargados de [2] y para cada localidad se extrae la base de datos de incidencia por inicio de síntomas.

En este reporte se muestran los ajustes usando la base de datos actualizada al 5 de septiembre y recortada hasta el 22 de agosto. Las gráficas de  $R_t$ s presentadas en esta sección muestran las estimaciones desde el 1 de junio, fecha en el que comenzó la reactivación económica en el país.

### 0.1 Estado de Querétaro

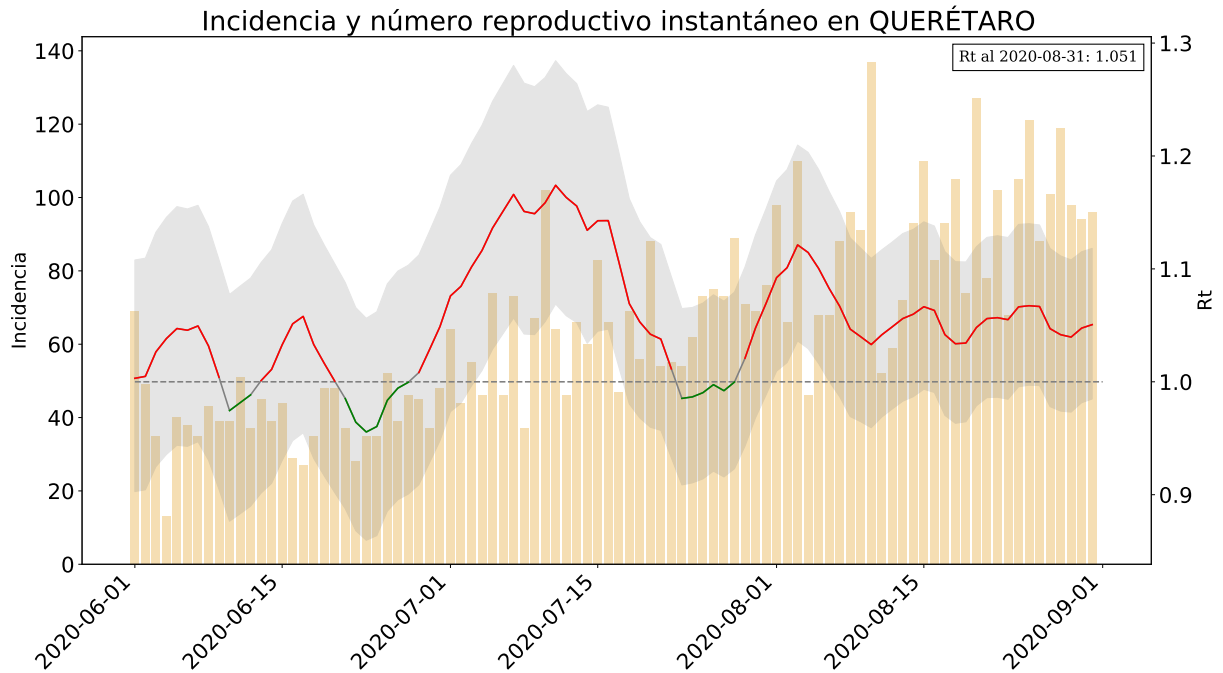


Figure 4: Estimación suavizada de  $R_t$  hasta el 31 de Agosto, aplicando media móvil de 5 días. Datos obtenidos de [2], actualizados el 14 de Septiembre.



## 0.2 CADEREYTA DE MONTES

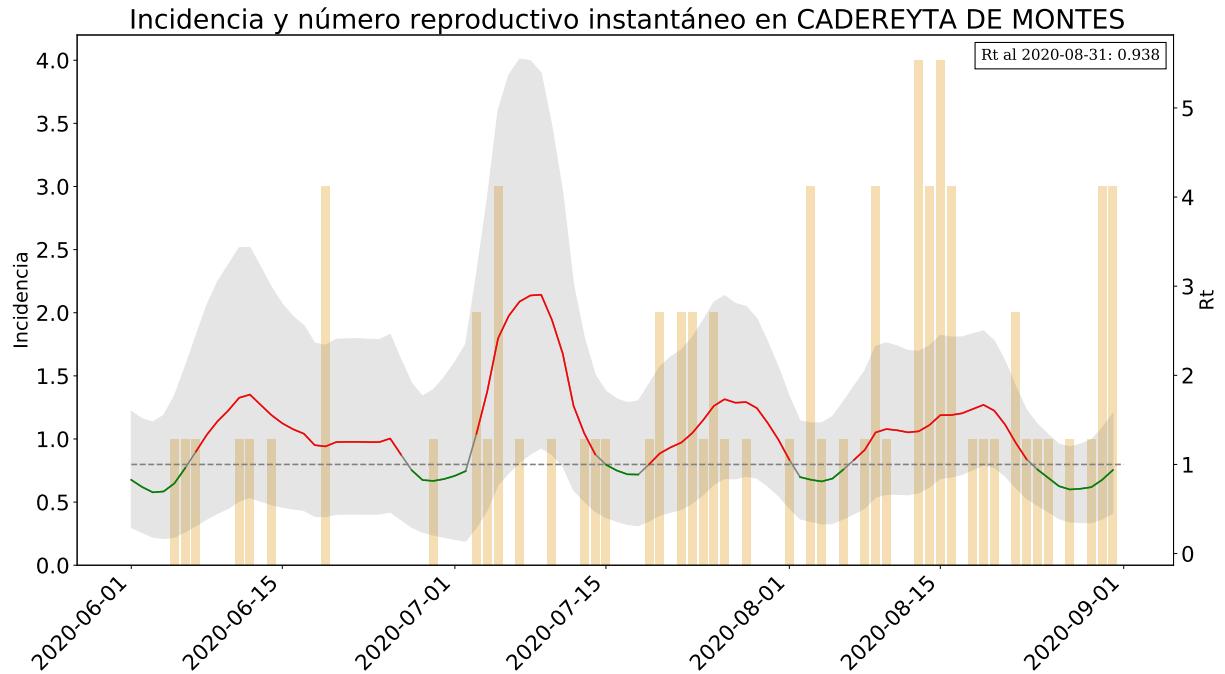


Figure 5: Estimación suavizada de  $R_t$  hasta el 31 de Agosto, aplicando media móvil de 5 días. Datos obtenidos de [2], actualizados el 14 de Septiembre.



### 0.3 CORREGIDORA

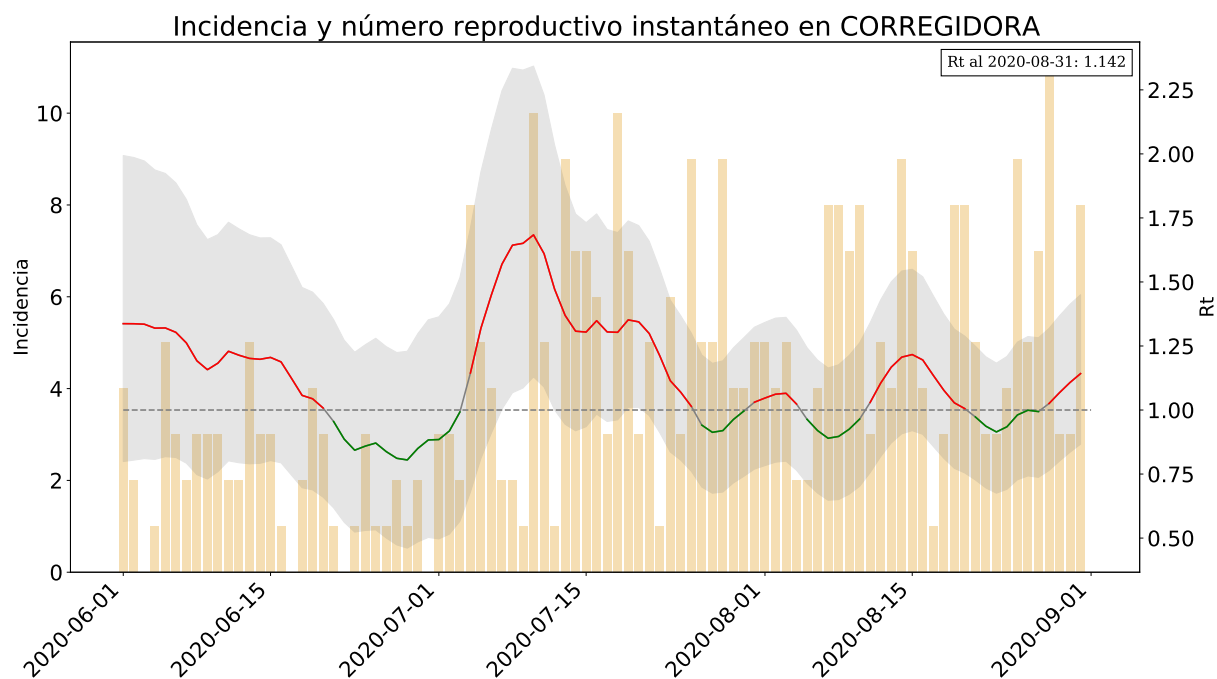


Figure 6: Estimación suavizada de  $R_t$  hasta el 31 de Agosto, aplicando media móvil de 5 días. Datos obtenidos de [2], actualizados el 14 de Septiembre.



## 0.4 EZEQUIEL MONTES

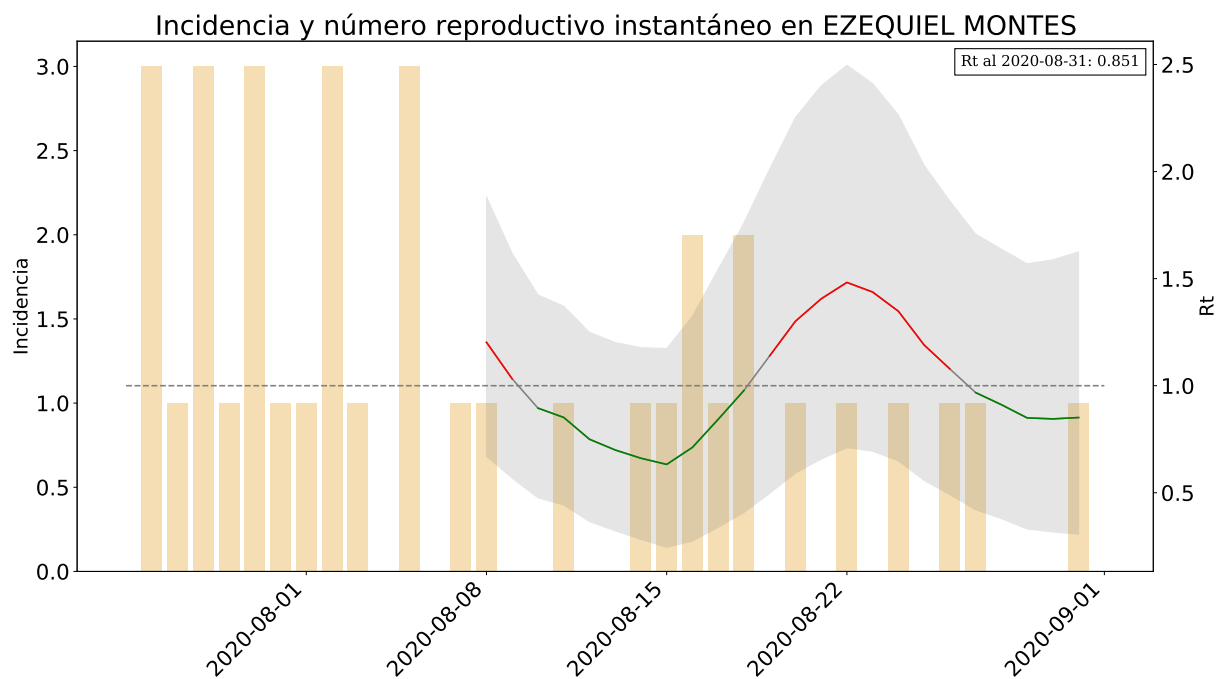


Figure 7: Estimación suavizada de  $R_t$  hasta el 31 de Agosto, aplicando media móvil de 5 días. Datos obtenidos de [2], actualizados el 14 de Septiembre.





## 0.5 EL MARQUÉS

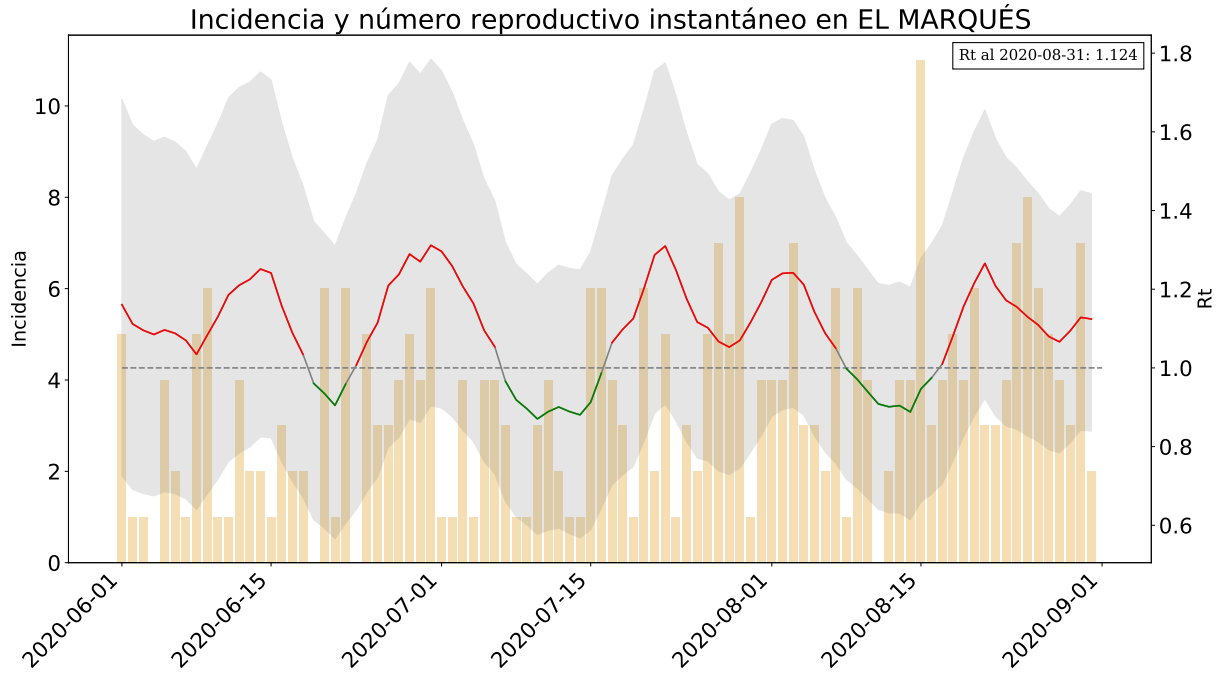


Figure 8: Estimación suavizada de  $R_t$  hasta el 31 de Agosto, aplicando media móvil de 5 días. Datos obtenidos de [2], actualizados el 14 de Septiembre.



## 0.6 PEDRO ESCOBEDO

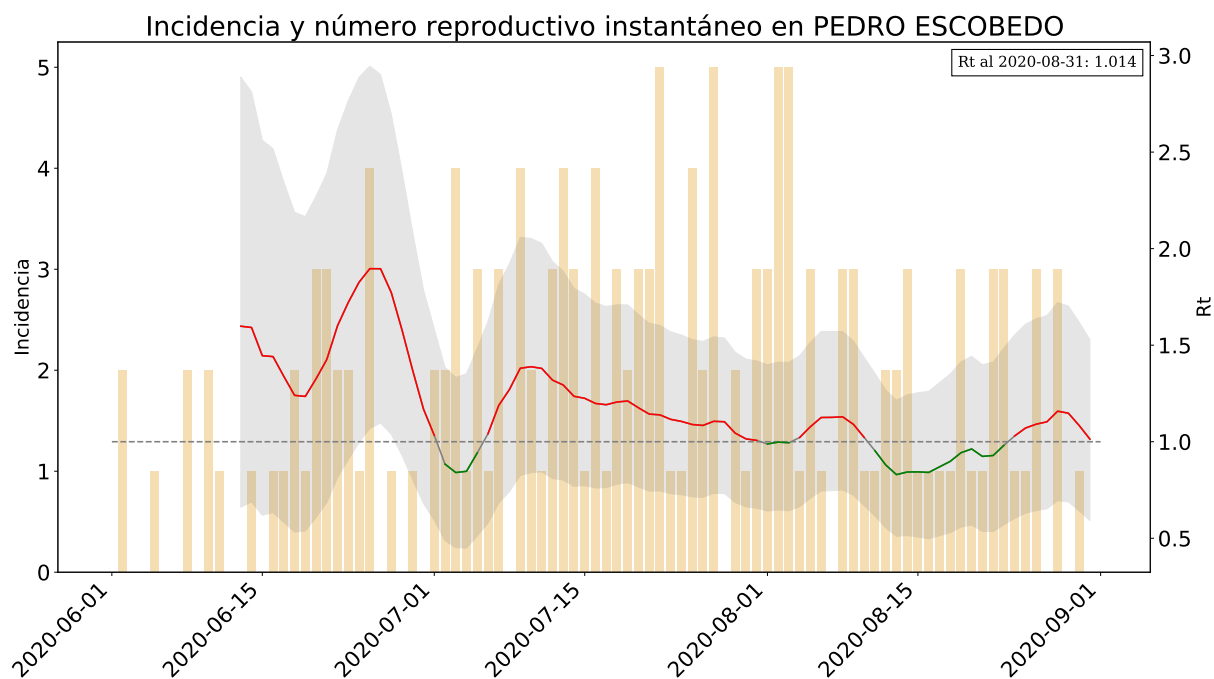


Figure 9: Estimación suavizada de  $R_t$  hasta el 31 de Agosto, aplicando media móvil de 5 días. Datos obtenidos de [2], actualizados el 14 de Septiembre.



## 0.7 QUERÉTARO CAPITAL

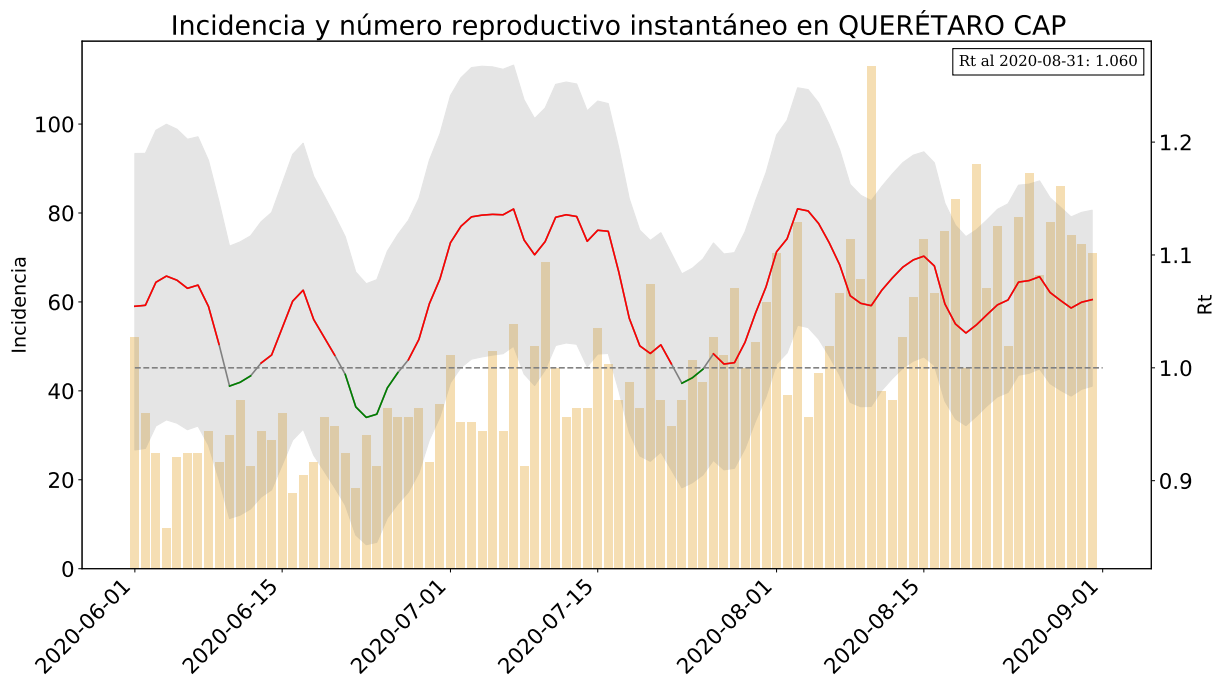


Figure 10: Estimación suavizada de  $R_t$  hasta el 31 de Agosto, aplicando media móvil de 5 días. Datos obtenidos de [2], actualizados el 14 de Septiembre.



## 0.8 SAN JUAN DEL RÍO

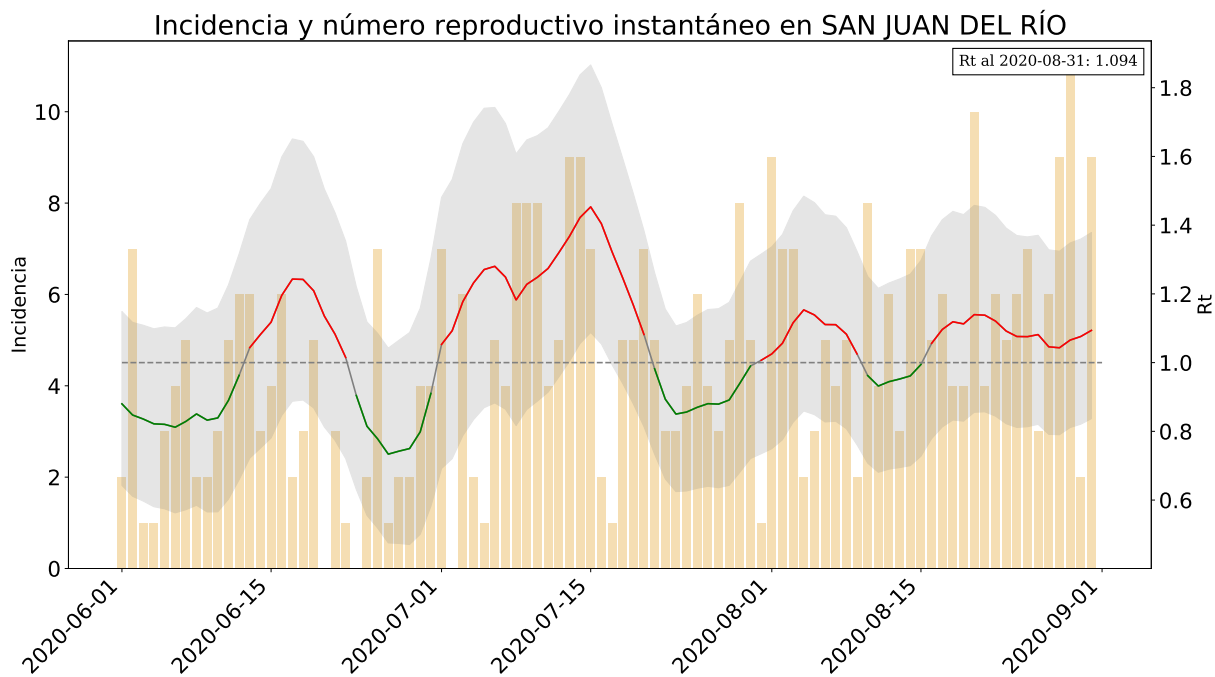


Figure 11: Estimación suavizada de  $R_t$  hasta el 31 de Agosto, aplicando media móvil de 5 días. Datos obtenidos de [2], actualizados el 14 de Septiembre.



## Resumen interpretativo

- Respecto del semáforo, las hospitalizaciones se han mantenido prácticamente constantes (Figura 1) desde el 1 de agosto con un ligerísimo y marginal incremento hacia la mitad del mes (ver recuadro de la Figura 1). La tendencia a la baja que marca el ajuste para el 1 de septiembre es, posiblemente, efecto de la variabilidad en la medición de la hospitalización y no una tendencia fija.
- Los casos confirmados (Figura 2) muestran una tendencia muy clara a la baja desde la última semana de agosto. Sin embargo, también el número de casos sospechosos es bajo así como el índice de positividad (no mostrado) en el mismo periodo. Se sugiere considerar el número de pruebas aplicadas (dato desconocido para nosotros) y dar cuenta de la disminución en el índice de positividad observado entre el 15 de agosto y el 1 de septiembre, para evaluar la robustez de esta tendencia.
- La tendencia en la mortalidad se mantiene a la alta con una tasa de cambio aproximadamente constante (incremento cuasi-lineal).
- Los eventos del 13-16 de septiembre pueden tener un efecto sobre las tendencias reportadas en las Figuras 1, 2 y 3 dependiendo del nivel de contagios generados en estas fechas. Esto será observado en los datos entre 10 y 15 días después del 16 de septiembre.
- De las mediciones del número reproductivo instantáneo (con suavizamiento de 5 días), puede observarse un evento de alta incidencia ( $R_t > 1.1$ ) en los municipios de Querétaro (27/6-26/7), San Juan del Río (1/7-20/7), Pedro Escobedo (27/6-1/7), El Marqués (27/6-1/7) y Corregidora (5/7-25/7). En general, el Estado de Querétaro mostró un evento de alta incidencia que duró aproximadamente un mes, entre el 29 de junio y el 27 de julio.
- Es posible que como consecuencias de este evento, a partir del 1/8 aproximadamente, el Estado ha mantenido un  $R_t \approx 1.05$  prácticamente constante y que es el medido para el 1 de septiembre.
- Los municipios de San Juan del Río, Corregidora y, sobre todo, Querétaro, afectan muy notablemente la evolución de la epidemia a nivel estatal. El cálculo del  $R_t$  en otros municipios, aunque se reporta, es poco confiable debido a la poca incidencia observada en estas localidades.
- Pudiera ser ilustrativo analizar las causas de los incrementos observados en  $R_t$  en los municipios mencionados arriba en el mes de julio, para entender la constancia del  $R_t$  observada desde mediados de agosto.

## References

- [1] C. F. Anne Cori\*, Neil M. Ferguson and S. Cauchemez. A new framework and software to estimate time-varying reproduction numbers during epidemics. *American Journal of Epidemiology*, 178(9), 2013. doi: 10.1093/aje/kwt133. URL <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24043437>.
- [2] S. de Salud. Información referente a casos covid-19 en México. URL <https://datos.gob.mx/busca/dataset/informacion-referente-a-casos-covid-19-en-mexico>.
- [3] T. et al. Overview, 2020. URL <https://cran.r-project.org/web/packages/EpiEstim/vignettes/demo.html>.
- [4] R. Thompson, J. Stockwin, R. van Gaalen, J. Polonsky, Z. Kamvar, P. Demarsh, E. Dahlgvist, S. Li, E. Miguel, T. Jombart, J. Lessler, S. Cauchemez, and A. Cori. Improved inference of time-varying reproduction numbers during infectious disease outbreaks. *Epidemics*, 29: 100356, 2019. ISSN 1755-4365. doi: <https://doi.org/10.1016/j.epidem.2019.100356>. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755436519300350>.