



# Estimaciones de incidencia real y número reproductivo en las alcaldías de la CDMX: informe preliminar 02 de mayo de 2021

Ruth Corona Moreno, Samuel Romero Santiago  
Mario Santana-Cibrian, Jorge X. Velasco-Hernández  
Instituto de Matemáticas UNAM-Juriquilla  
Reporte Interno extraordinario  
NoMMA-A6-2021

02 de mayo de 2021

**ADVERTENCIA:** Este documento se distribuye para proporcionar resultados de investigación preliminares para efectos de información únicamente; no han sido certificados por la revisión de pares y, por ello, no pueden usarse para guiar decisiones clínicas ni de salud. Estos resultados no deben ser transmitidos en medios como información definitiva.

## Índice

|                                                       |          |
|-------------------------------------------------------|----------|
| <b>1. Estimaciones de indicadores epidemiológicos</b> | <b>2</b> |
| 1.1. Estimaciones de la epidemia para CDMX . . . . .  | 2        |
| 1.2. Estimaciones Álvaro Obregón . . . . .            | 8        |
| 1.3. Estimaciones Azcapotzalco . . . . .              | 12       |
| 1.4. Estimaciones Benito Juárez . . . . .             | 15       |
| 1.5. Estimaciones Coyoacán . . . . .                  | 19       |
| 1.6. Estimaciones Cuajimalpa de Morelos . . . . .     | 23       |
| 1.7. Estimaciones Cuauhtémoc . . . . .                | 26       |
| 1.8. Estimaciones Gustavo A. Madero . . . . .         | 30       |
| 1.9. Estimaciones Iztacalco . . . . .                 | 33       |
| 1.10. Estimaciones Iztapalapa . . . . .               | 37       |
| 1.11. Estimaciones Magdalena Contreras . . . . .      | 41       |
| 1.12. Estimaciones Miguel Hidalgo . . . . .           | 45       |
| 1.13. Estimaciones Milpa Alta . . . . .               | 49       |
| 1.14. Estimaciones Tláhuac . . . . .                  | 52       |
| 1.15. Estimaciones Tlalpan . . . . .                  | 56       |
| 1.16. Estimaciones Xochimilco . . . . .               | 59       |
| 1.17. Estimaciones Venustiano Carranza . . . . .      | 63       |



|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2. Cuadros resumen con estimaciones principales de indicadores</b>                         | <b>67</b> |
| <b>3. Observaciones sobre las estimaciones presentadas</b>                                    | <b>68</b> |
| <b>4. Agradecimientos</b>                                                                     | <b>69</b> |
| <b>5. Apéndice metodológico</b>                                                               | <b>70</b> |
| 5.1. Metodología para la estimación de infecciones totales y número reproductivo instantáneo. | 70        |
| 5.2. Descripción de la parametrización del modelo para el caso nacional . . . . .             | 70        |
| 5.3. Software . . . . .                                                                       | 74        |

## 1. Estimaciones de indicadores epidemiológicos

Resultados de las estimaciones y ajustes a los datos de COVID-19 [9] correspondientes a la Ciudad de México y sus alcaldías, actualizados el **02 de mayo de 2021** y recortados hasta el **25 de abril de 2021**, con el modelo estadístico *covidestim*, usando las distribuciones a priori señaladas en el Apéndice metodológico.

### 1.1. Estimaciones de la epidemia para CDMX

La Ciudad de México es un conjunto heterogéneo de poblaciones con características socioeconómicas y regionales diversas que incluyen clima, geografía, topografía, sistemas fluviales, etc. La evaluación a nivel estatal agrega, de manera importante, toda esta heterogeneidad. Es importante tener esto en cuenta al interpretar los resultados mostrados a continuación.

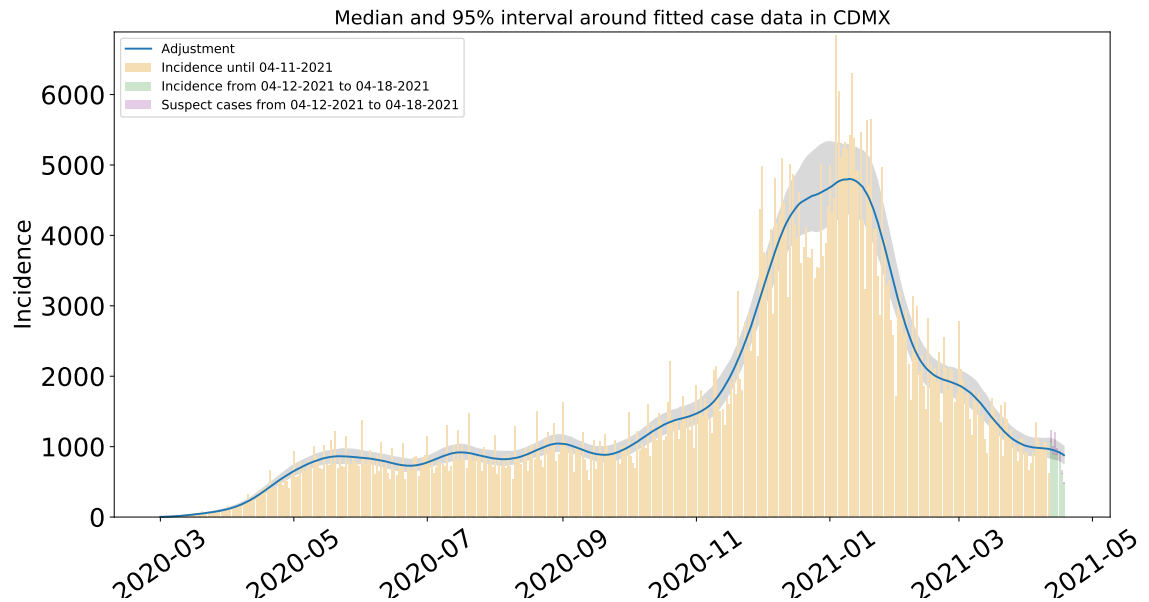


Figura 1: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en la Ciudad de México.

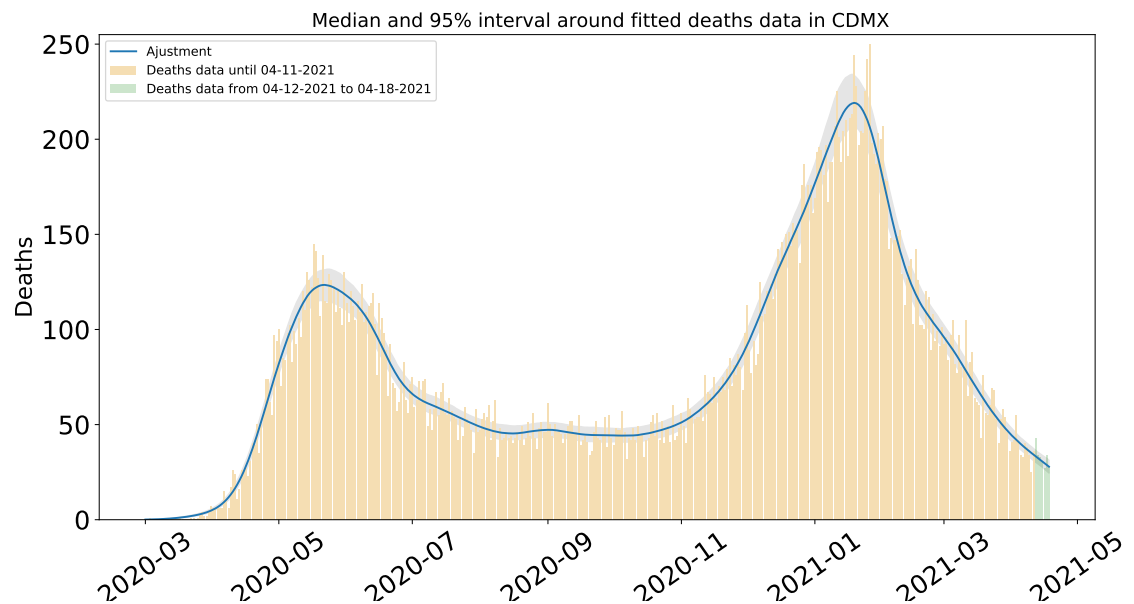


Figura 2: Ajuste de defunciones por COVID-19 para la Ciudad de México

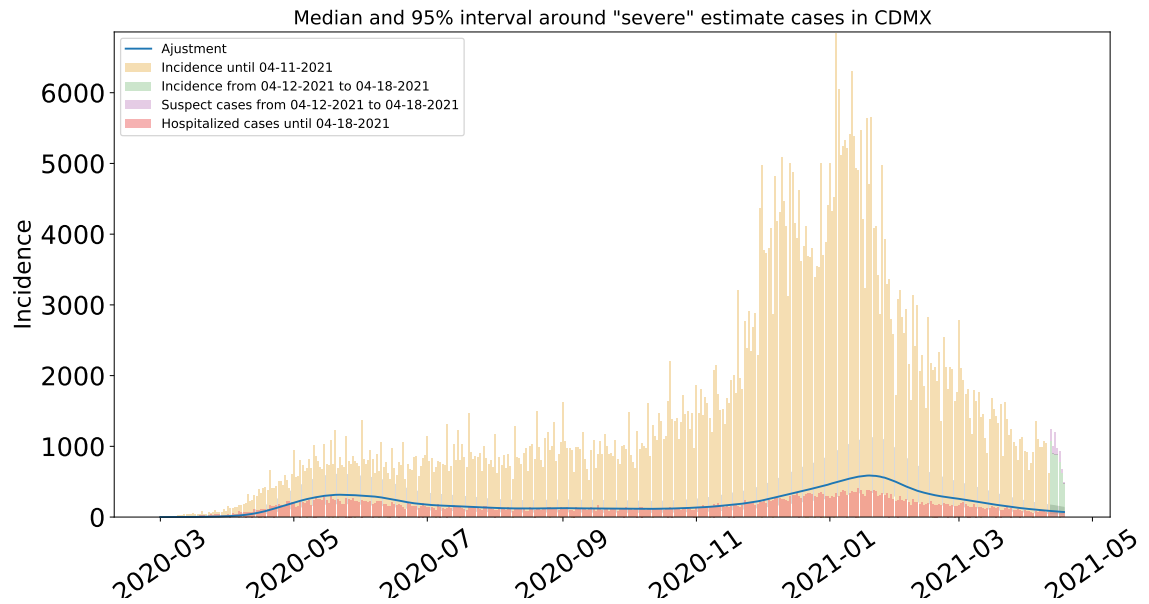


Figura 3: Estimación de casos severos de COVID-19 en la Ciudad de México, comparada con los casos hospitalizados reportados. Se observa que las muertes severas ocurridas fuera de los hospitales son significativas.

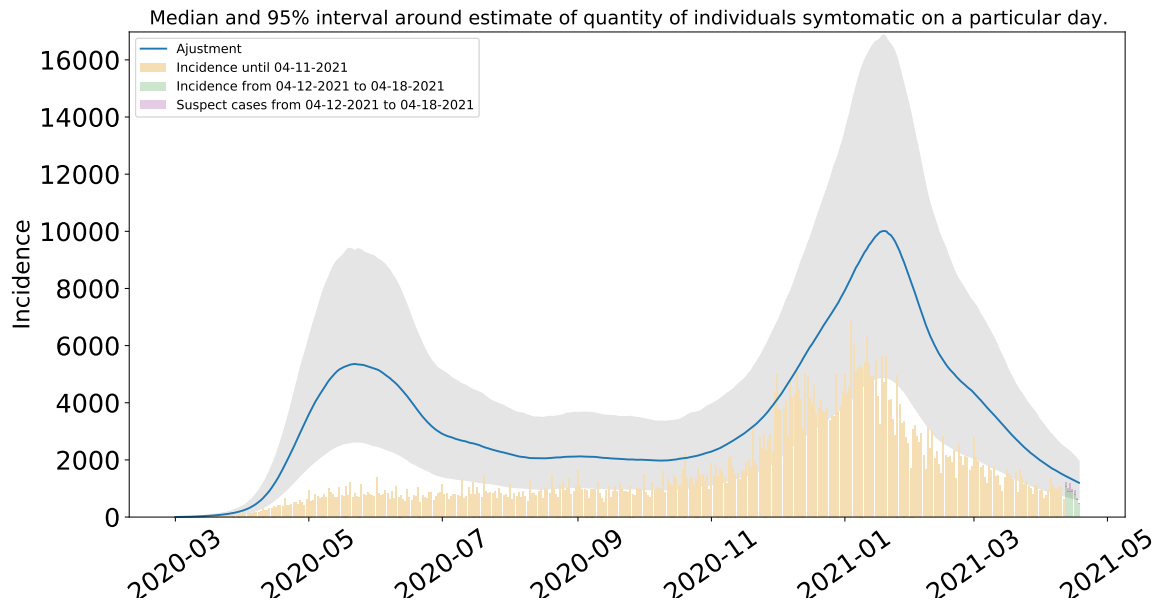


Figura 4: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Ciudad de México. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

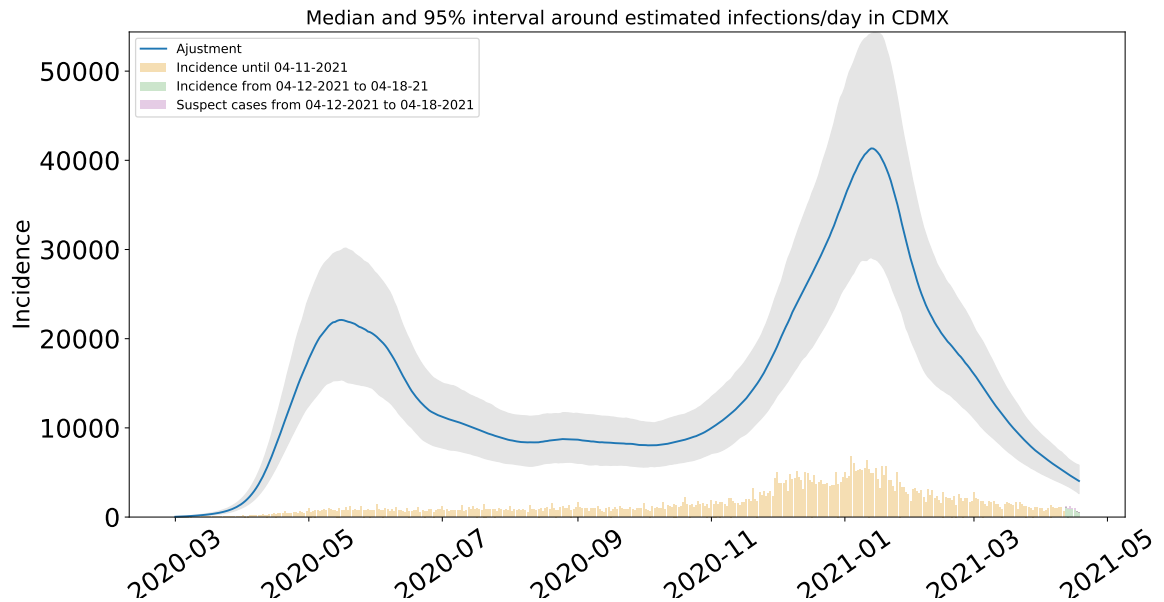


Figura 5: Estimación de infecciones totales diarias por COVID-19 en Ciudad de México. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

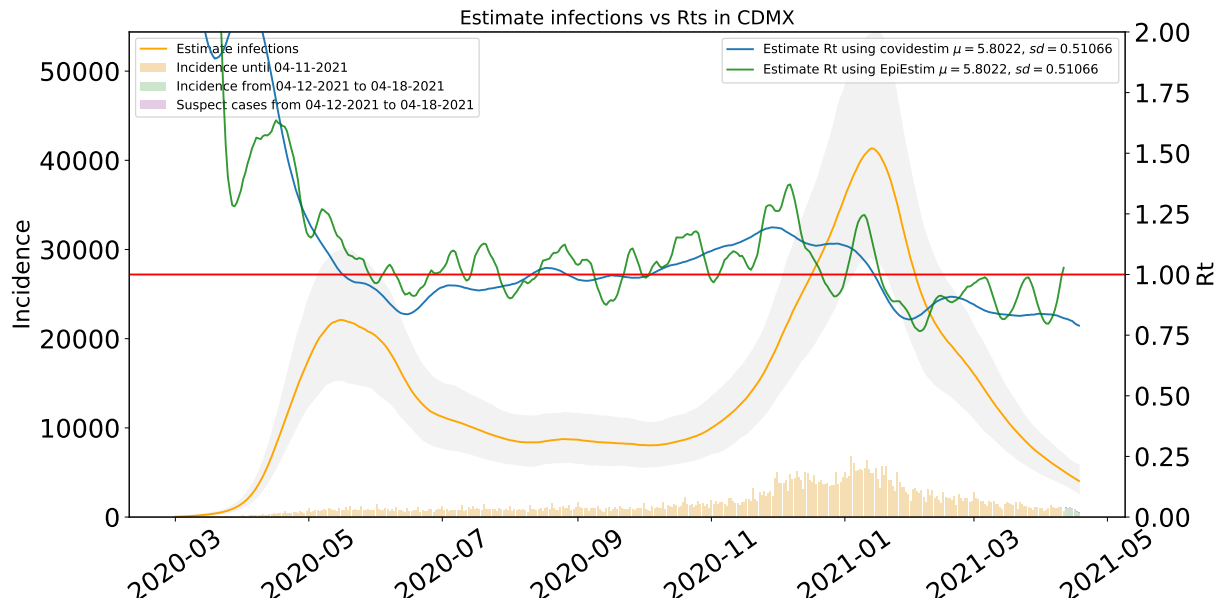


Figura 6: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Ciudad de México para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

## 1.2. Estimaciones Álvaro Obregón

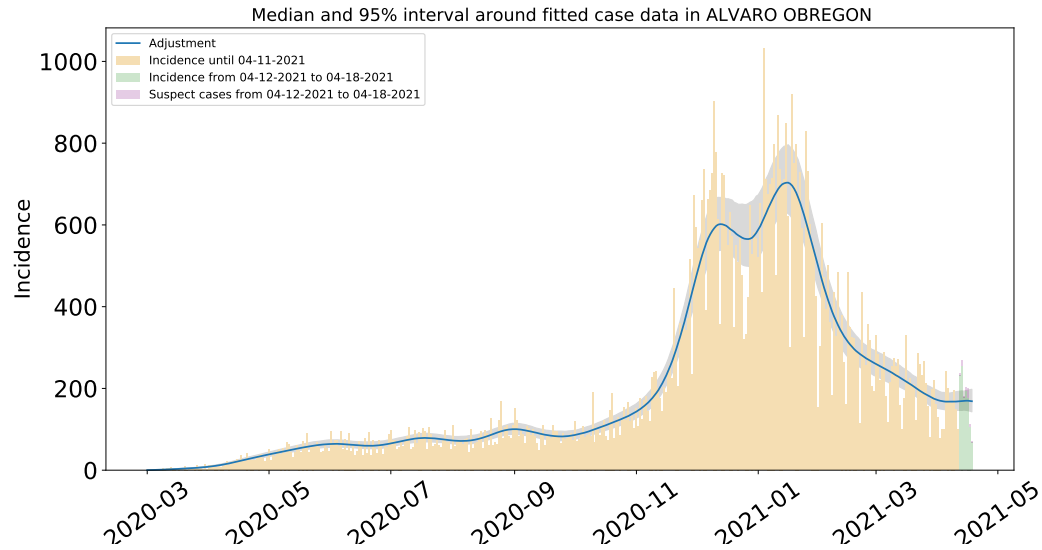


Figura 7: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Álvaro Obregón

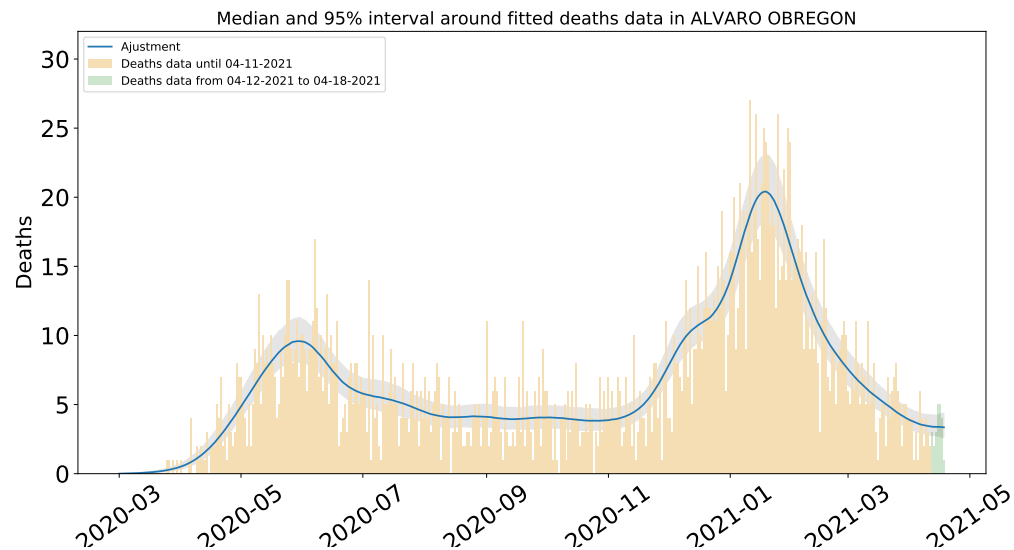


Figura 8: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Álvaro Obregón.

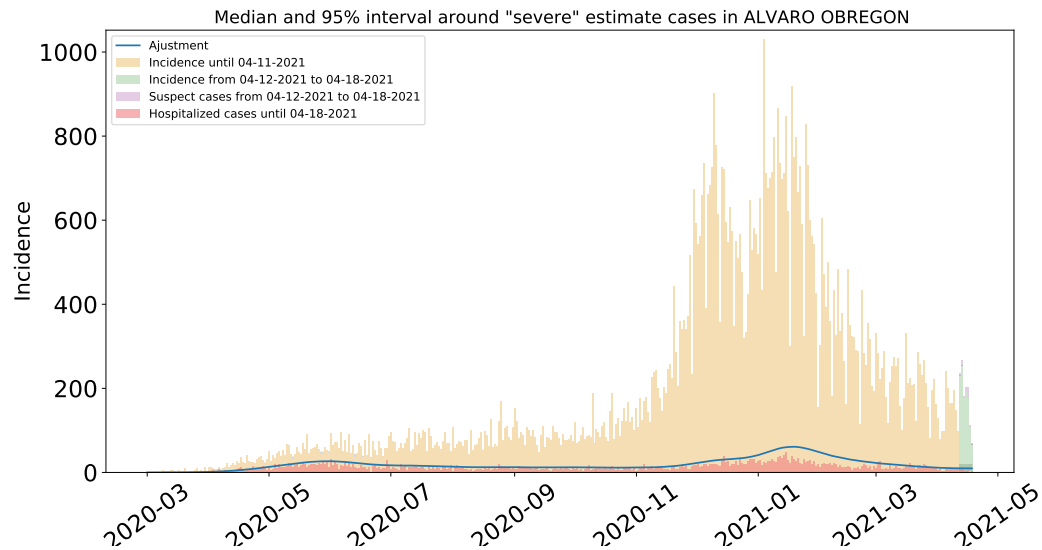


Figura 9: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Álvaro Obregón comparada con los casos hospitalizados reportados.

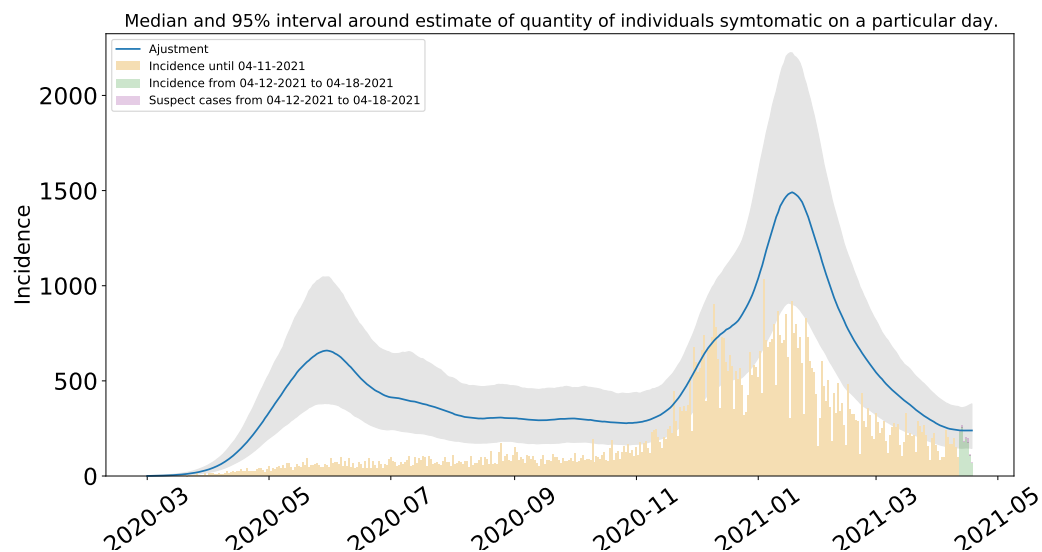


Figura 10: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Álvaro Obregón. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

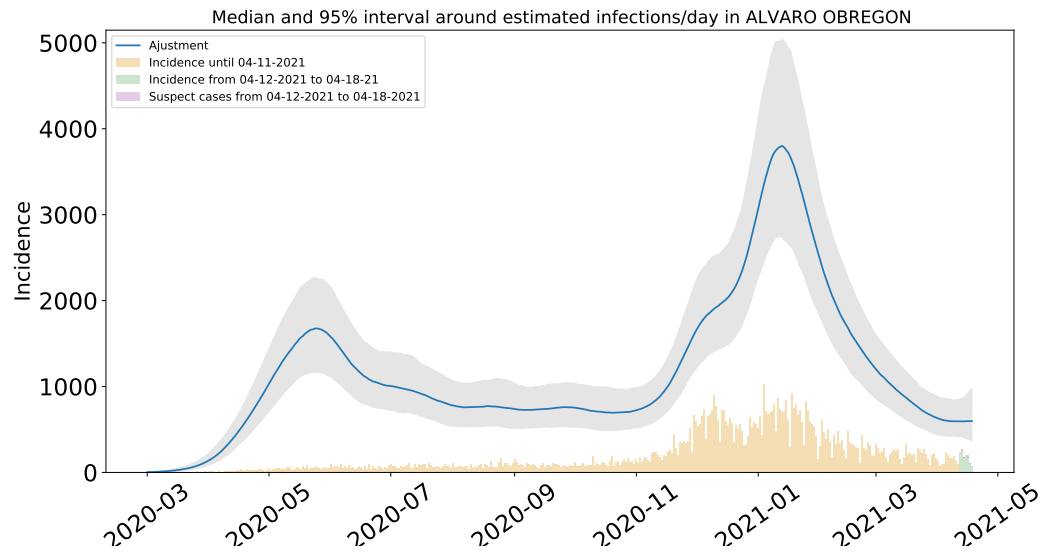


Figura 11: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Álvaro Obregón. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

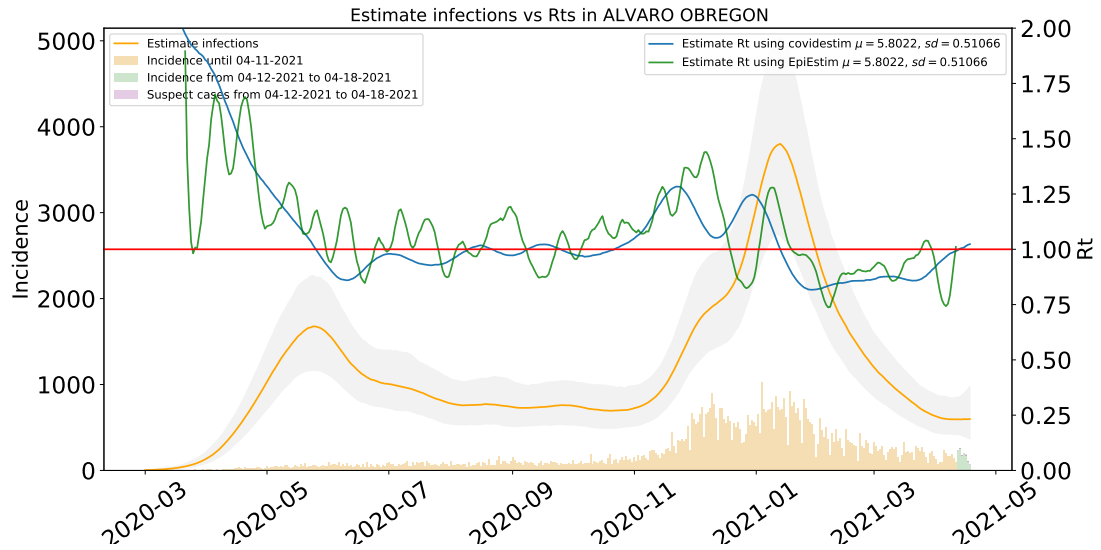


Figura 12: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Álvaro Obregón para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

### 1.3. Estimaciones Azcapotzalco

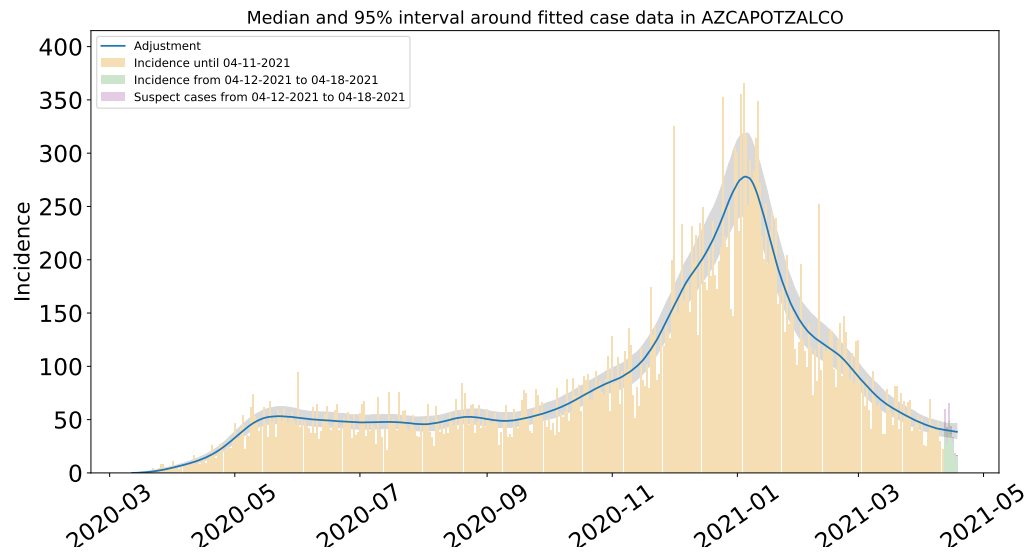


Figura 13: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Azcapotzalco.

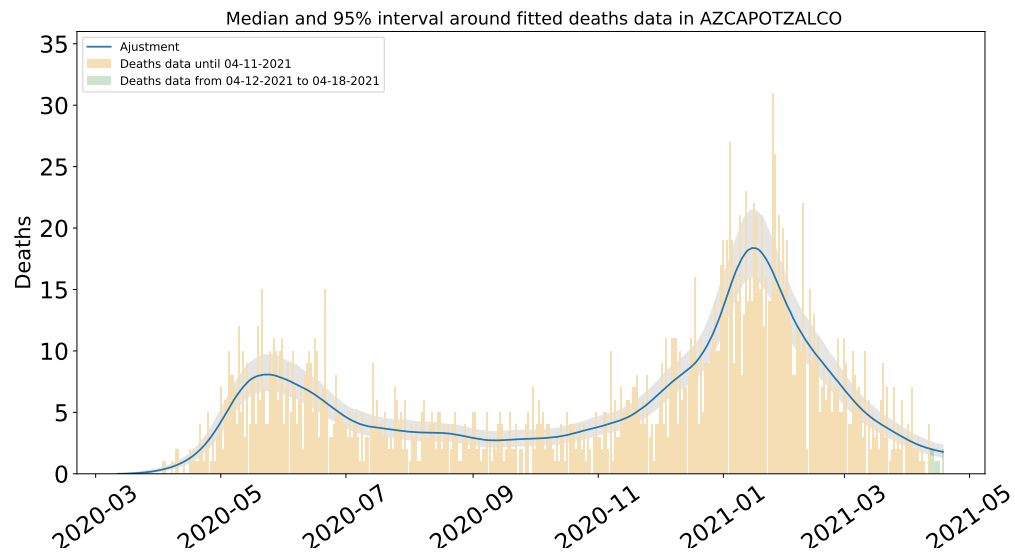


Figura 14: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Azcapotzalco

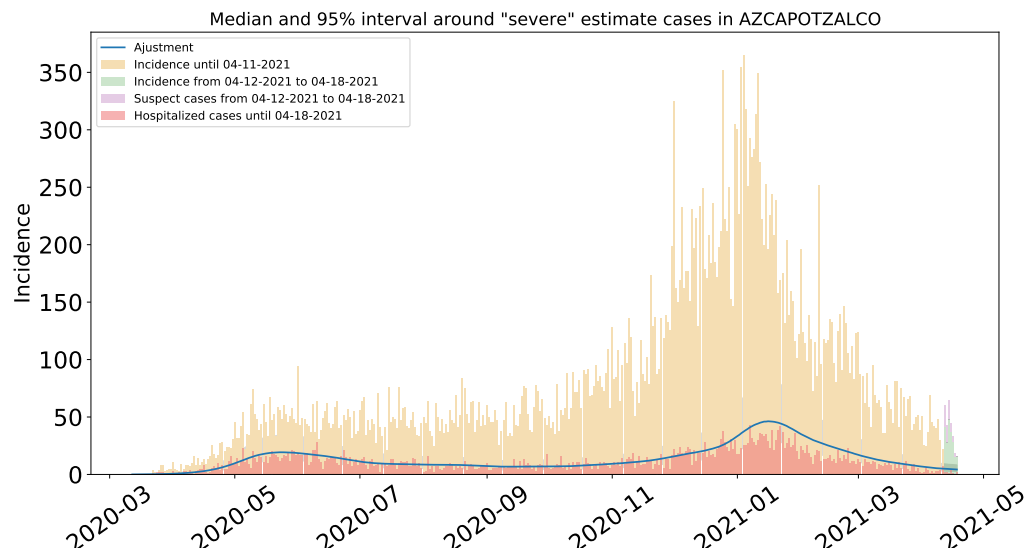


Figura 15: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Azcapotzalco comparada con los casos hospitalizados reportados.

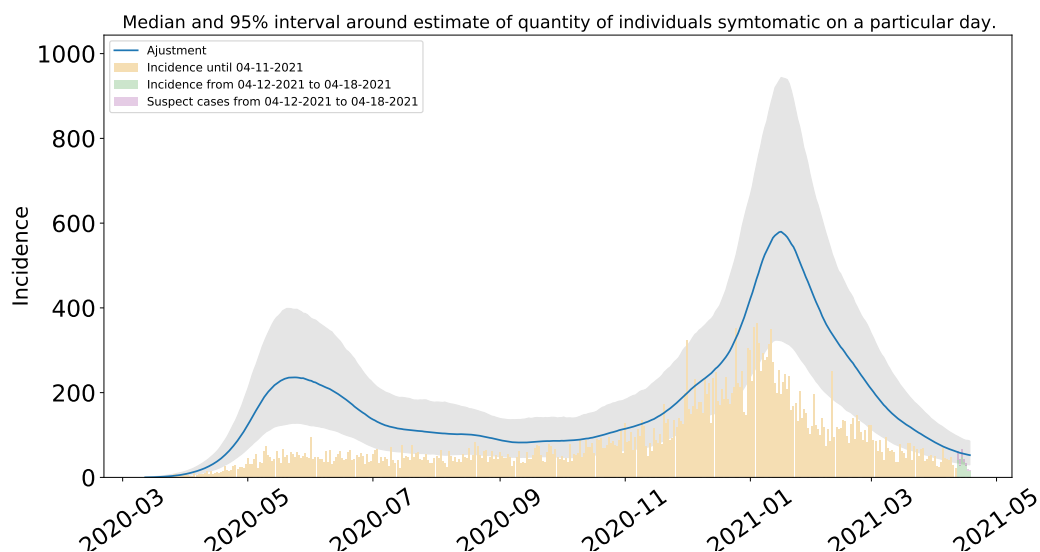


Figura 16: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Azcapotzalco. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

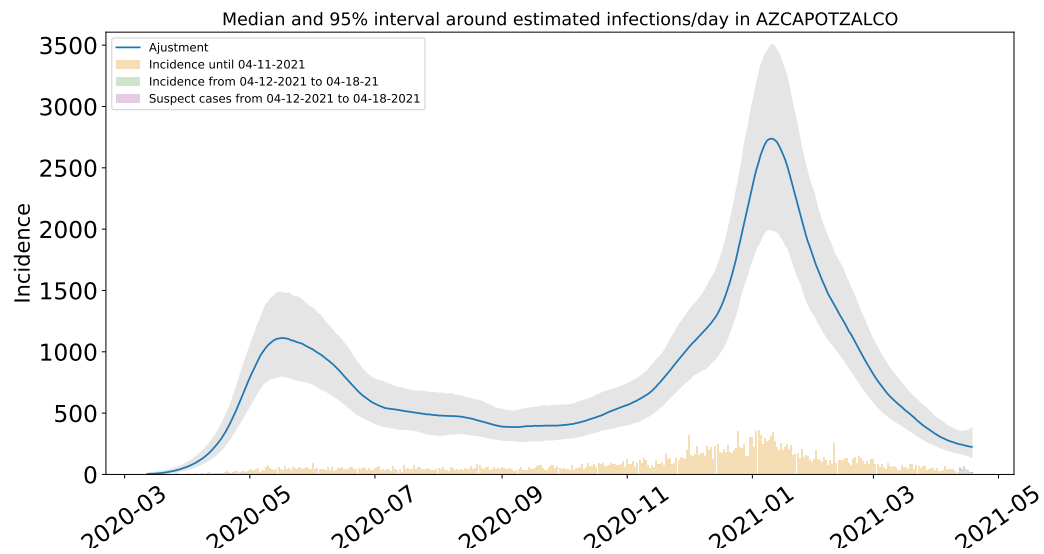


Figura 17: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en AZcapotzalco. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

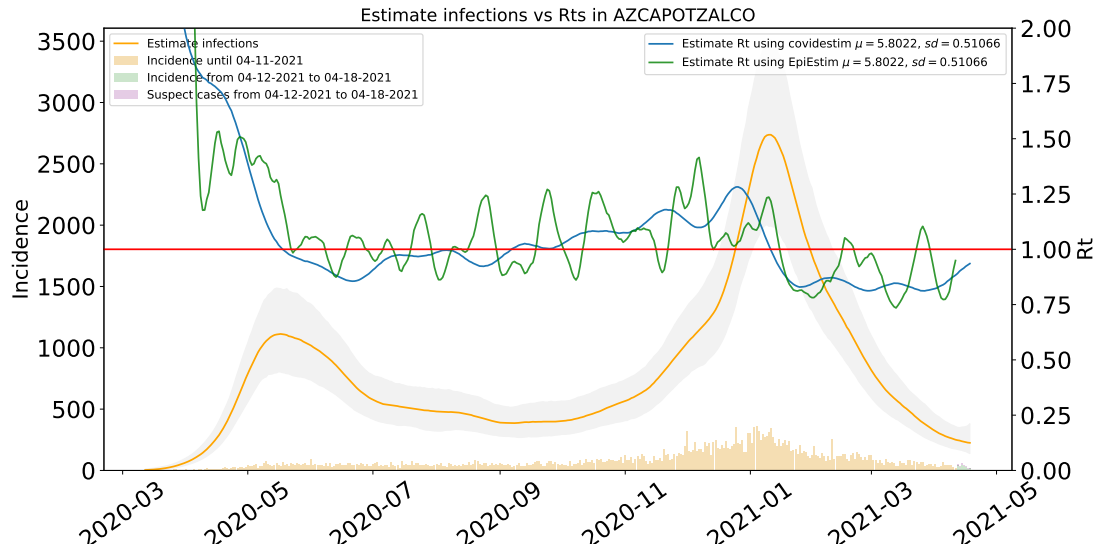


Figura 18: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Azcapotlzalco para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

#### 1.4. Estimaciones Benito Juárez

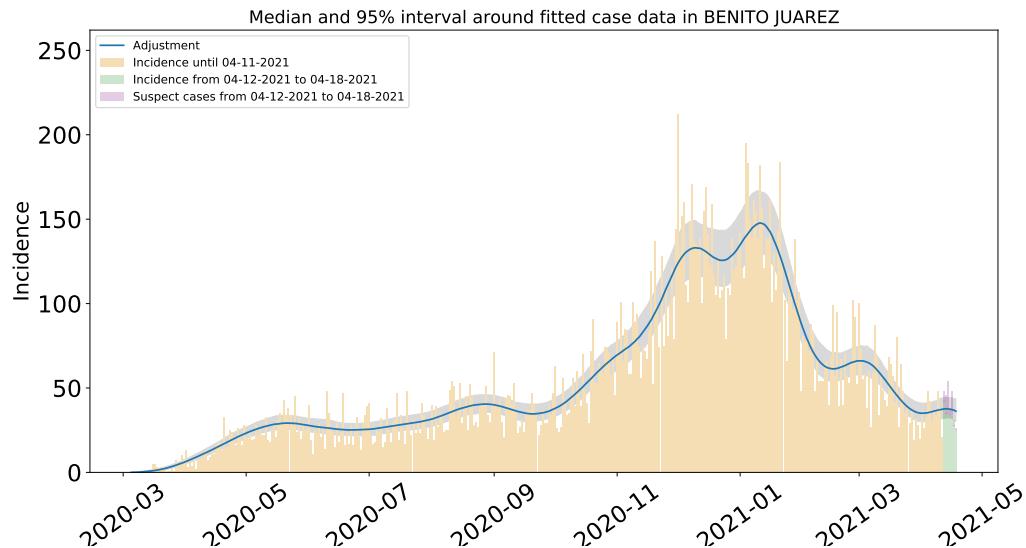


Figura 19: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Benito Juárez.

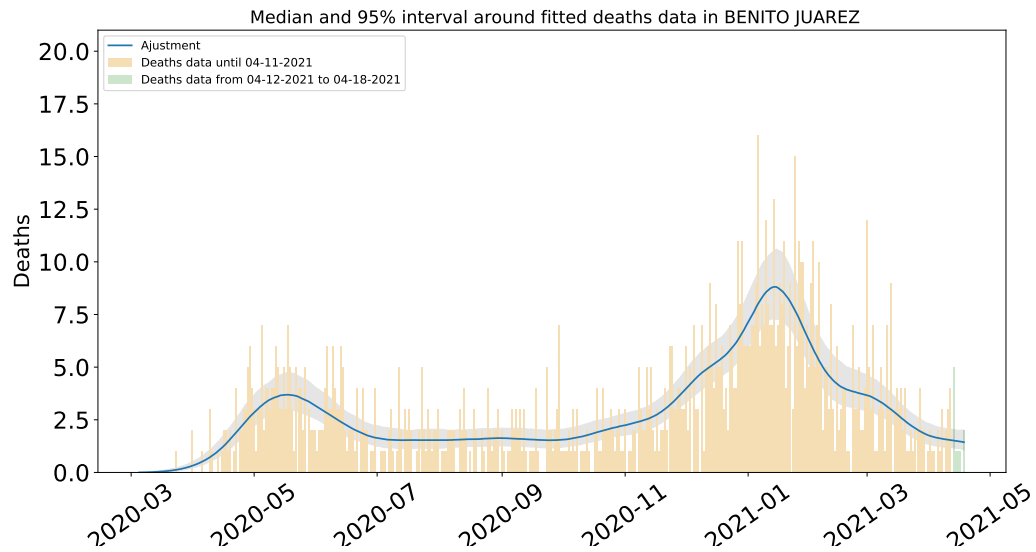


Figura 20: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Benito Juárez.

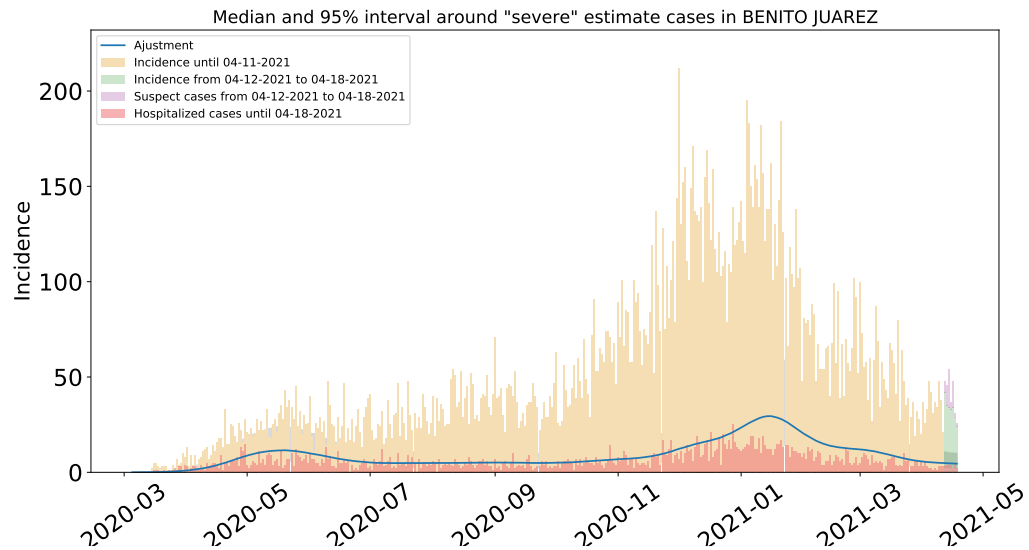


Figura 21: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Benito Juárez comparada con los casos hospitalizados reportados.

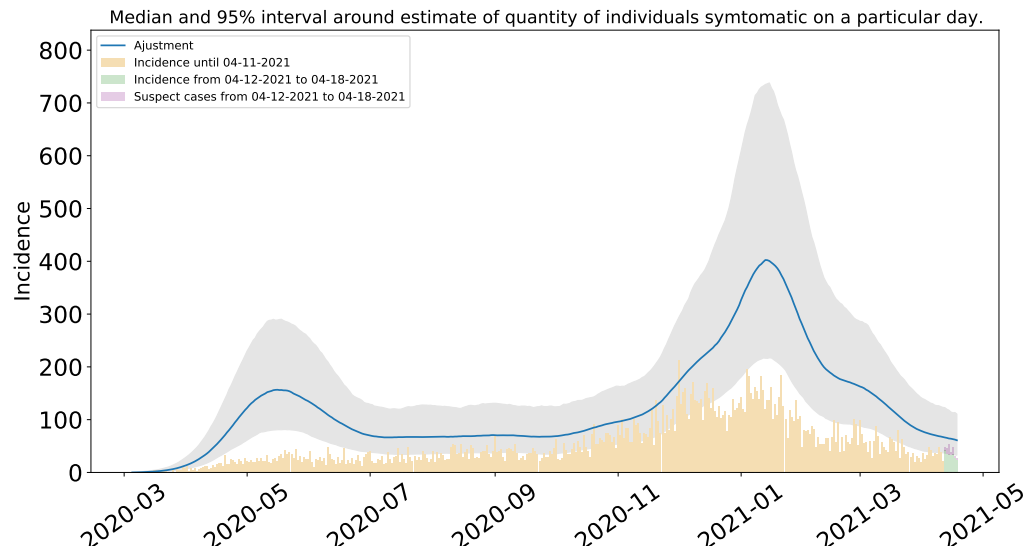


Figura 22: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Benito Juárez. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

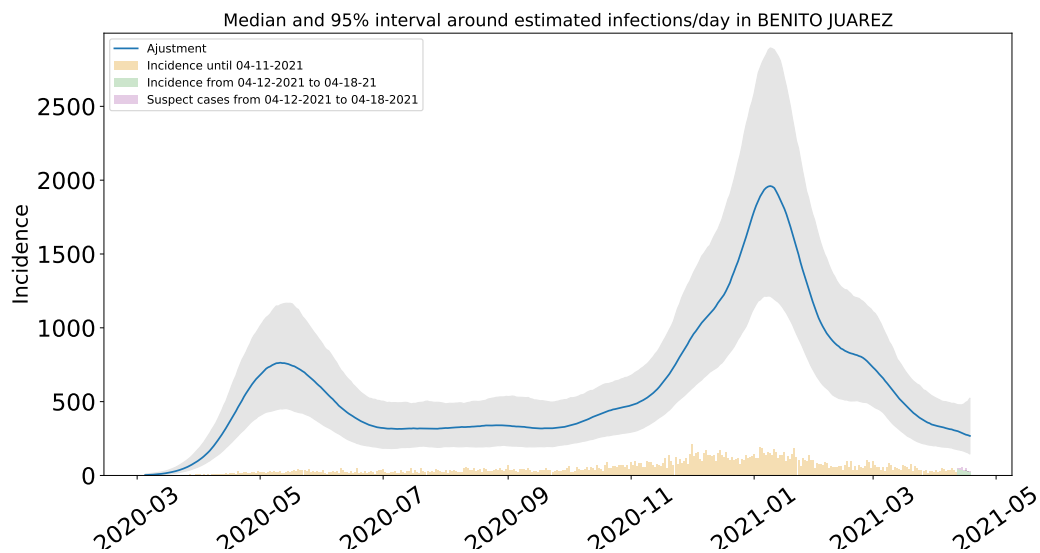


Figura 23: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Benito Juárez. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

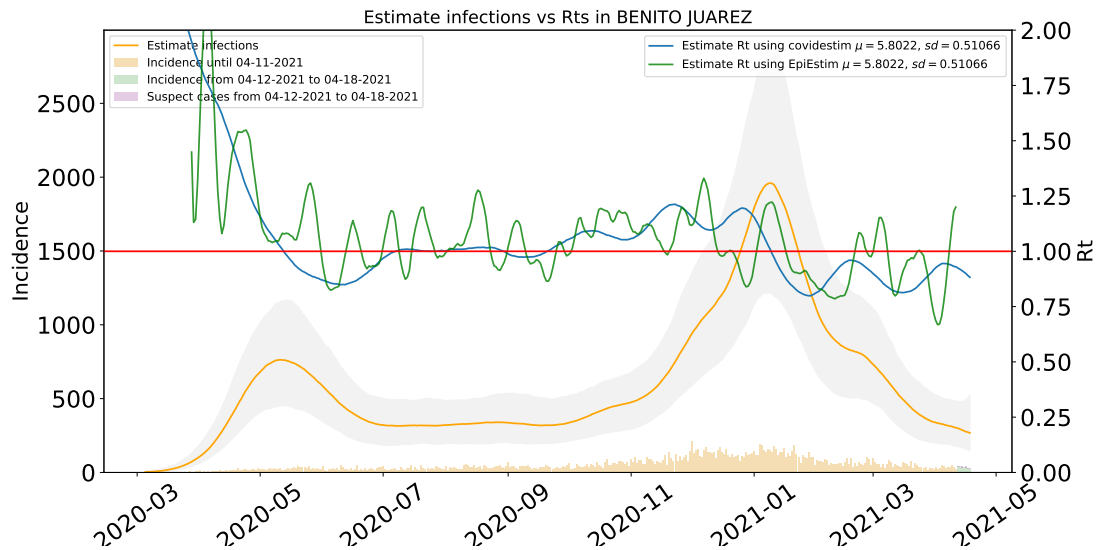


Figura 24: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Benito Juárez para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

## 1.5. Estimaciones Coyoacán

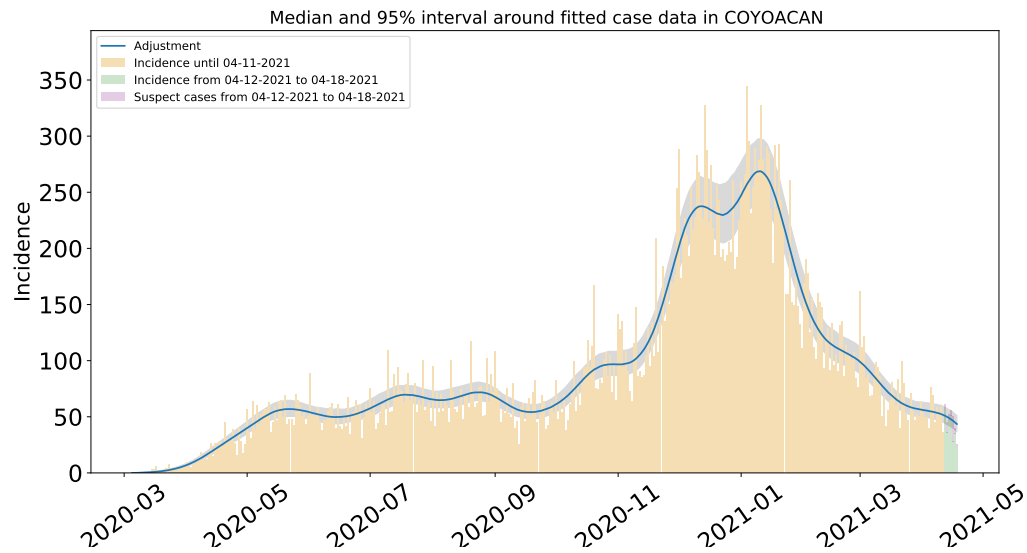


Figura 25: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Coyoacán.

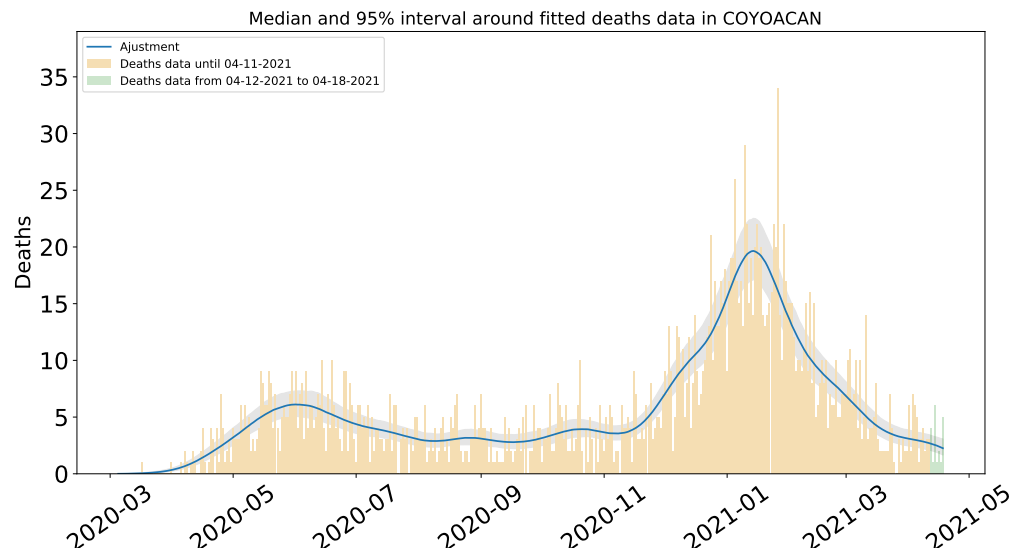


Figura 26: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Coyoacán.

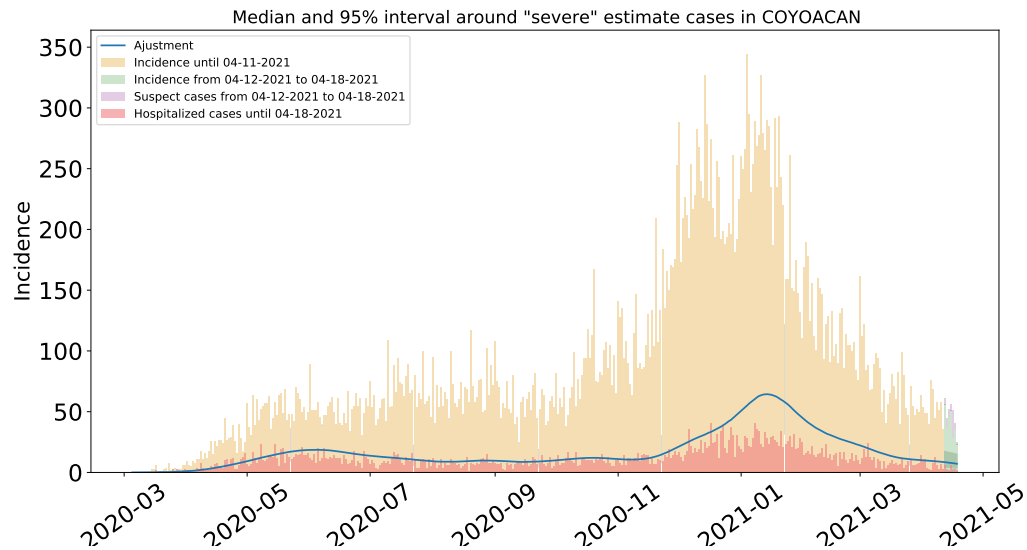


Figura 27: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Coyoacán comparada con los casos hospitalizados reportados.

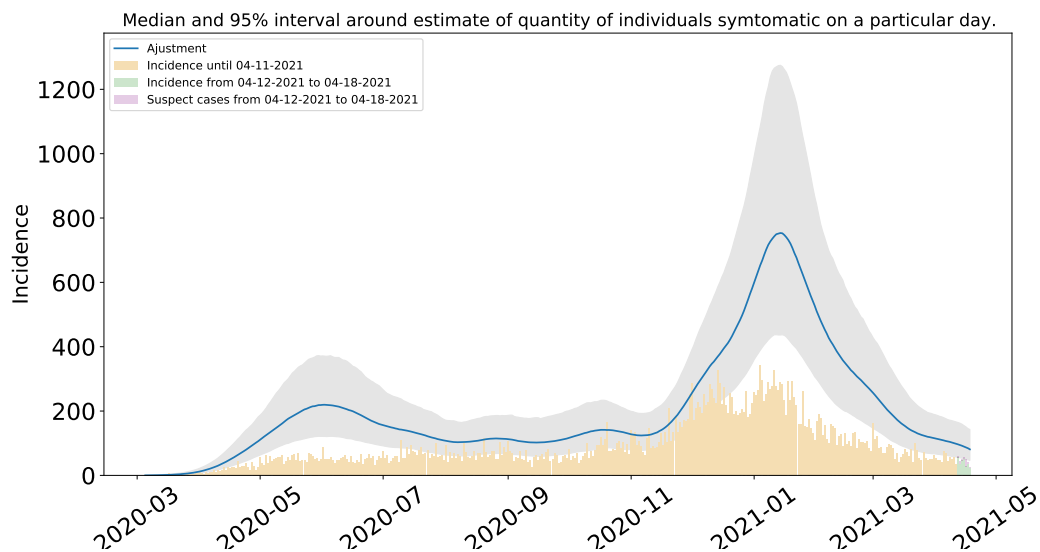


Figura 28: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Coyoacán. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

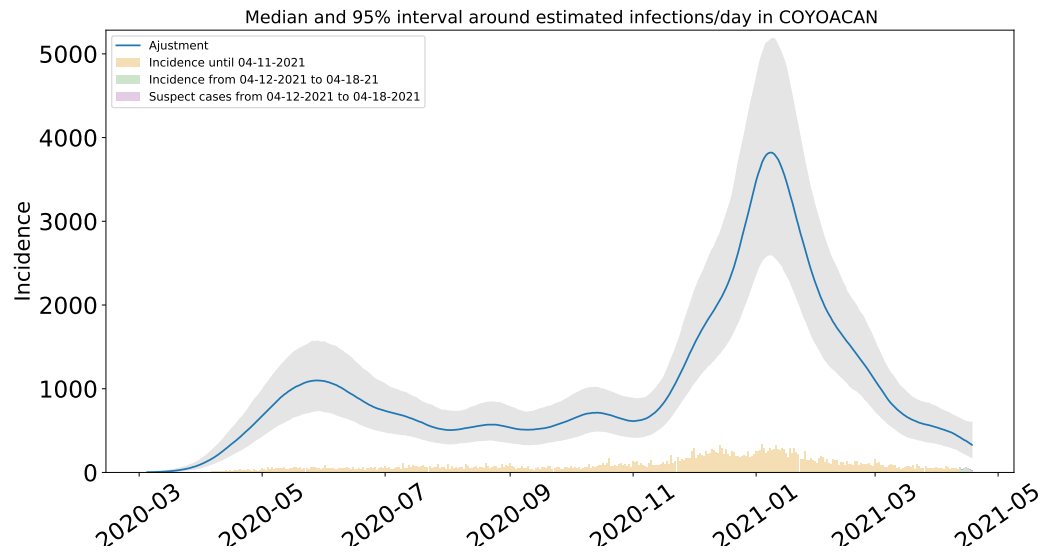


Figura 29: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Coyoacán. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

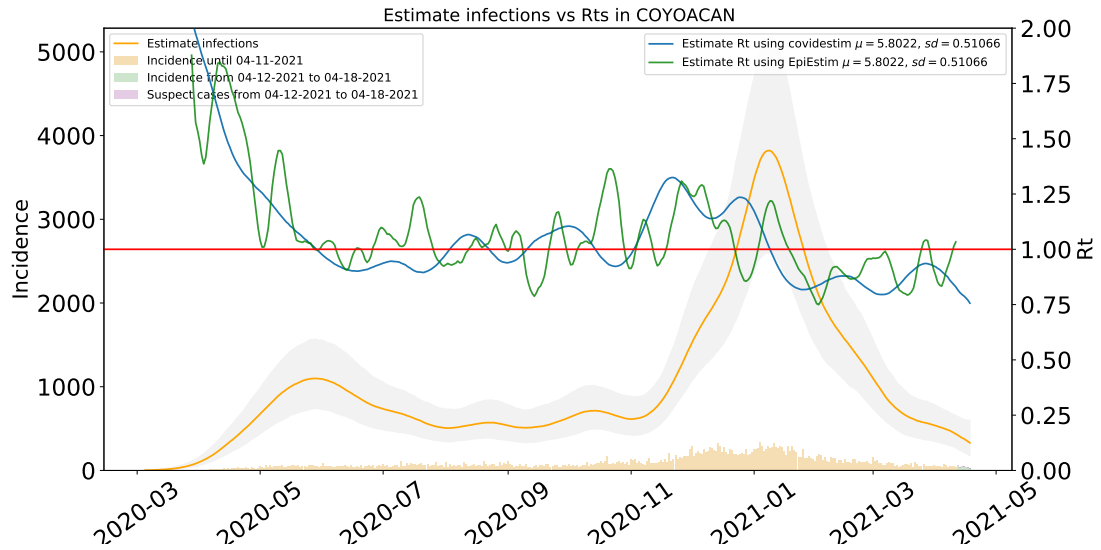


Figura 30: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Coyoacán para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

## 1.6. Estimaciones Cuajimalpa de Morelos

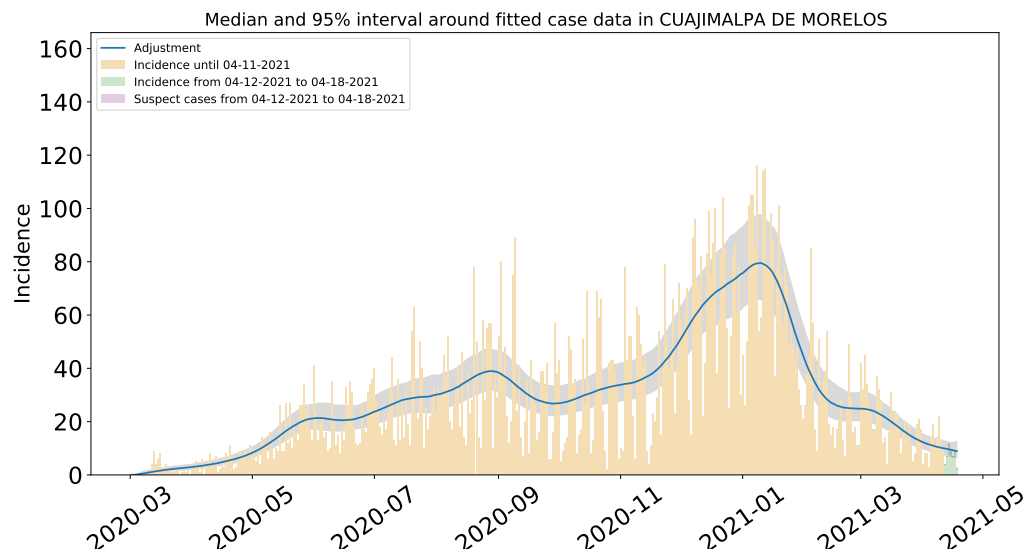


Figura 31: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Cuajimalpa de Morelos.

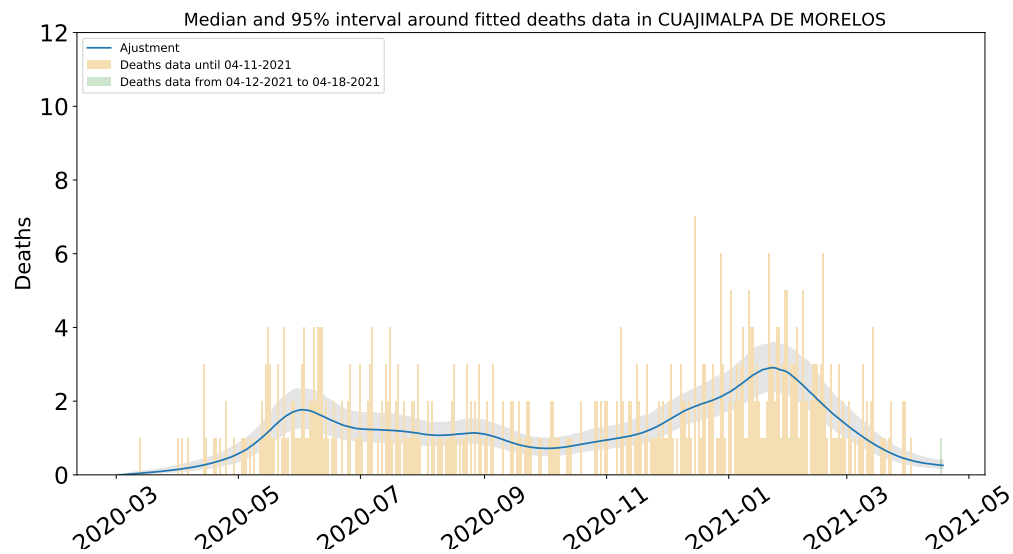


Figura 32: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Cuajimalpa de Morelos.

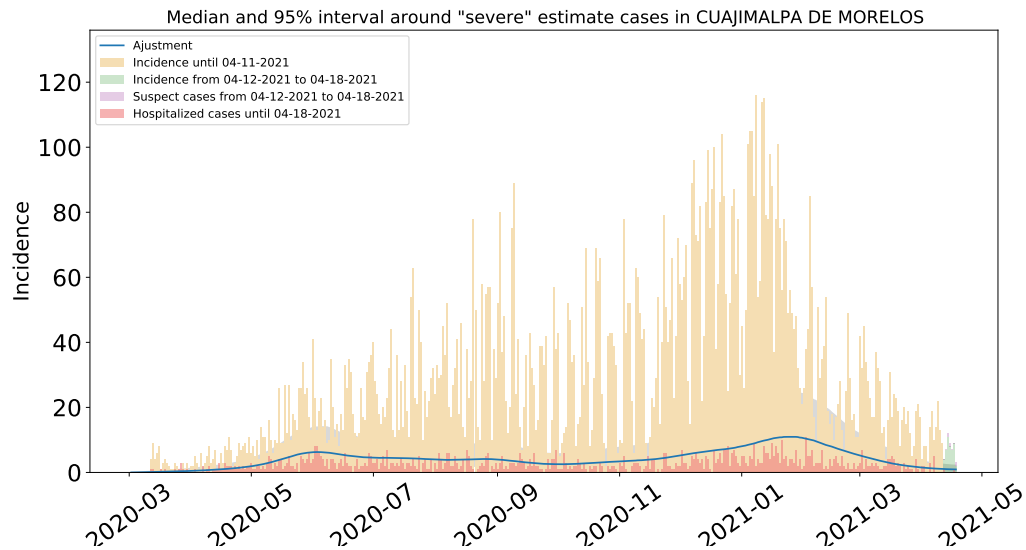


Figura 33: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de CUajimalpa de Morelos comparada con los casos hospitalizados reportados.

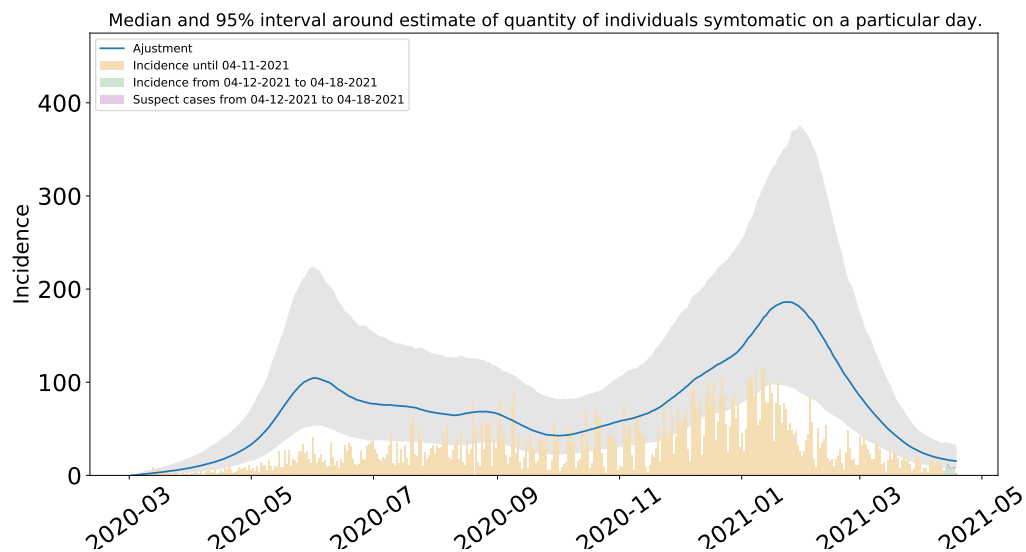


Figura 34: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Cuajimalpa de Morelos. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

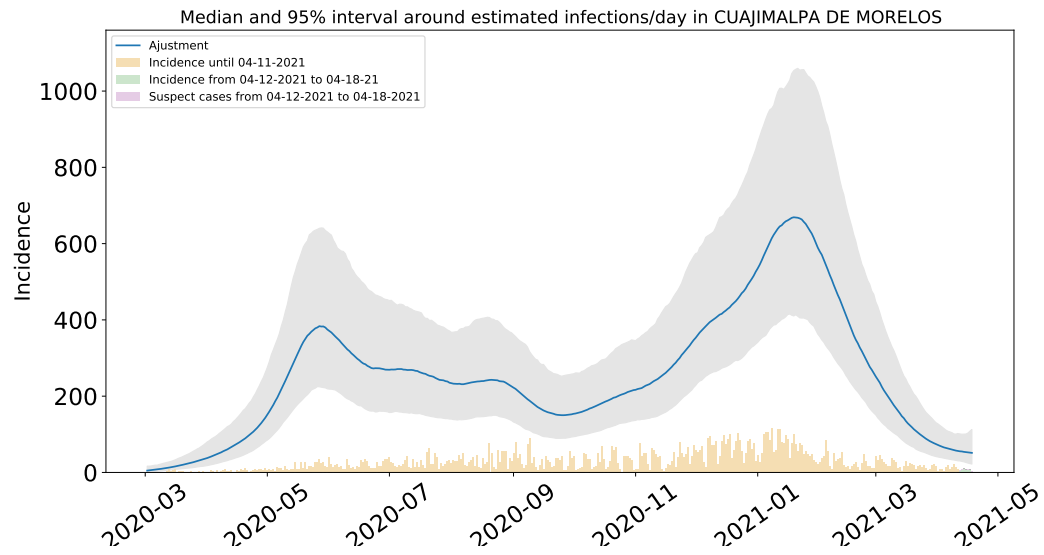


Figura 35: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Cuajimalpa de Morelos. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

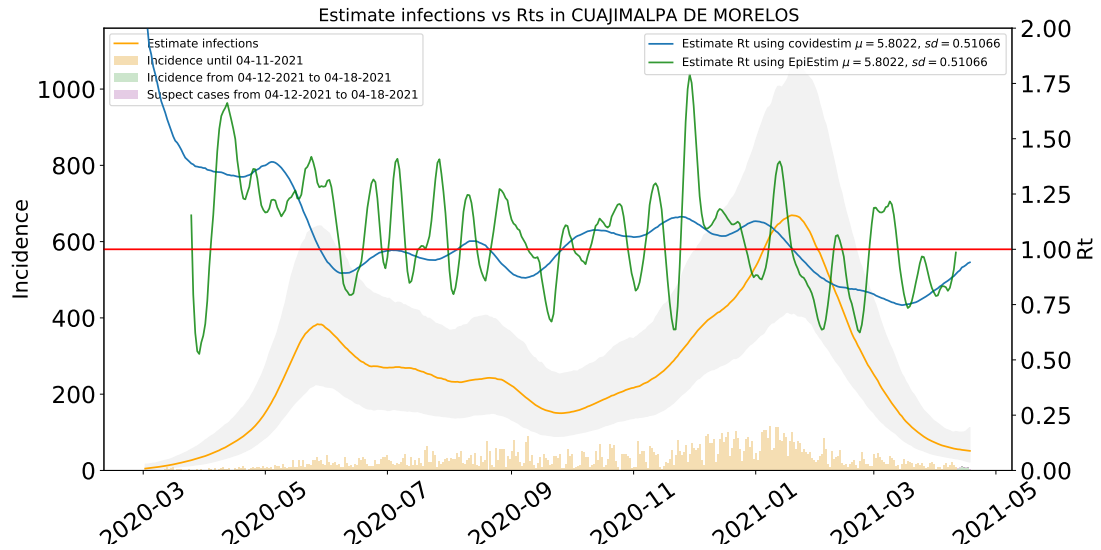


Figura 36: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Cuajimalpa de Morelos para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

## 1.7. Estimaciones Cuauhtémoc

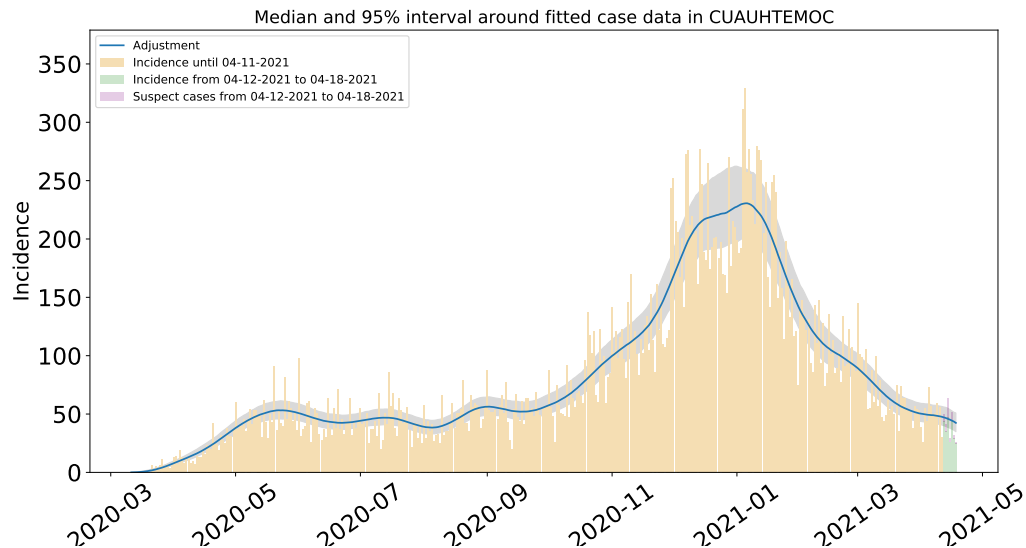


Figura 37: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Cuauhtémoc.

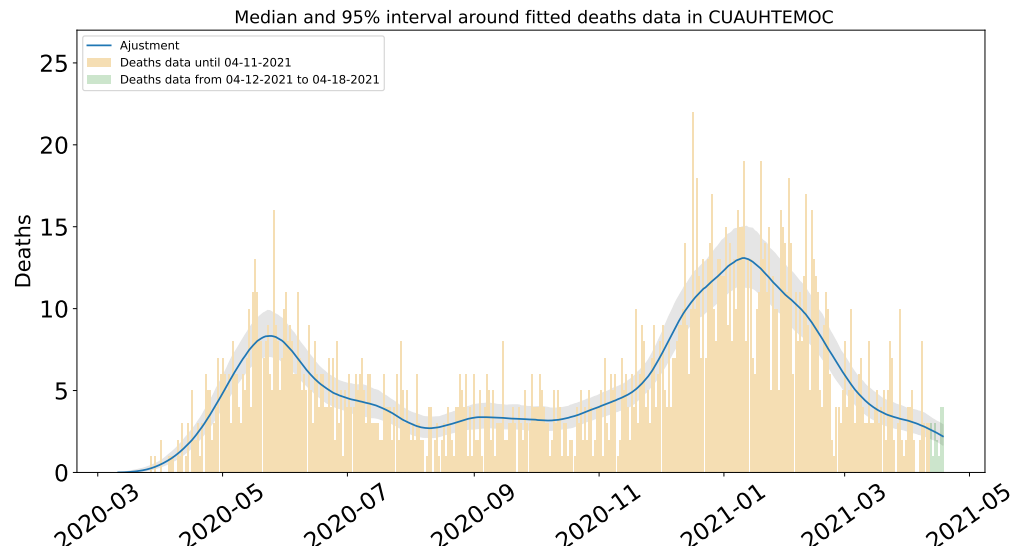


Figura 38: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Cuauhtémoc.

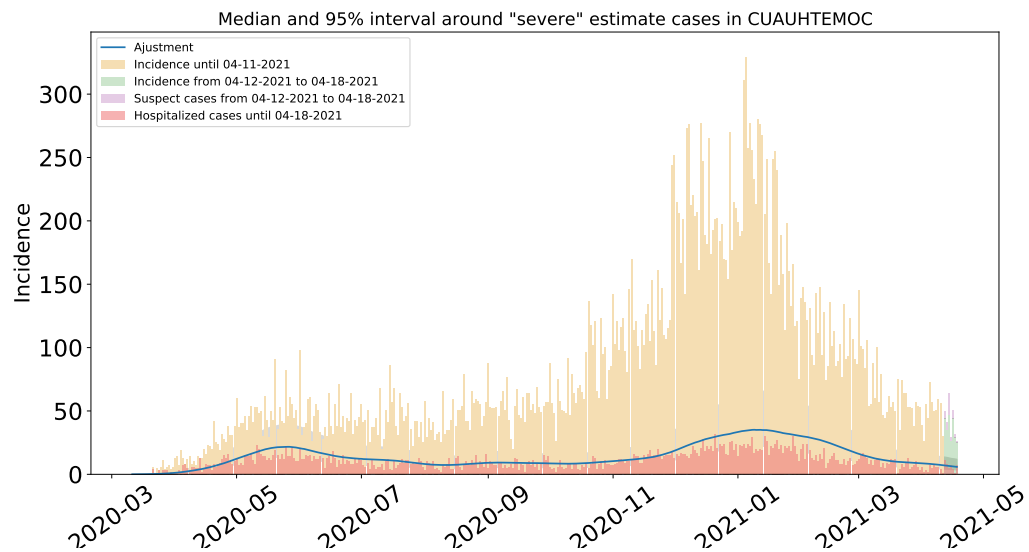


Figura 39: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Cuauhtémoc comparada con los casos hospitalizados reportados.

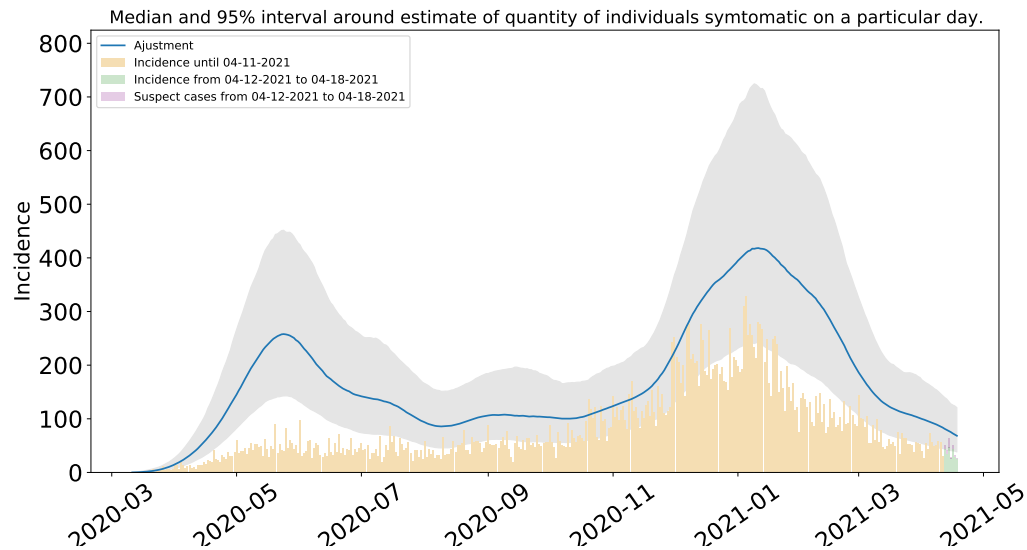


Figura 40: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Cuauhtémoc. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

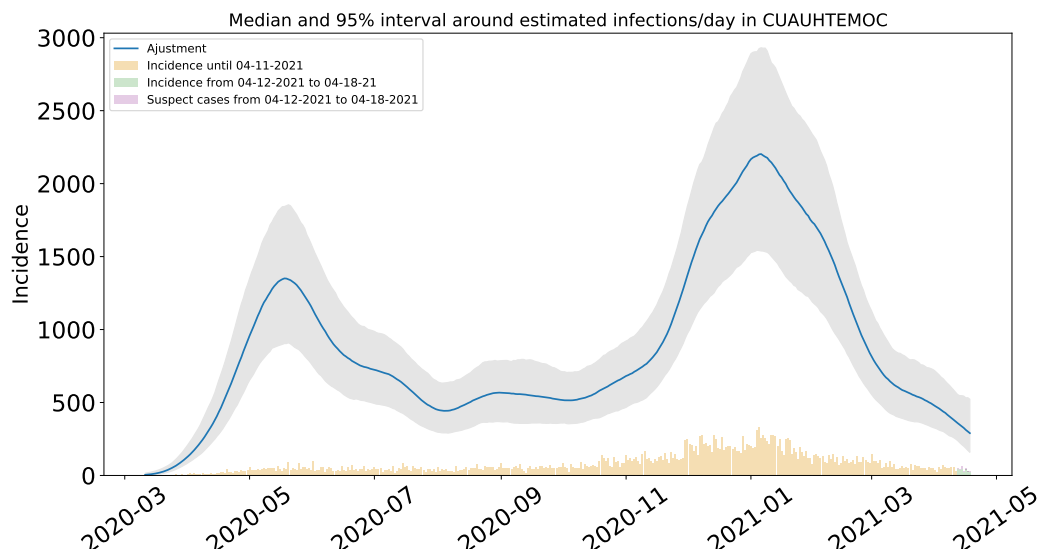


Figura 41: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Cuauhtémoc. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

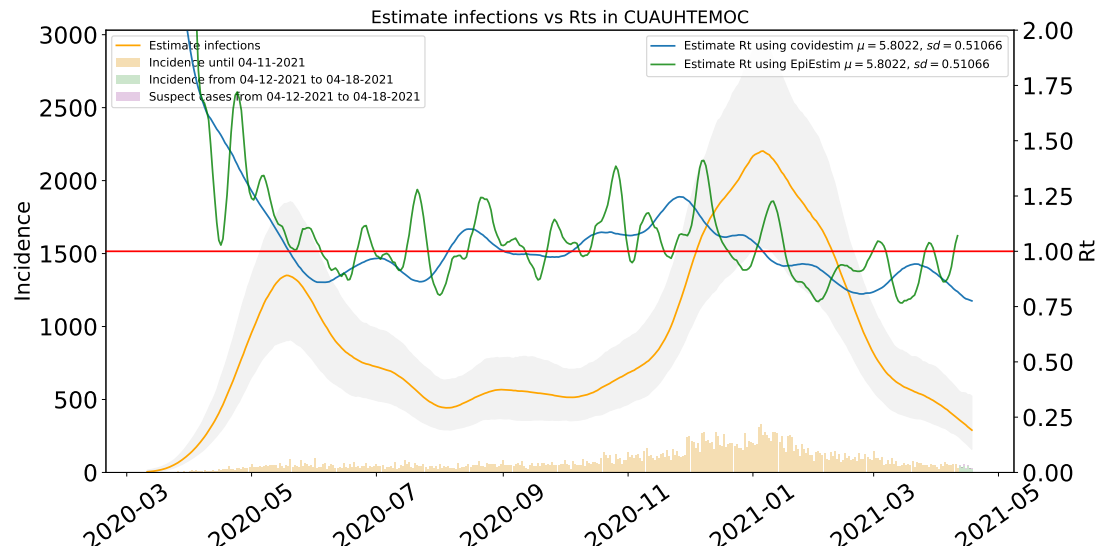


Figura 42: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Cuauhtémoc para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

## 1.8. Estimaciones Gustavo A. Madero

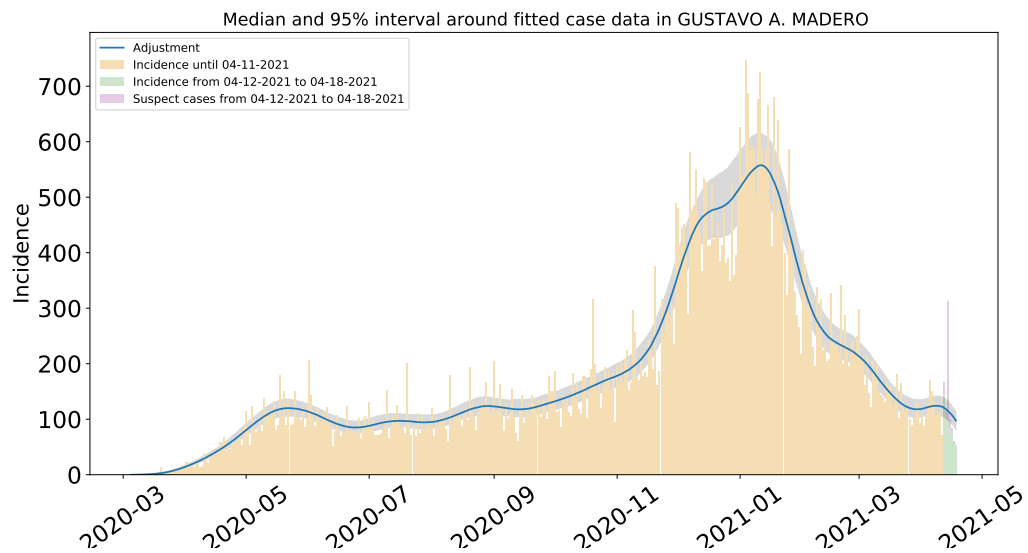


Figura 43: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Amealco de Bonfil Gustavo A. Madero.

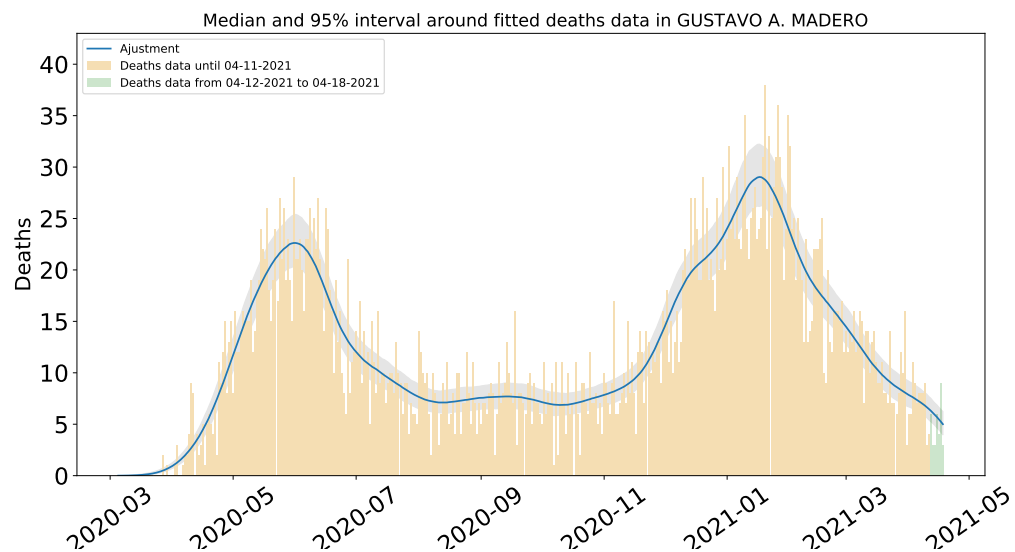


Figura 44: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Gustavo A. Madero.

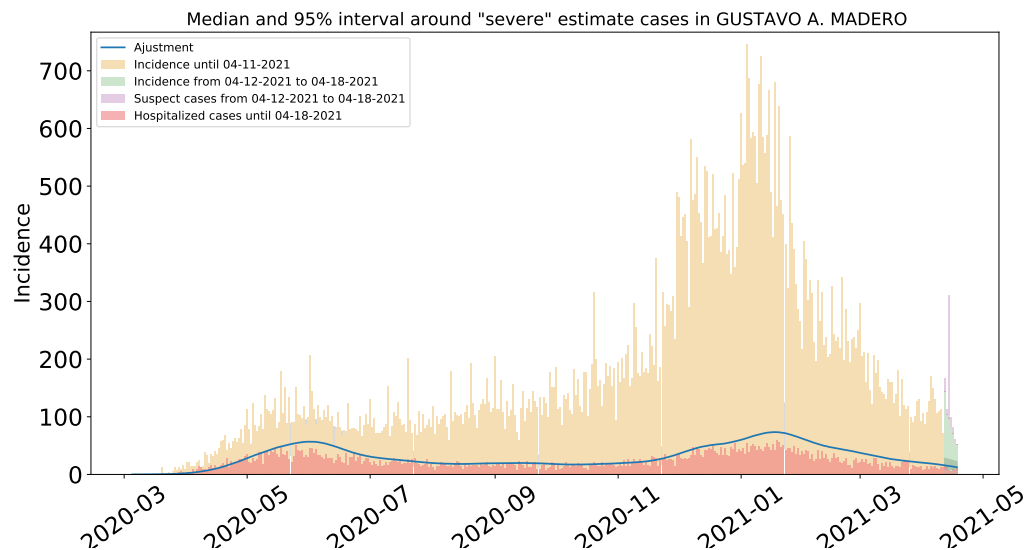


Figura 45: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Gustavo A. Madero comparada con los casos hospitalizados reportados.

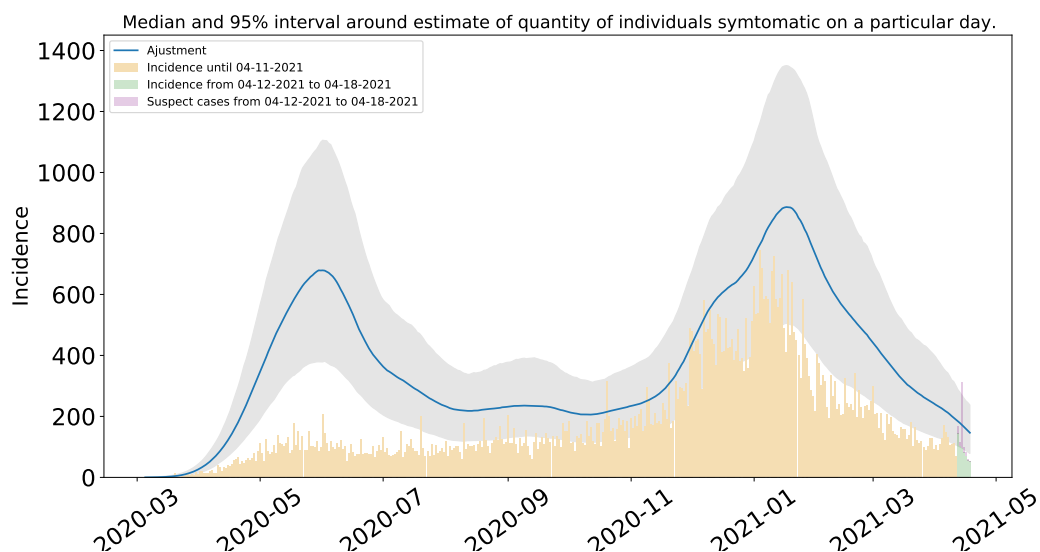


Figura 46: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Gustavo A. Madero. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

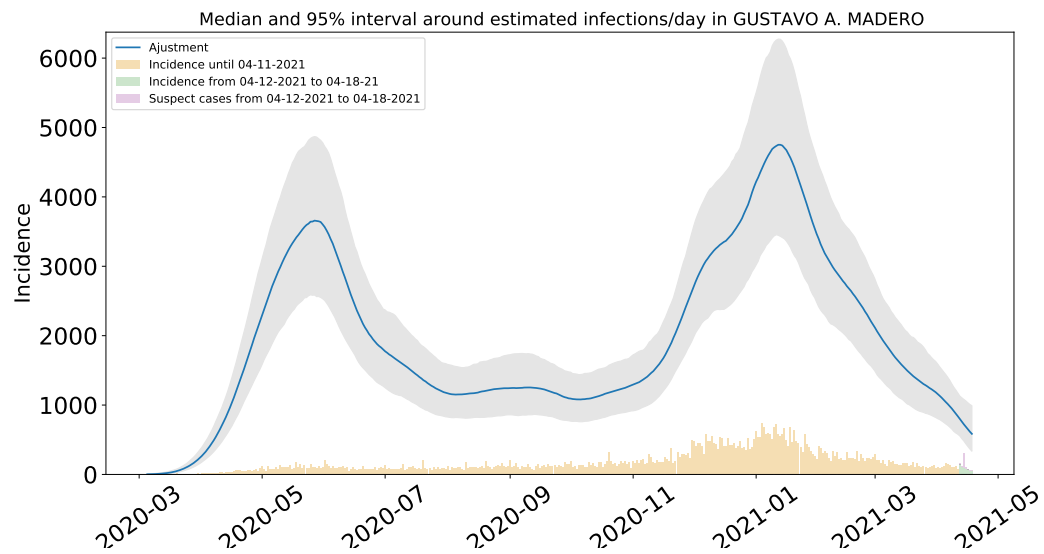


Figura 47: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Gustavo A. Madero. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

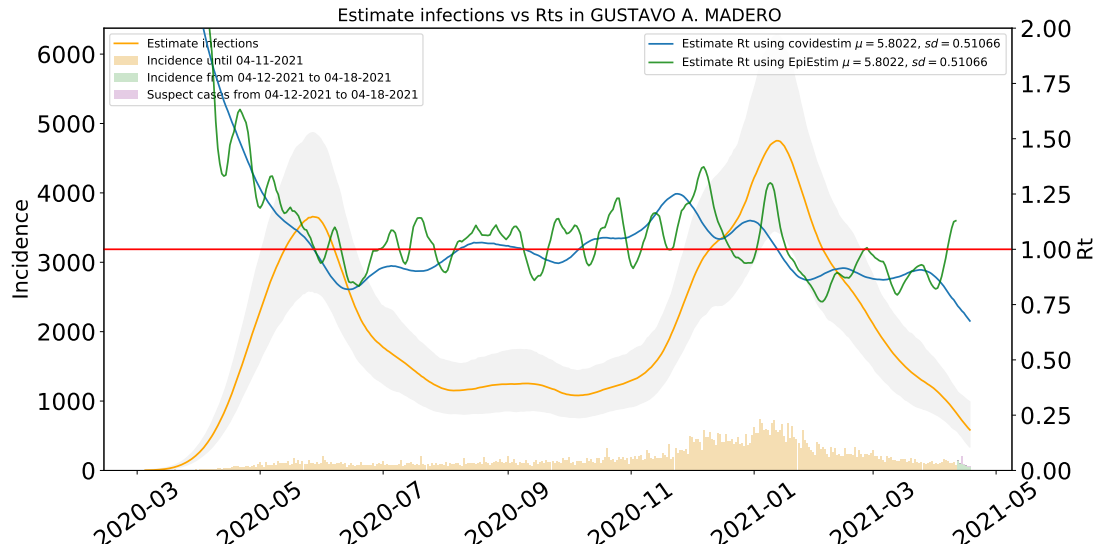


Figura 48: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Gustavo A. Madero para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

## 1.9. Estimaciones Iztacalco

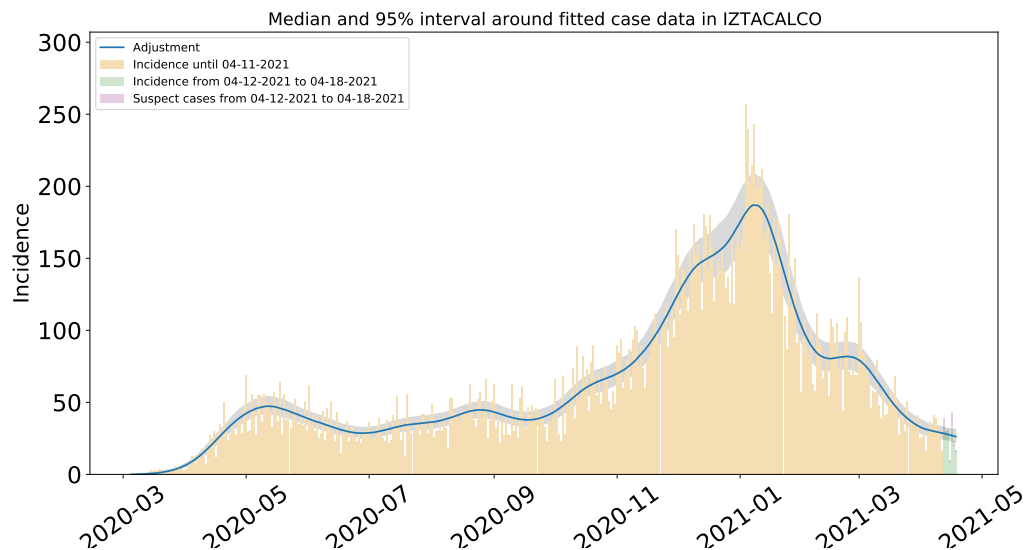


Figura 49: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Iztacalco.

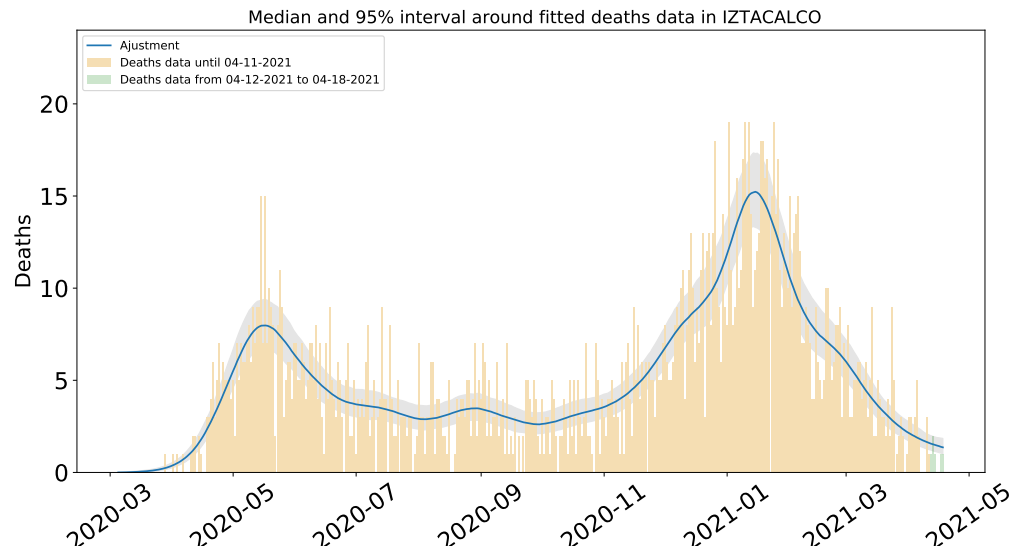


Figura 50: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Iztacalco.

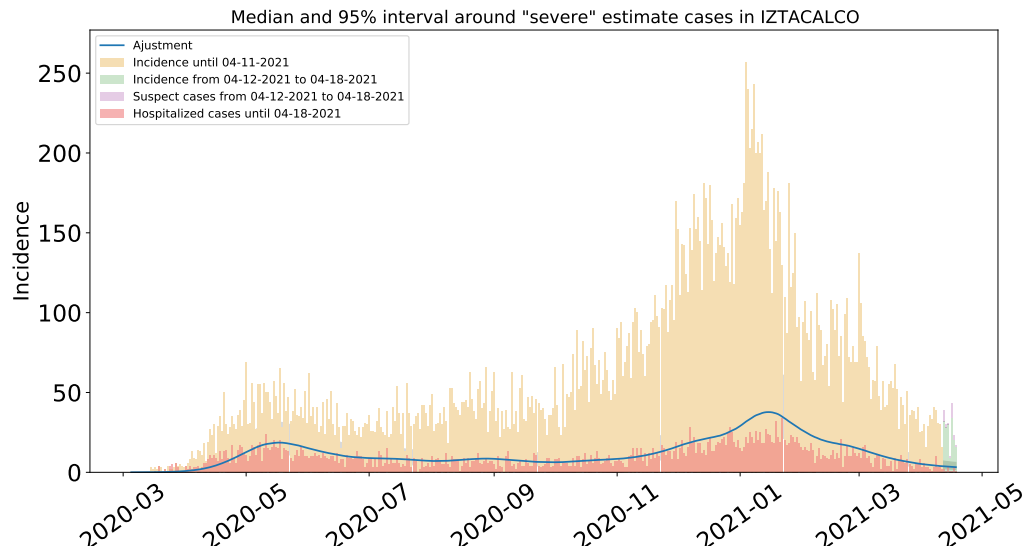


Figura 51: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Iztacalco comparada con los casos hospitalizados reportados.

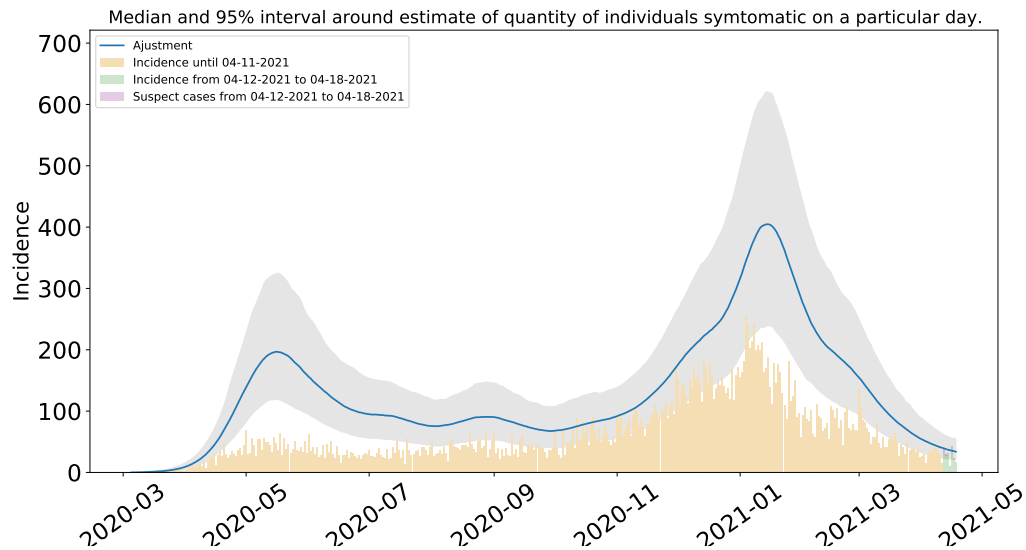


Figura 52: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Iztacalco. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

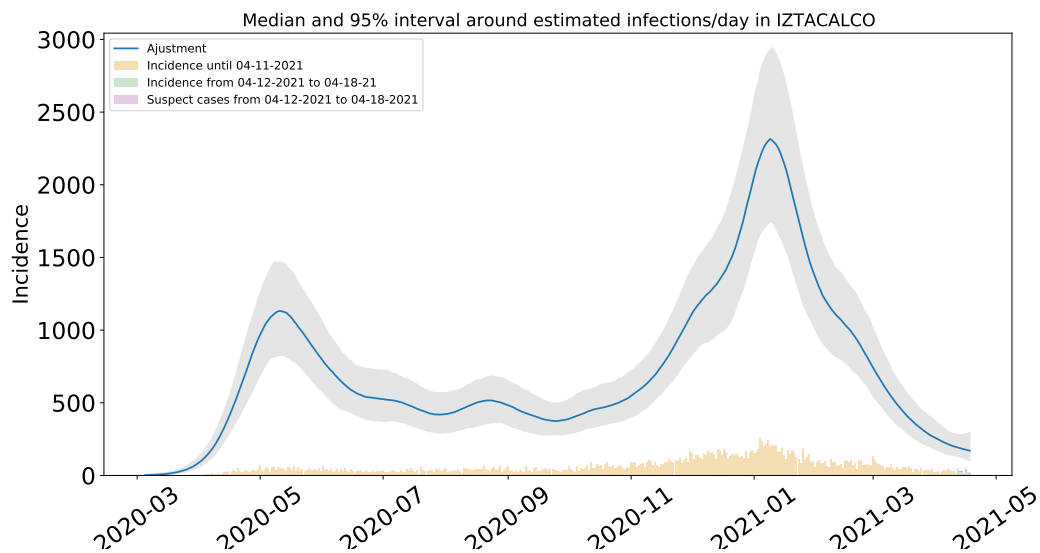


Figura 53: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Iztacalco. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

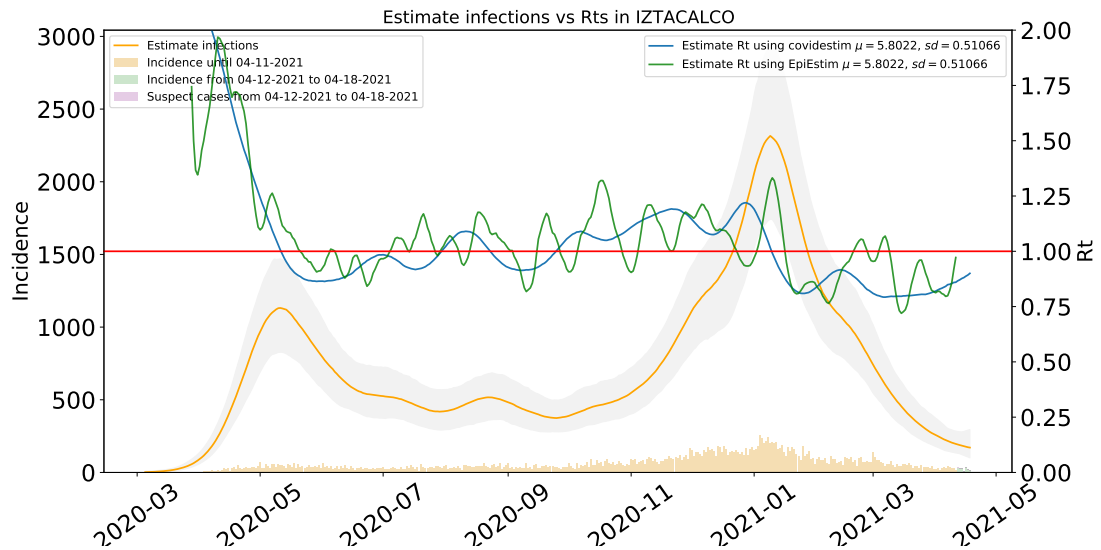


Figura 54: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Aztacalco para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

## 1.10. Estimaciones Iztapalapa

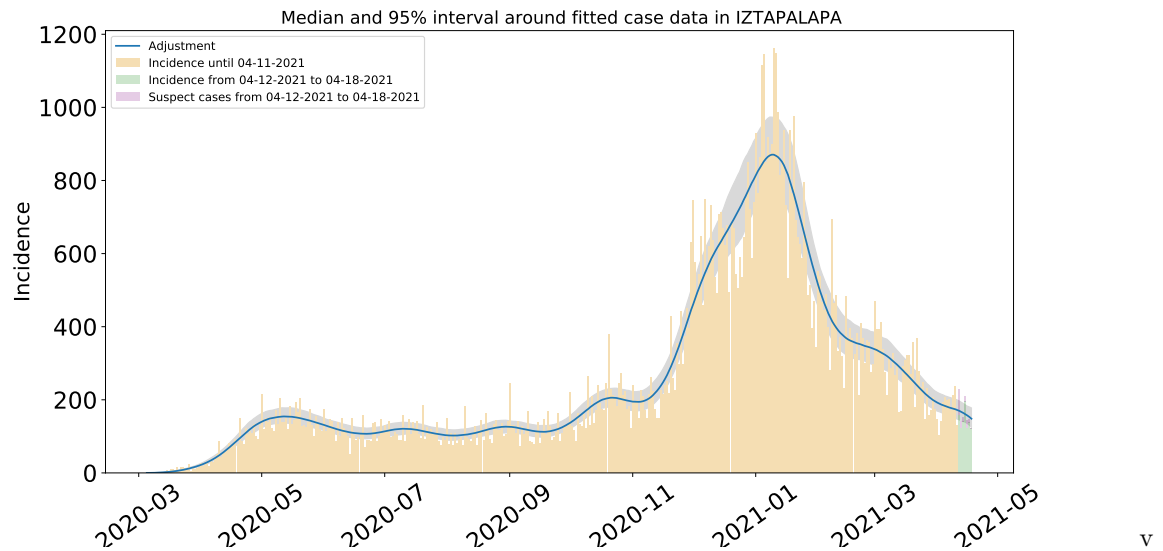


Figura 55: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en IZtapalapa.

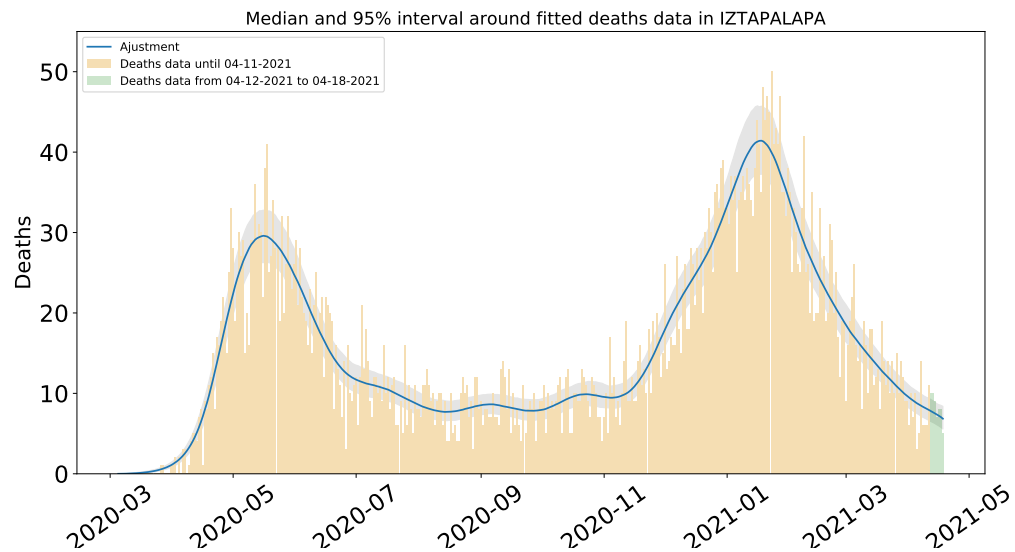


Figura 56: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Iztapalapa.

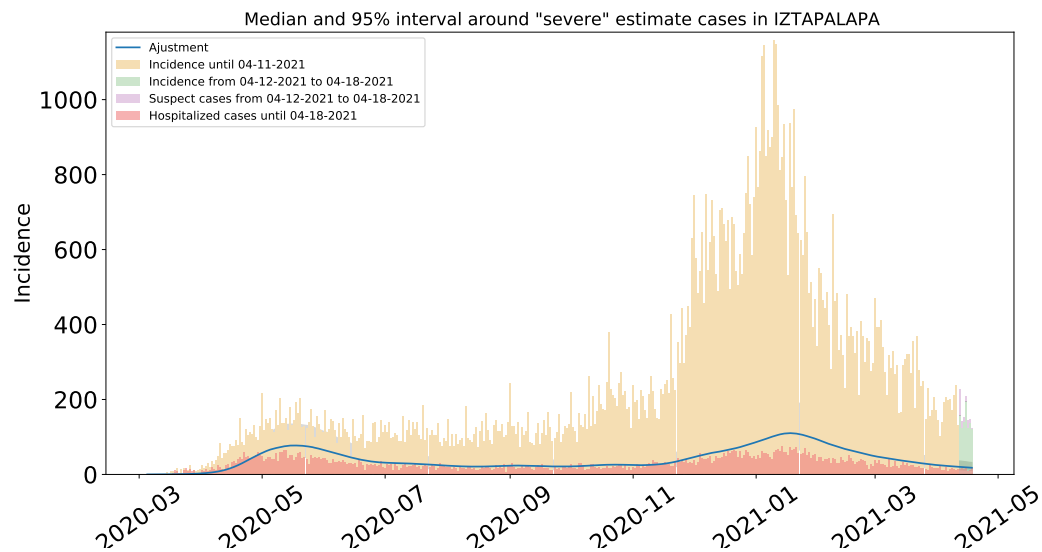


Figura 57: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Iztapalapa comparada con los casos hospitalizados reportados.

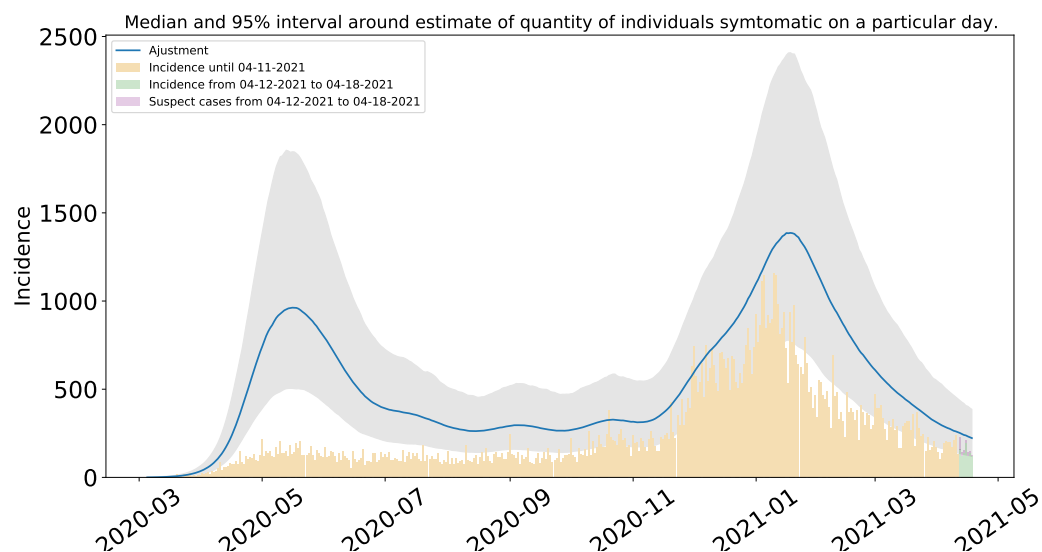


Figura 58: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Iztapalapa. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

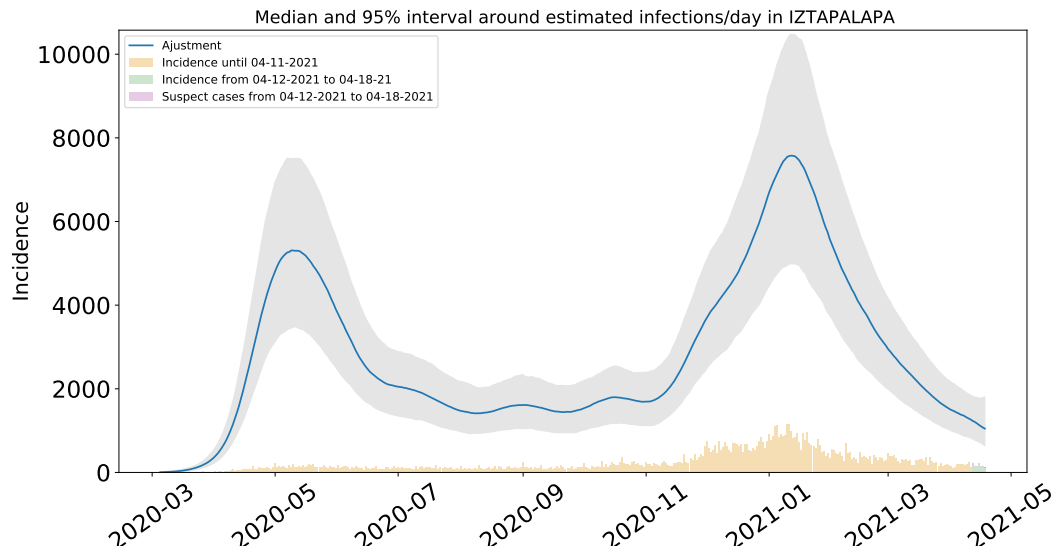


Figura 59: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Iztapalapa. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

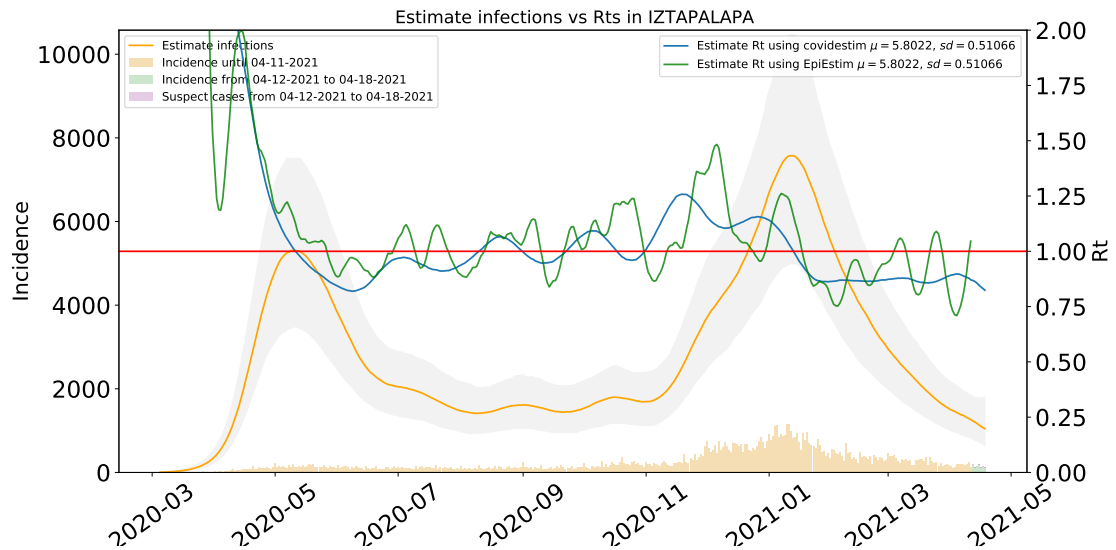


Figura 60: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Iztapalapa para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

### 1.11. Estimaciones Magdalena Contreras

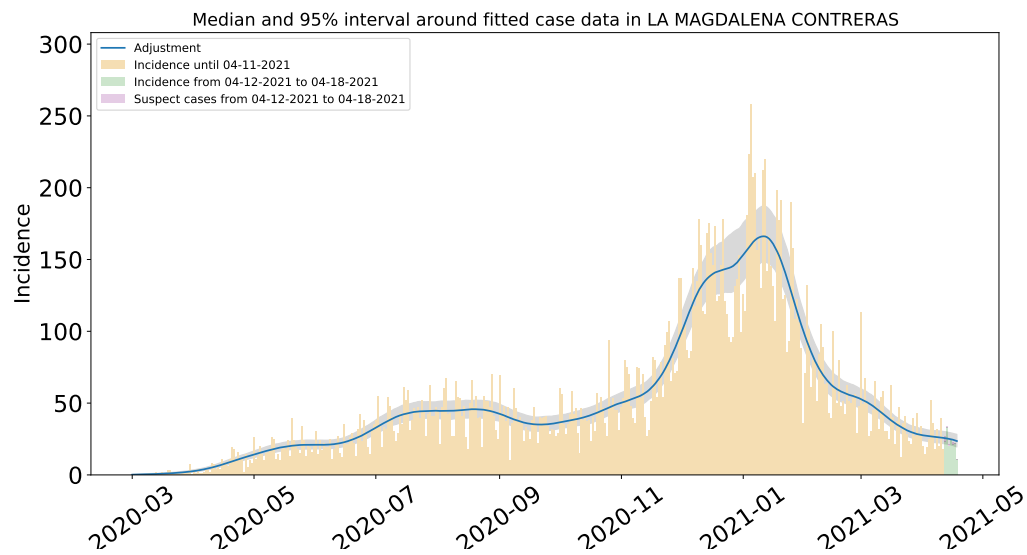


Figura 61: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Magdalena Contreras.

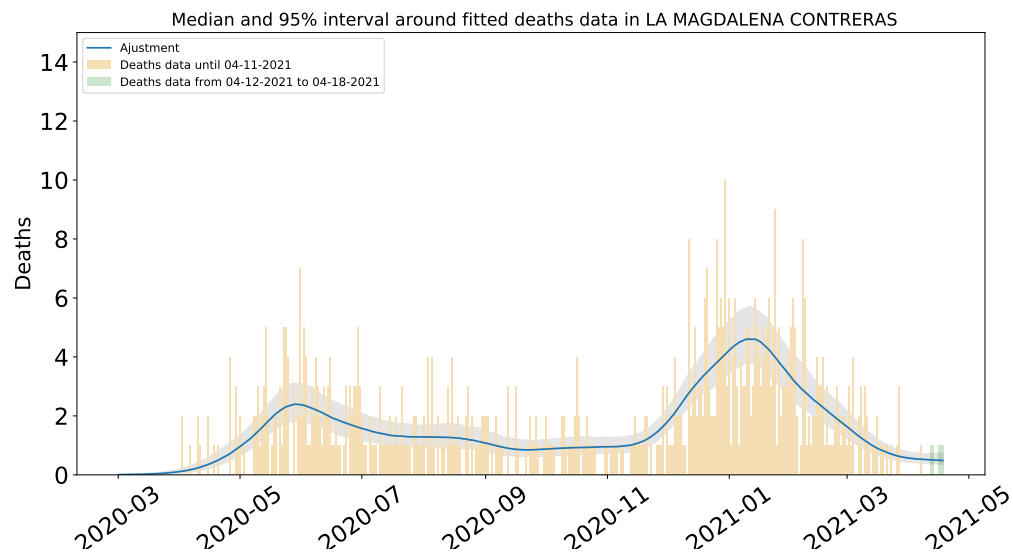


Figura 62: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía Magdalena Contreras.

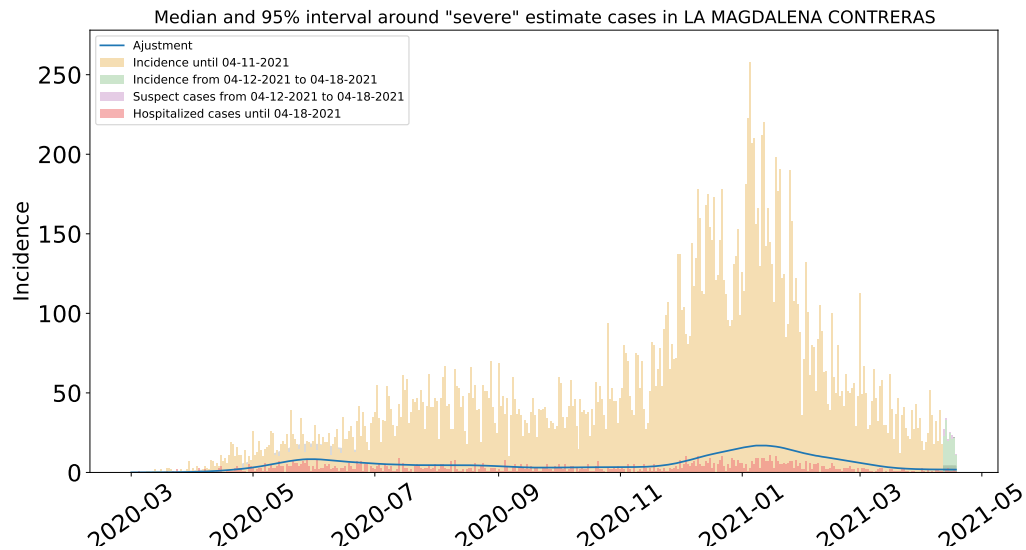


Figura 63: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía Magdalena Contreras comparada con los casos hospitalizados reportados.

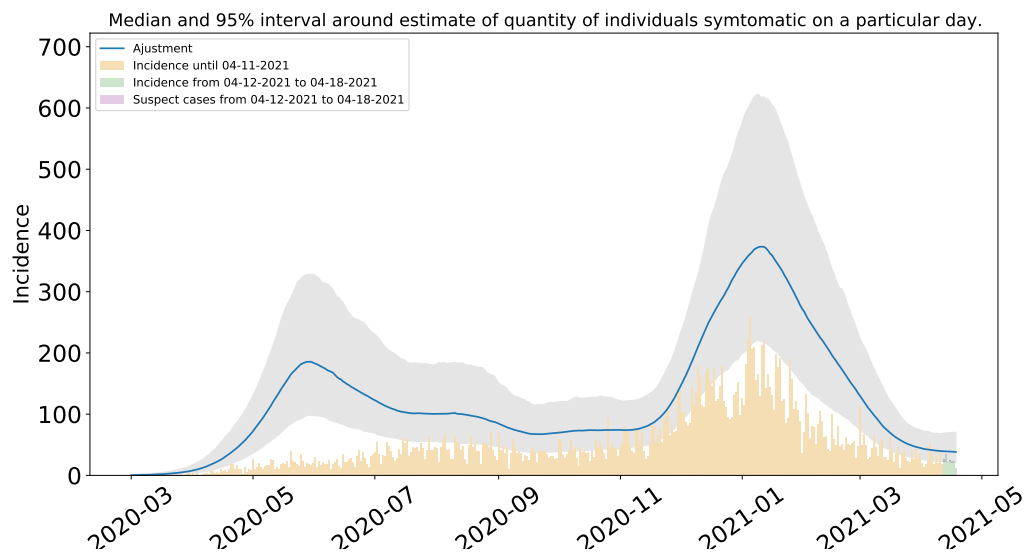


Figura 64: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Magdalena Contreras. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

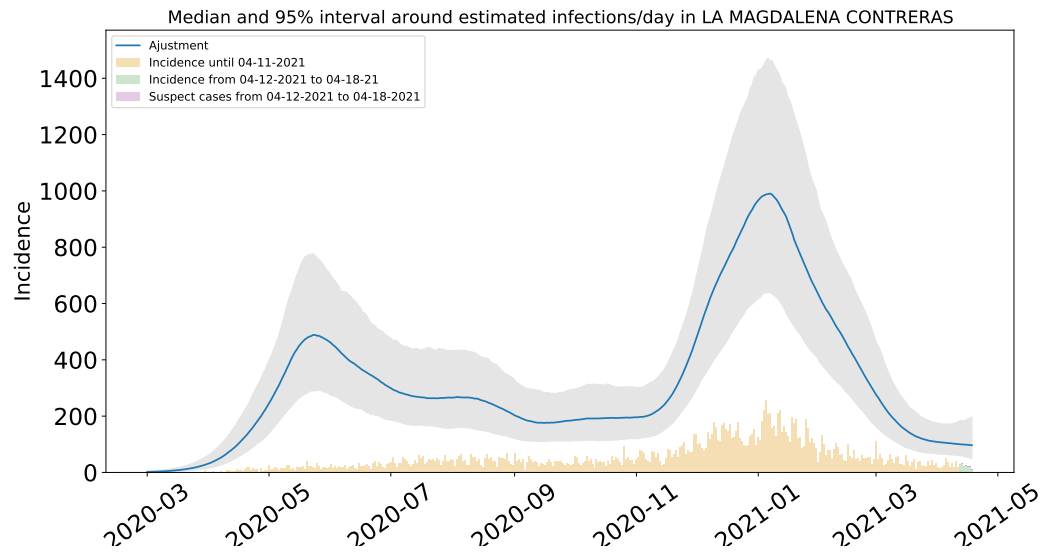


Figura 65: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Magdalena Contreras. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

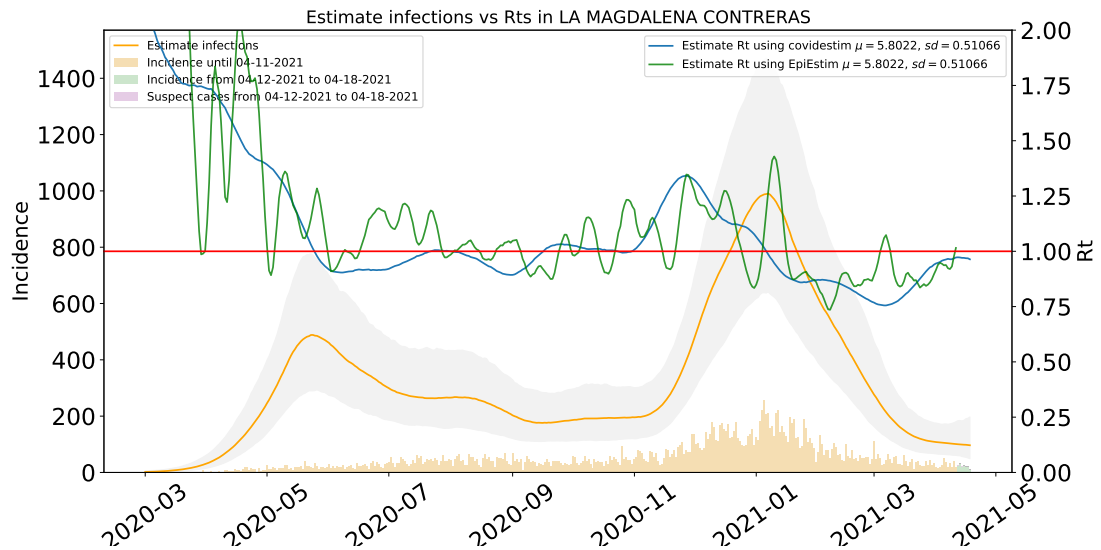


Figura 66: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Magdalena Contreras para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

## 1.12. Estimaciones Miguel Hidalgo

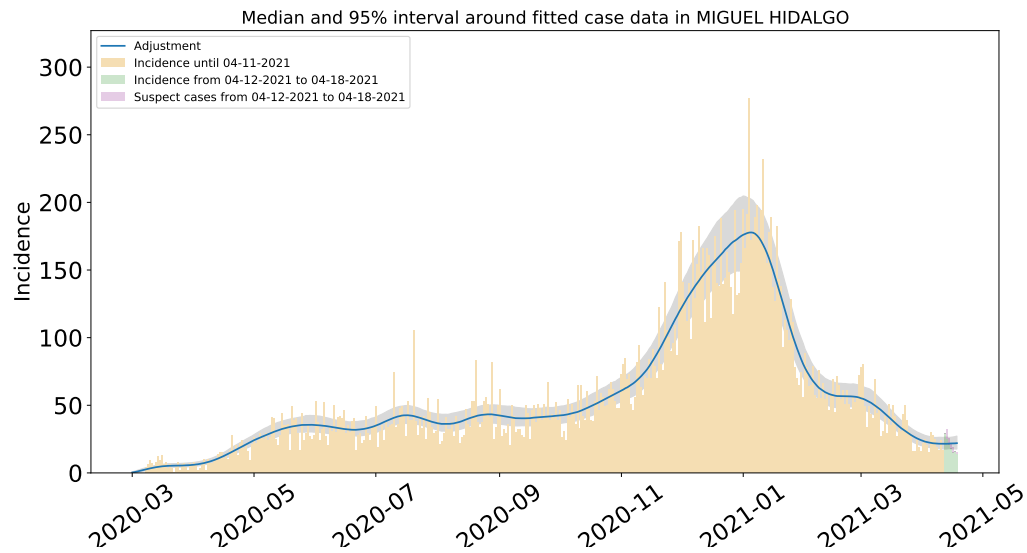


Figura 67: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Miguel Hidalgo.

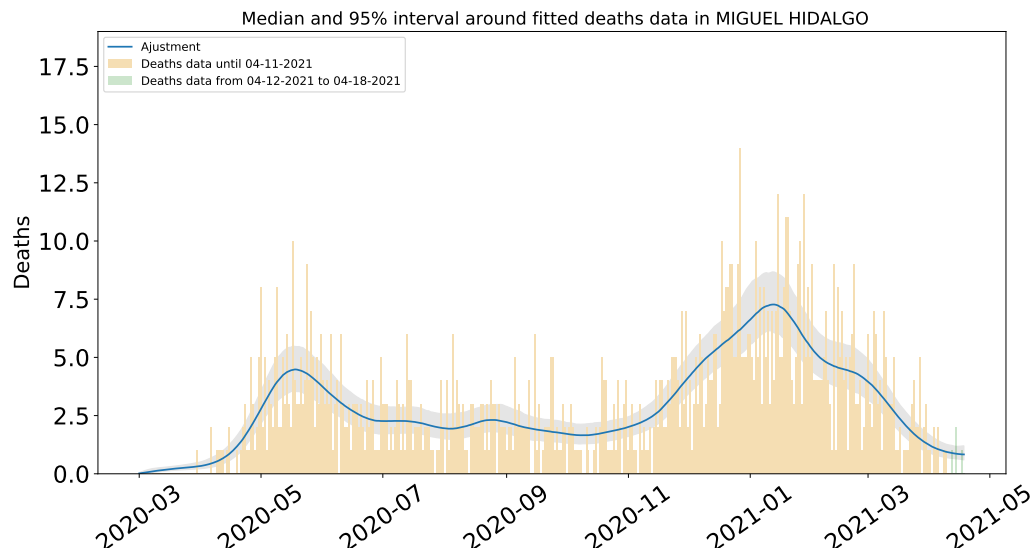


Figura 68: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía Miguel Hidalgo.

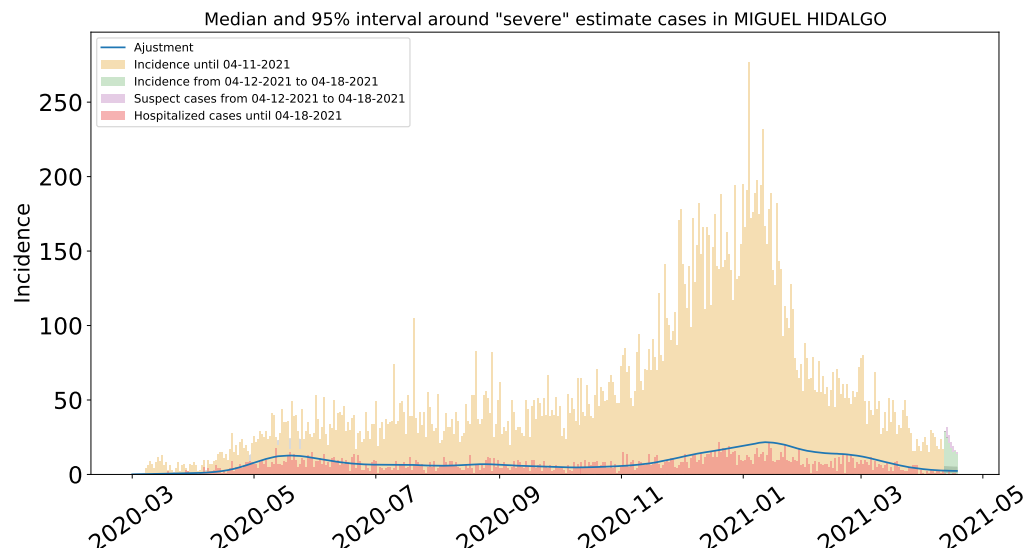


Figura 69: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Miguel Hidalgo comparada con los casos hospitalizados reportados.

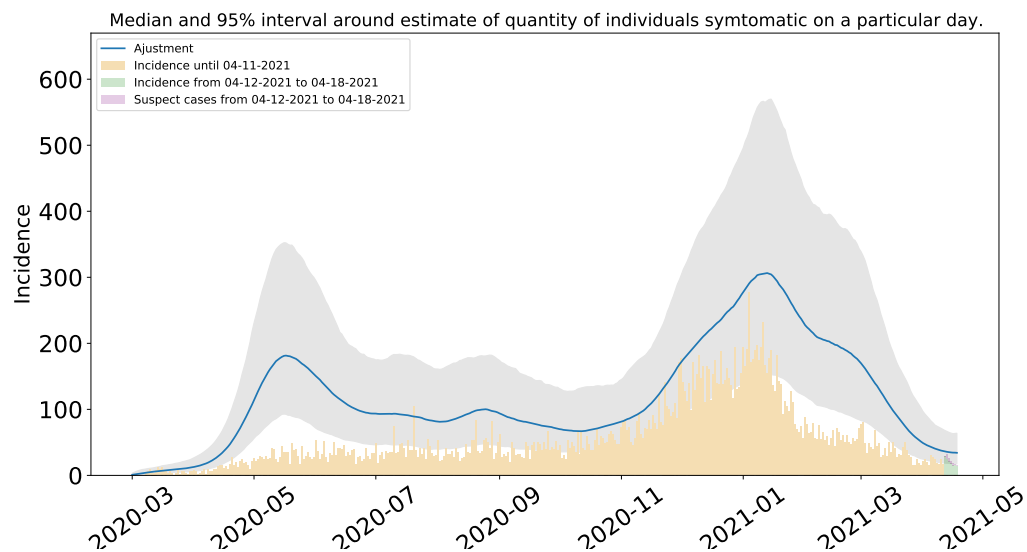


Figura 70: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Miguel Hidalgo. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

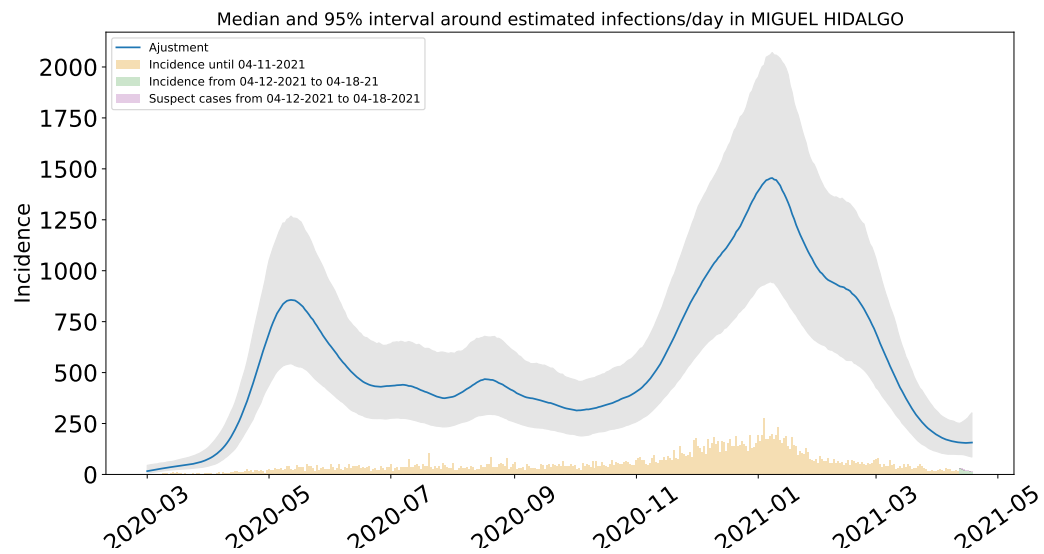


Figura 71: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Miguel Hidalgo. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

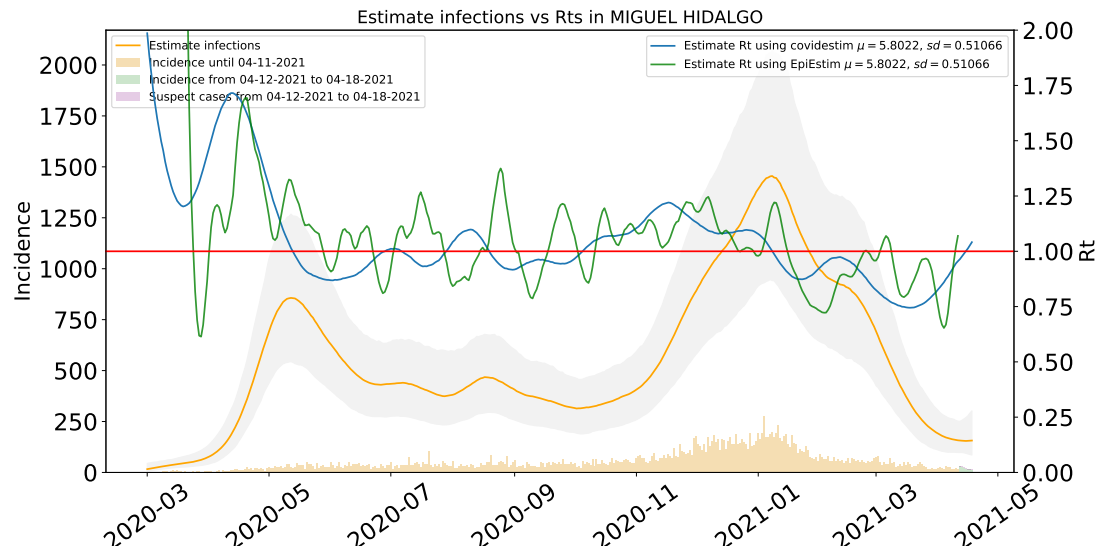


Figura 72: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Miguel Hidalgo para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

### 1.13. Estimaciones Milpa Alta

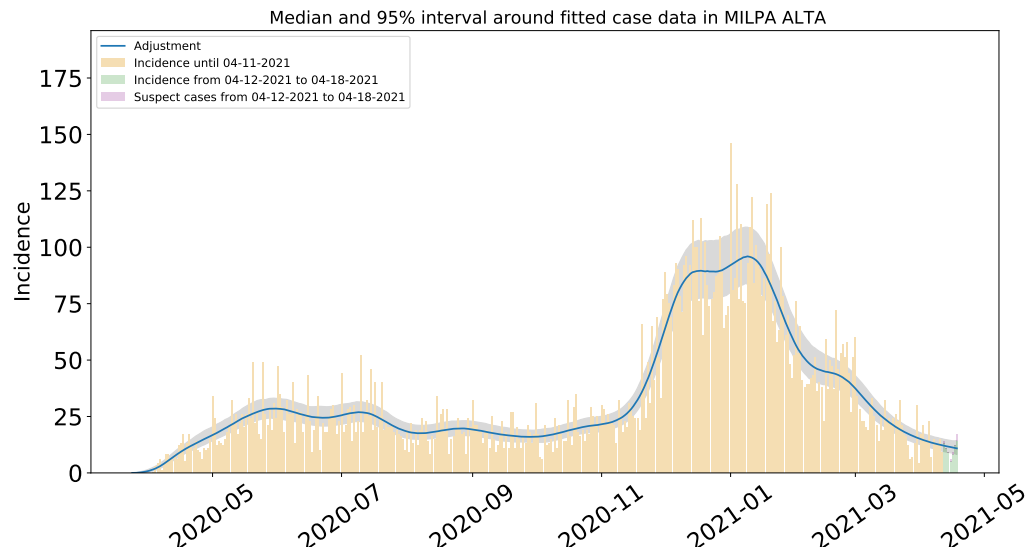


Figura 73: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Milpa Alta.

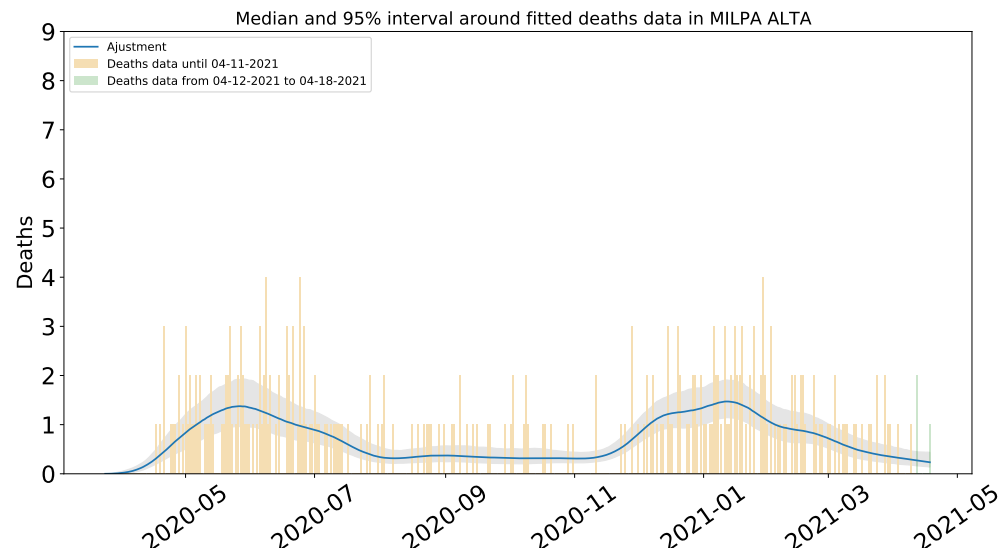


Figura 74: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Milpa Alta.

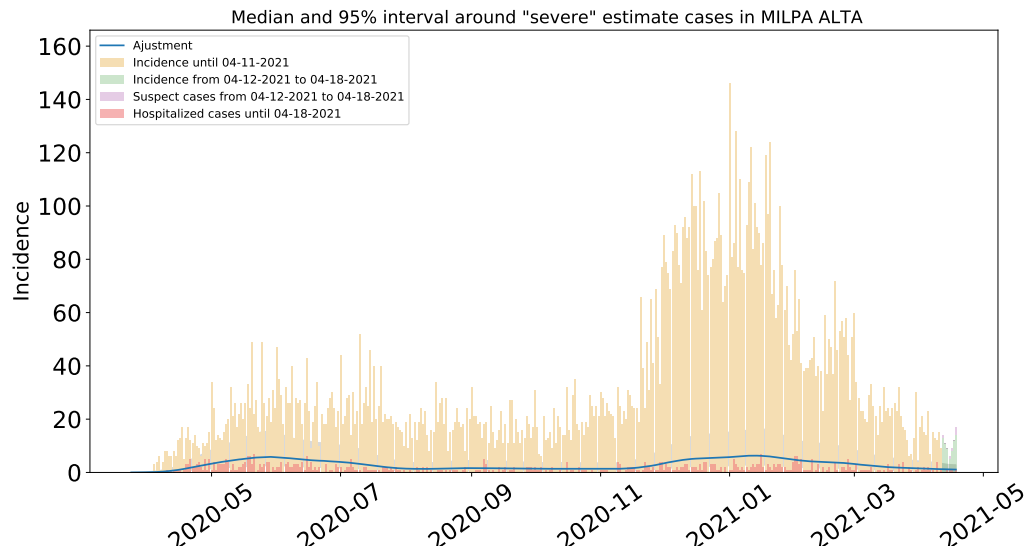


Figura 75: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Milpa Alta comparada con los casos hospitalizados reportados.

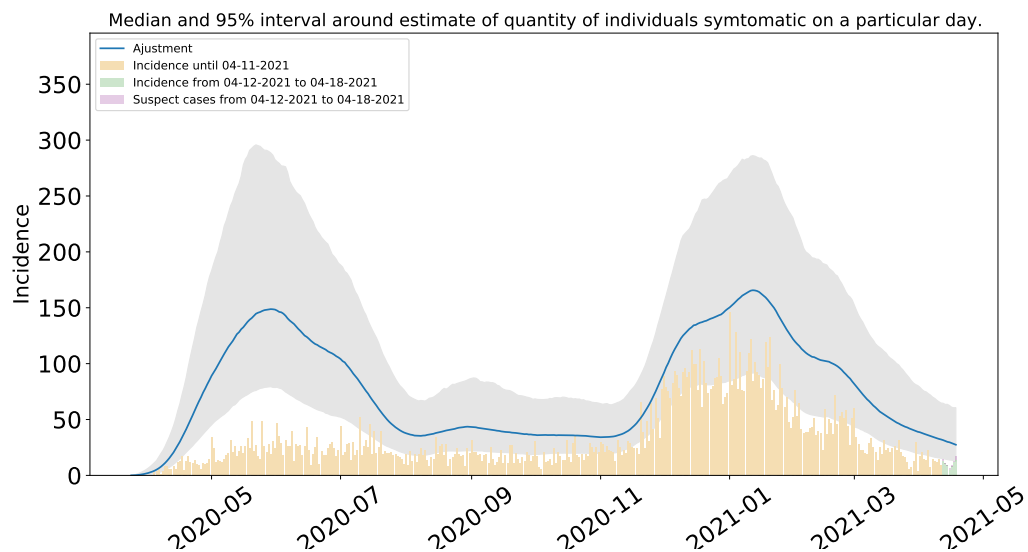


Figura 76: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Milpa Alta. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

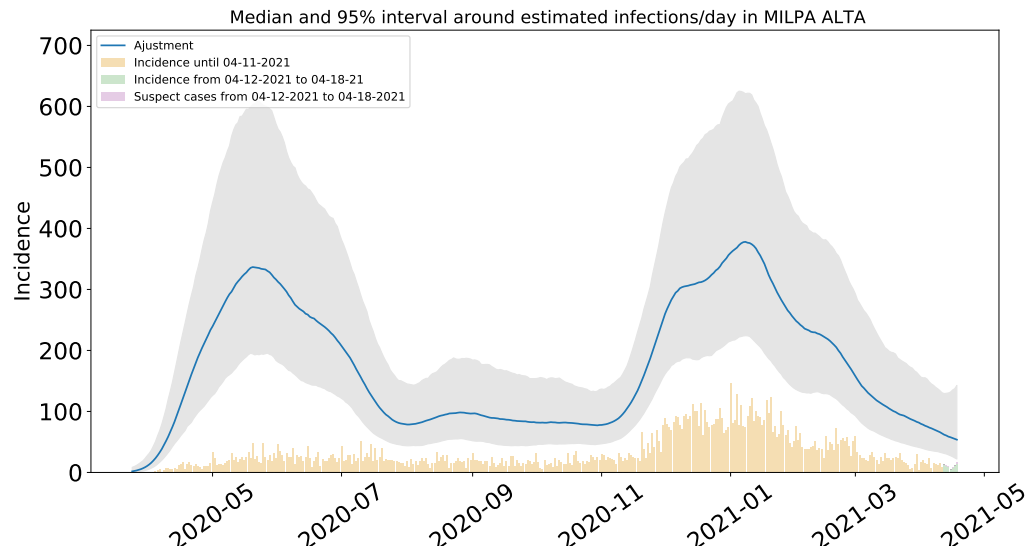


Figura 77: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Milpa Alta. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

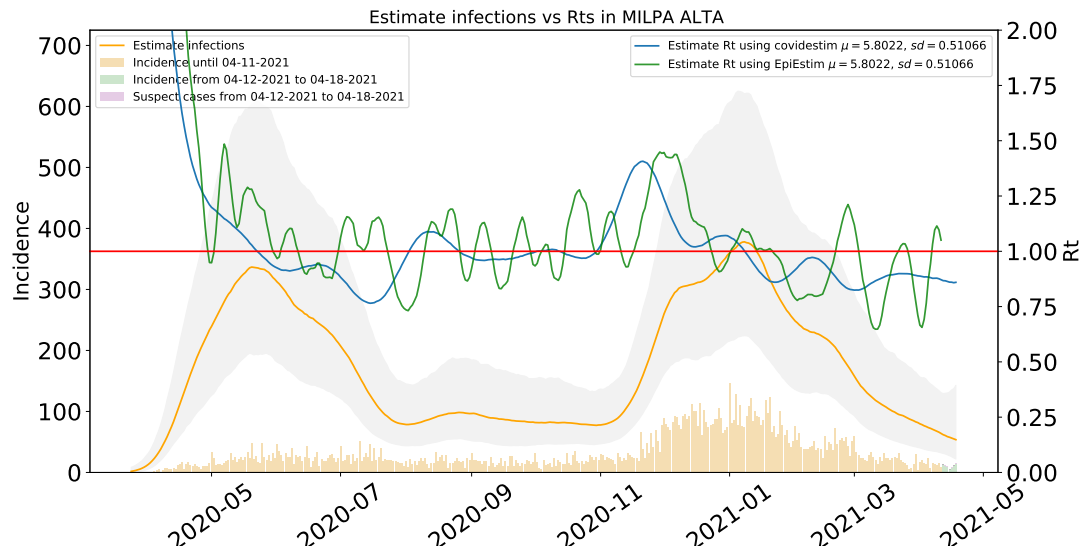


Figura 78: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Milpa Alta para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

#### 1.14. Estimaciones Tláhuac

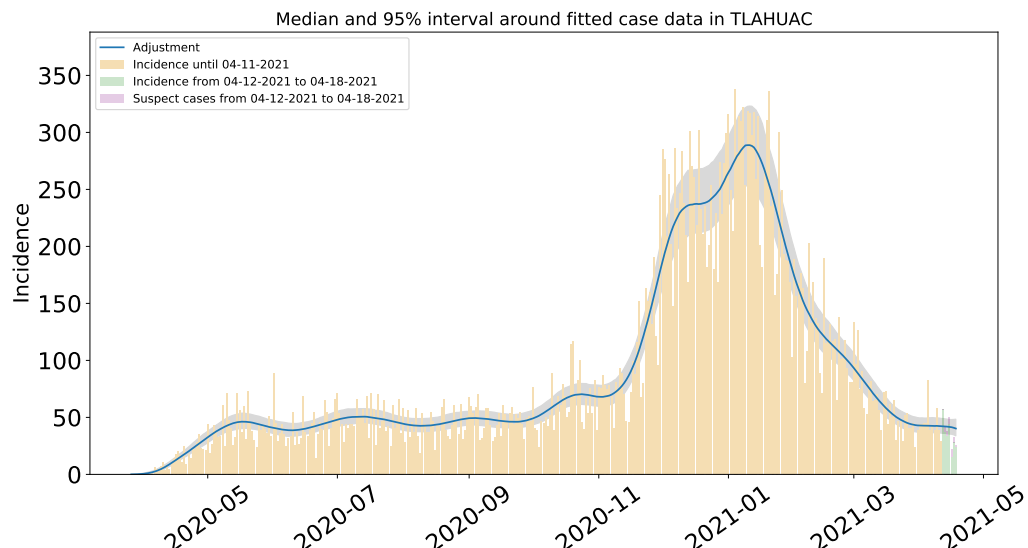


Figura 79: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Tláhuac.

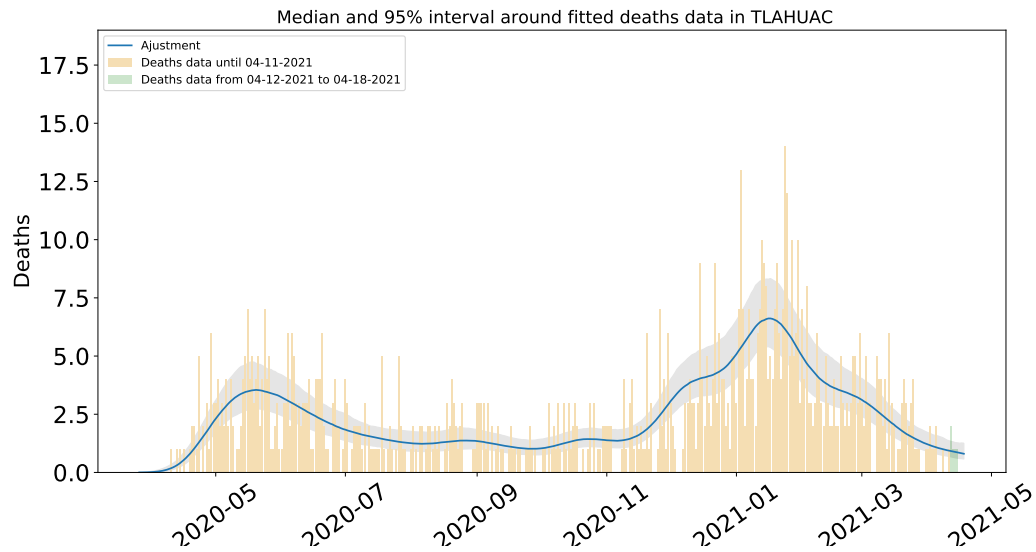


Figura 80: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Tláhuac.

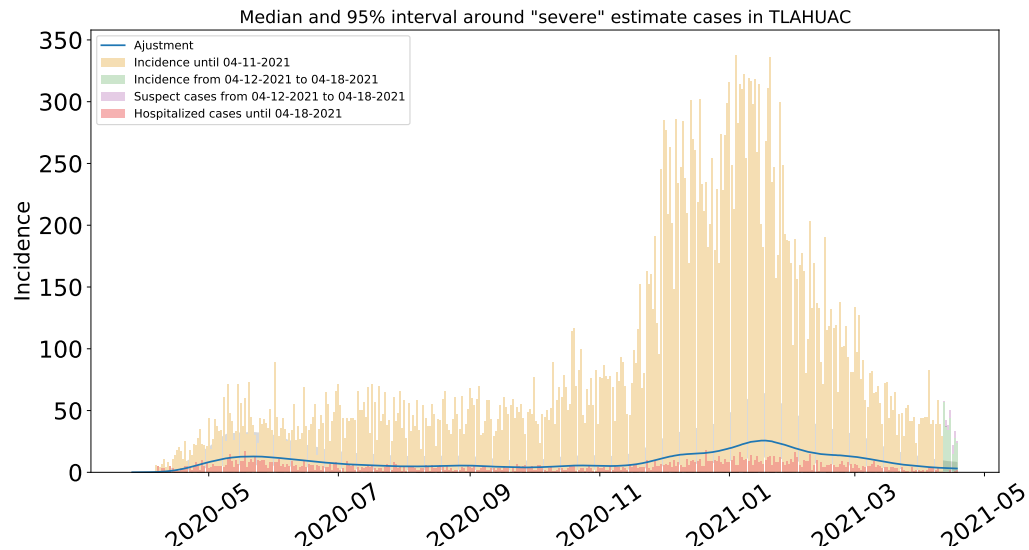


Figura 81: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Tláhuac comparada con los casos hospitalizados reportados.

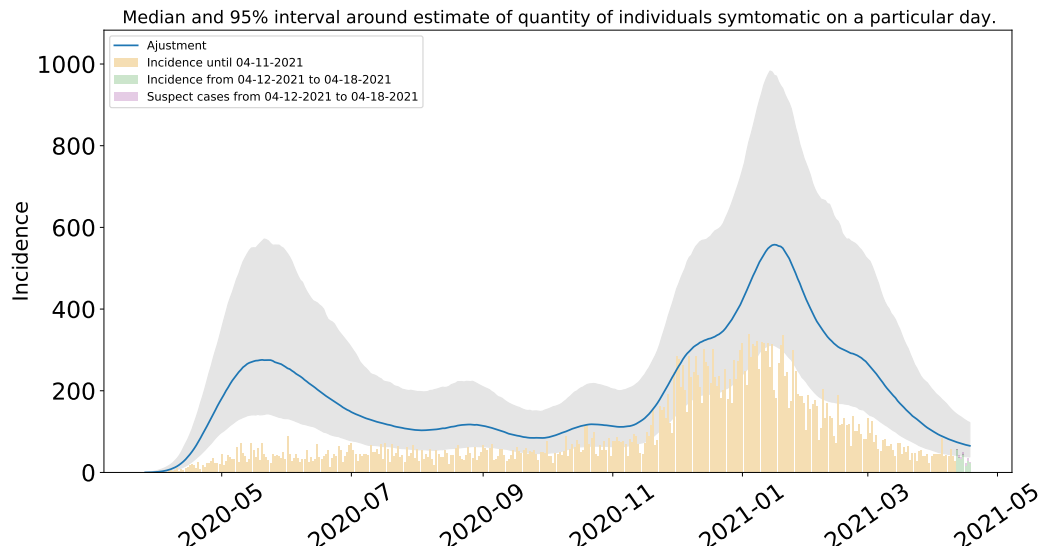


Figura 82: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Tláhuac. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

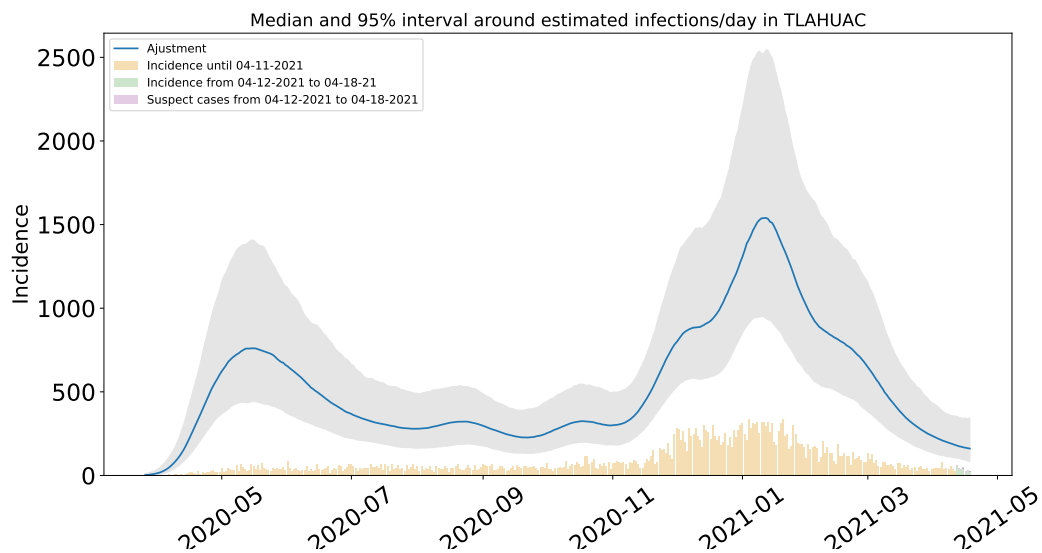


Figura 83: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Tláhuac. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

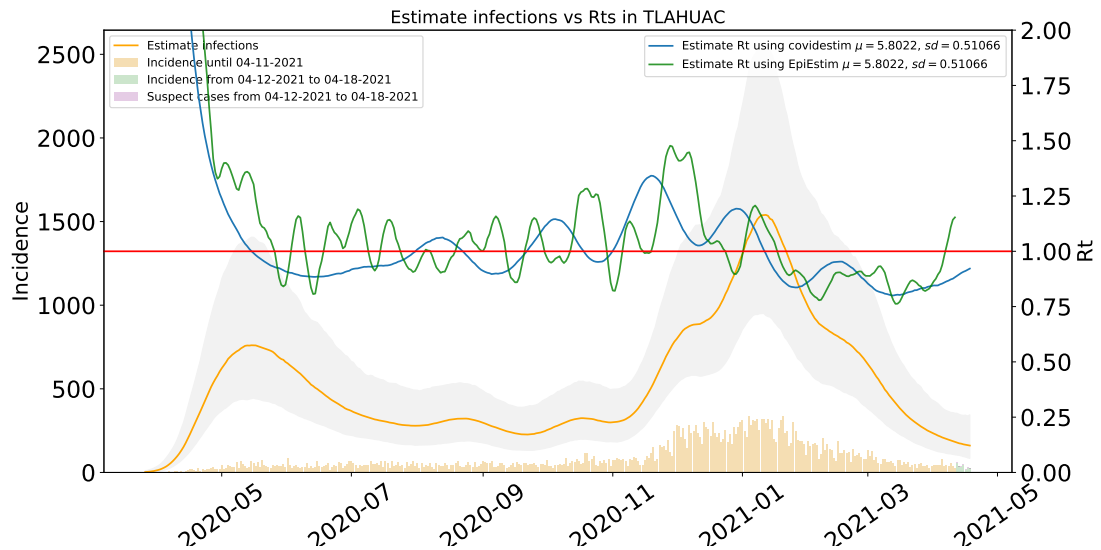


Figura 84: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Tláhuac para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

### 1.15. Estimaciones Tlalpan

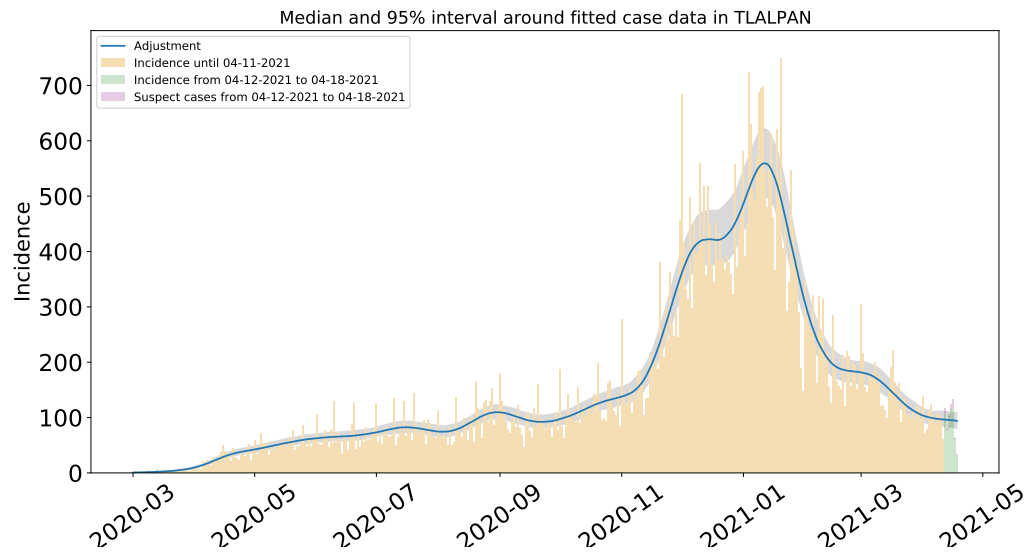


Figura 85: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Tlalpan.

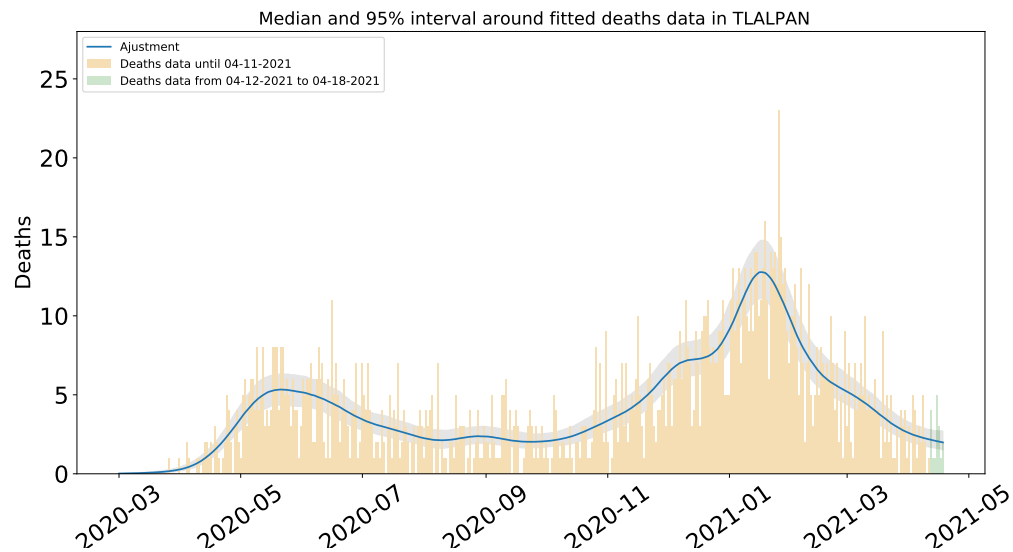


Figura 86: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Tlalpan.

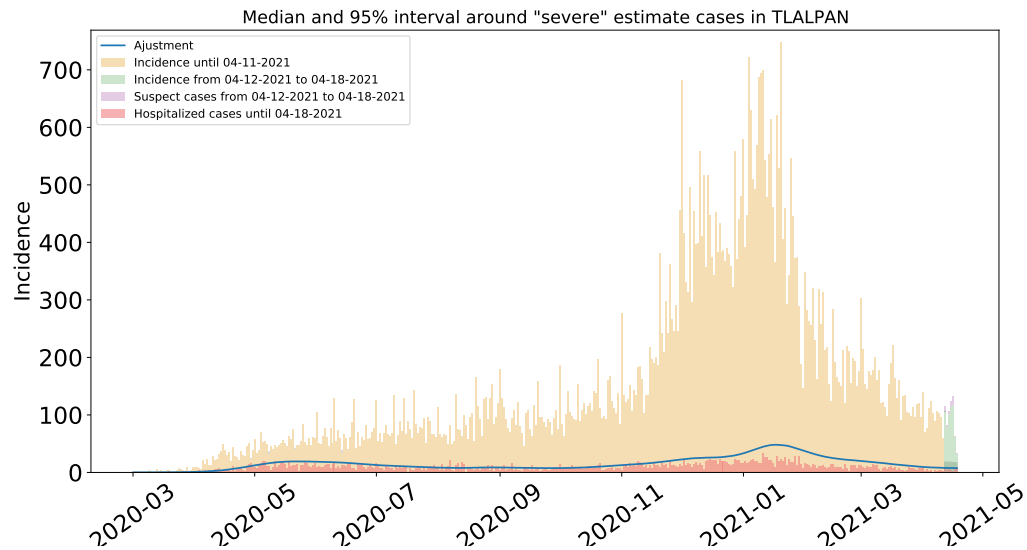


Figura 87: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Tlalpan comparada con los casos hospitalizados reportados.

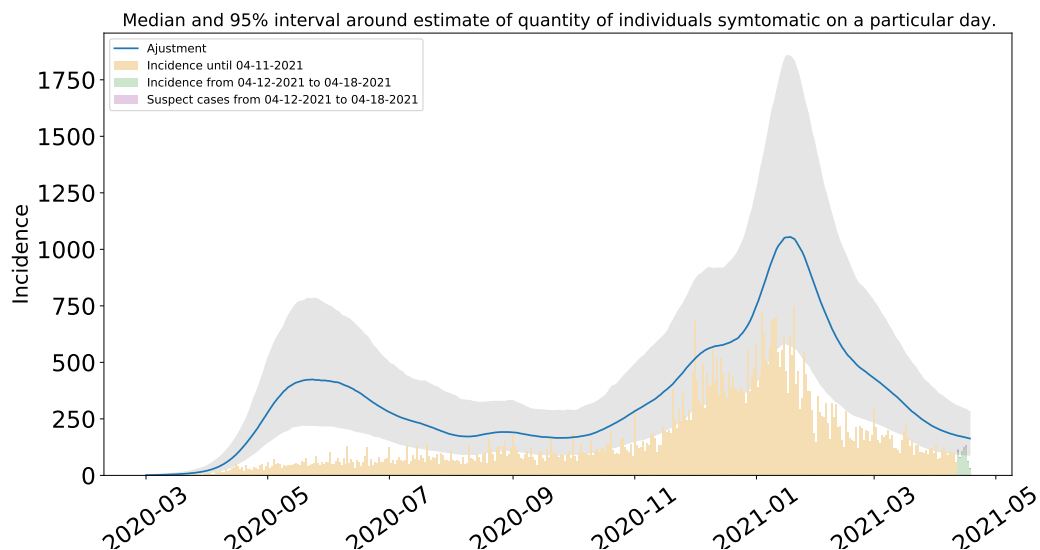


Figura 88: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Tlalpan. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

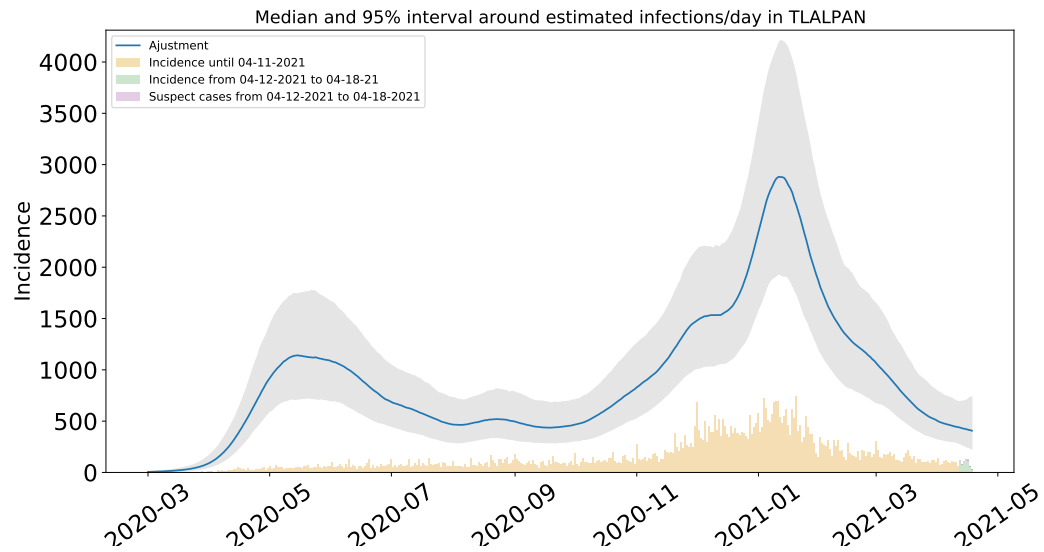


Figura 89: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Tlalpan. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

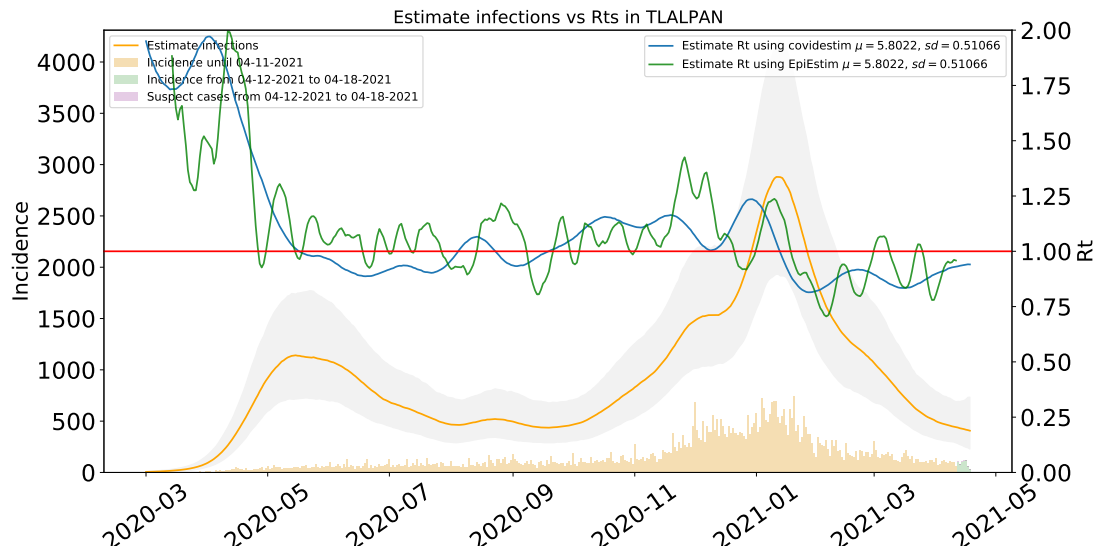


Figura 90: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Tlalpan para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

### 1.16. Estimaciones Xochimilco

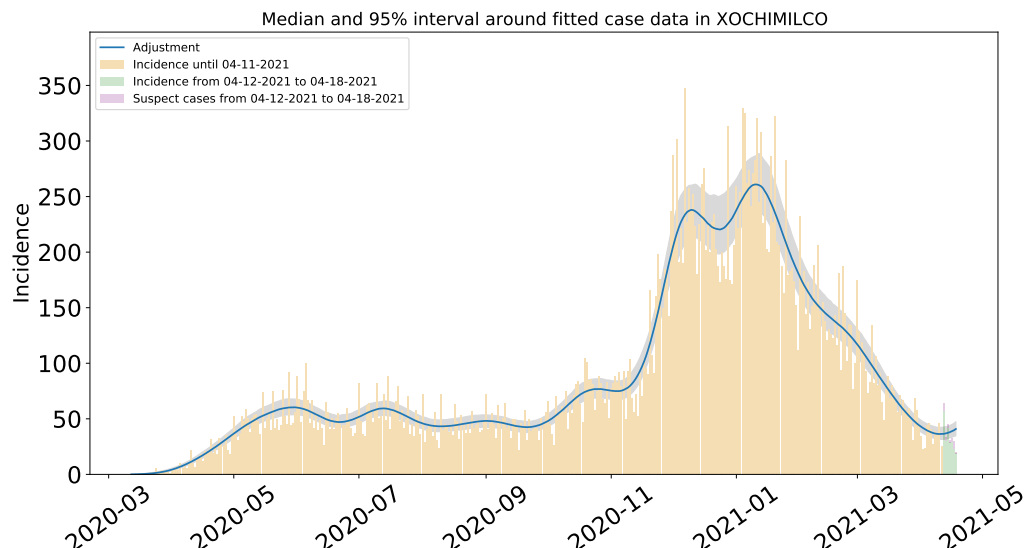


Figura 91: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Xochimilco.

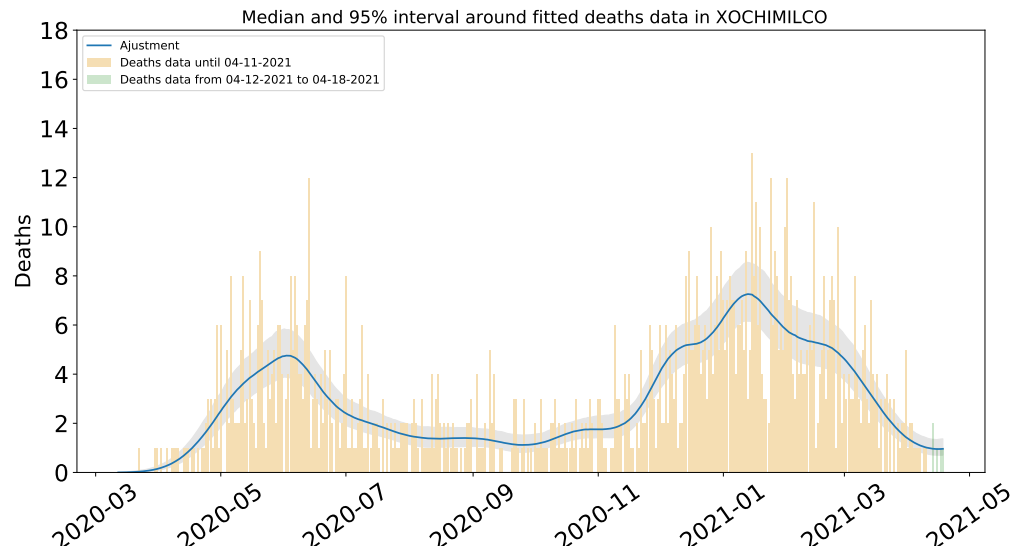


Figura 92: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Xochimilco.

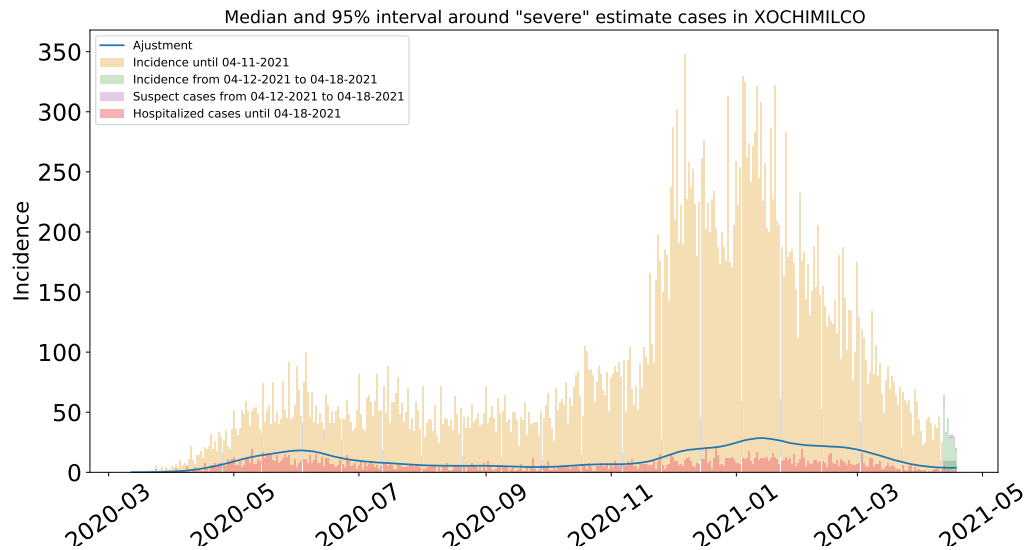


Figura 93: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Xochimilco comparada con los casos hospitalizados reportados.

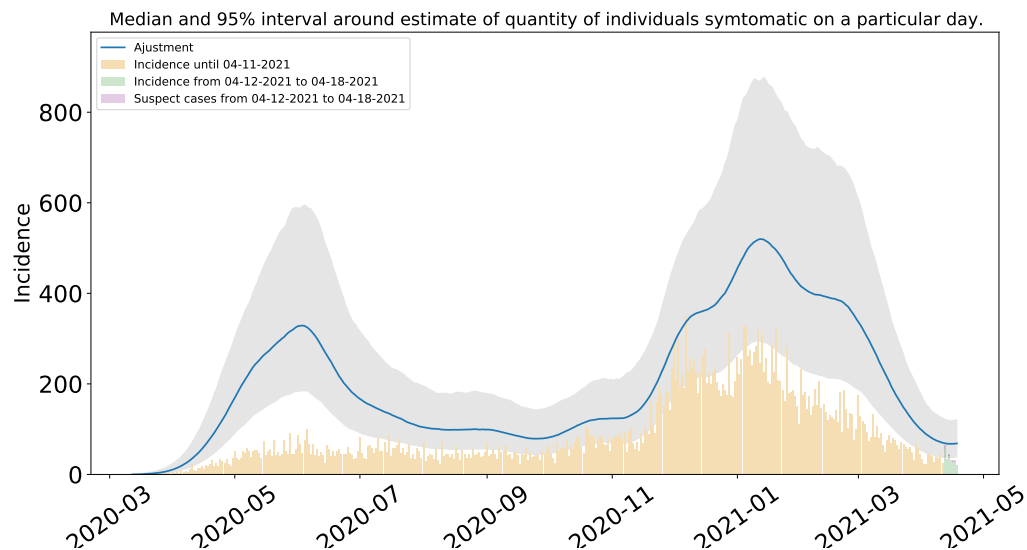


Figura 94: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Xochimilco. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

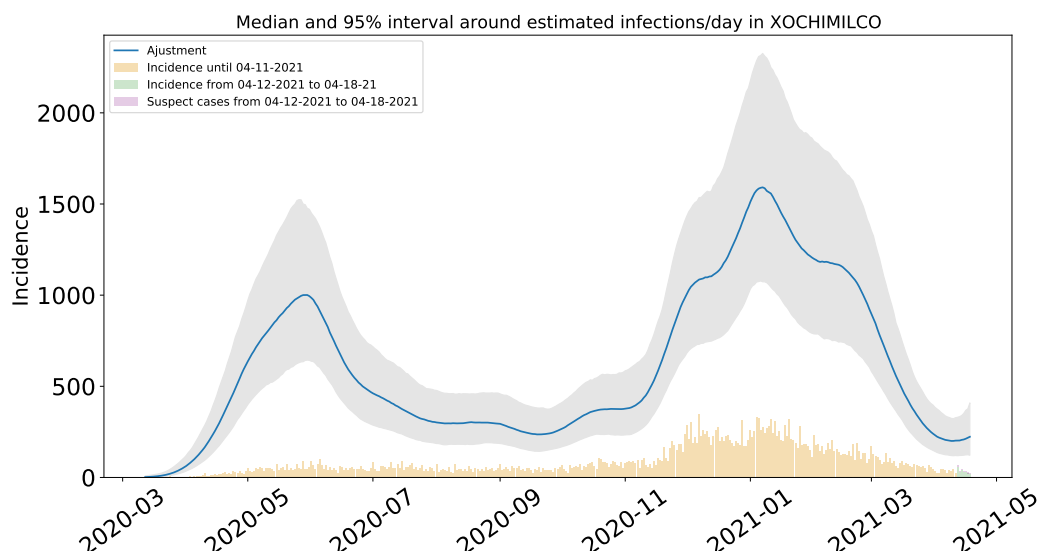


Figura 95: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Xochimilco. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

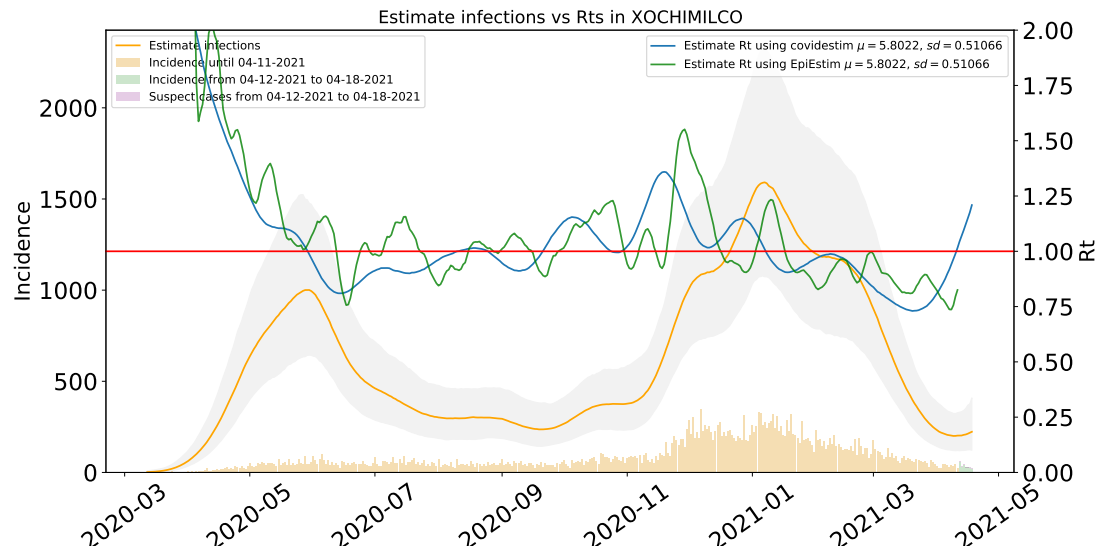


Figura 96: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Xochimilco para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.

### 1.17. Estimaciones Venustiano Carranza

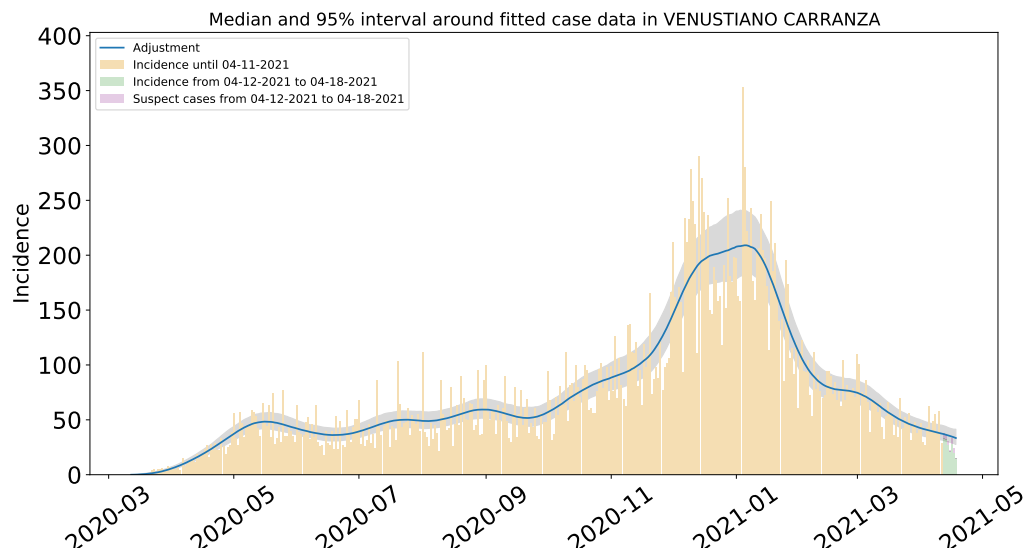


Figura 97: Ajuste de casos positivos (incidencia) por inicio de síntomas de COVID-19 en Venustiano Carranza.

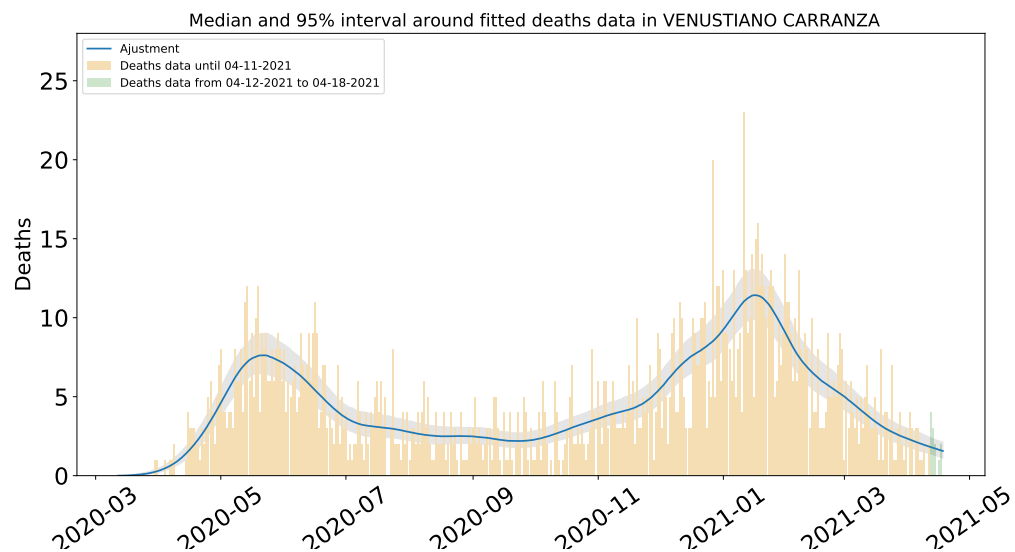


Figura 98: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para la alcaldía de Venustiano Carranza.

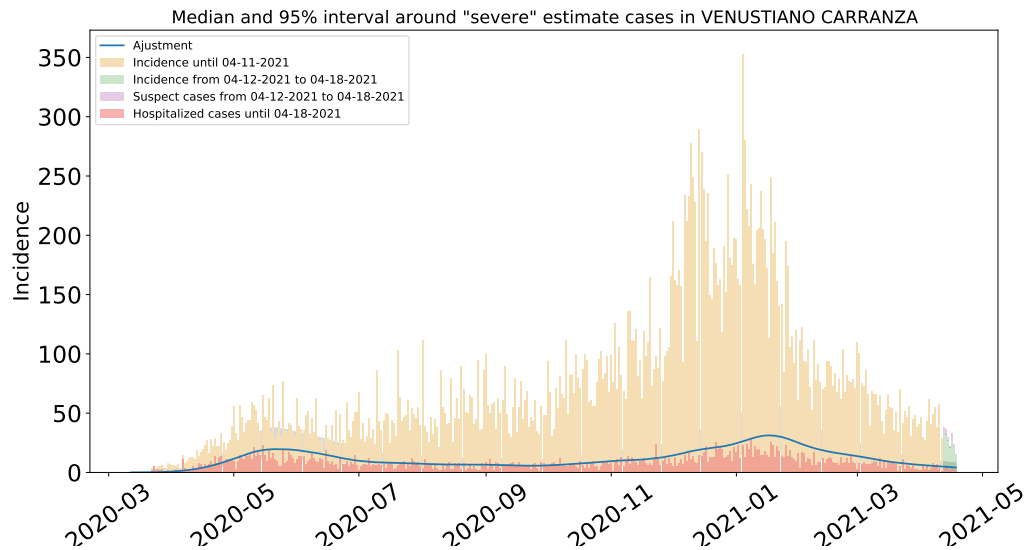


Figura 99: Estimación de casos severos de COVID-19 en la alcaldía de Venustiano Carranza comparada con los casos hospitalizados reportados.

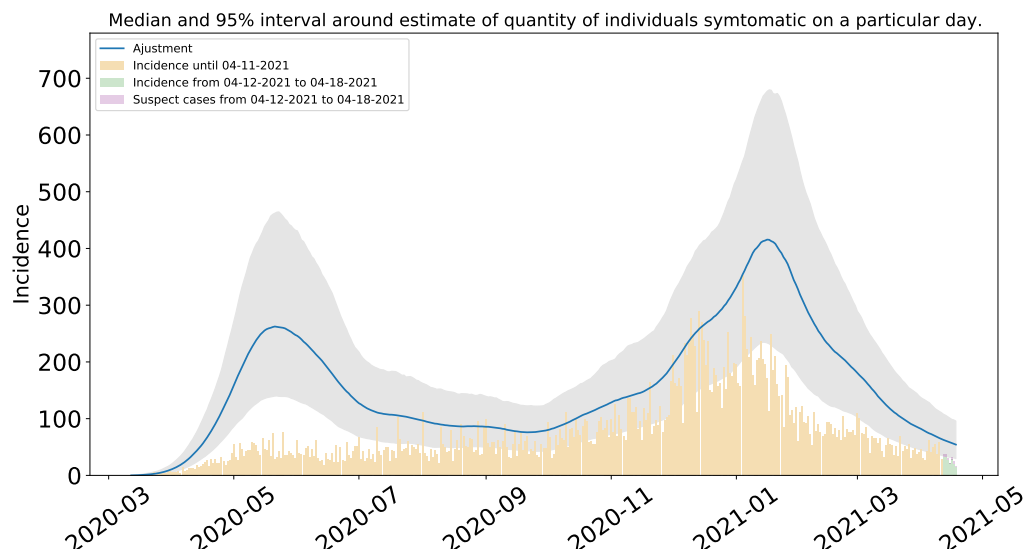


Figura 100: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Venustiano Carranza. Estimación sustentada en la proporción de infecciones sintomáticas de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

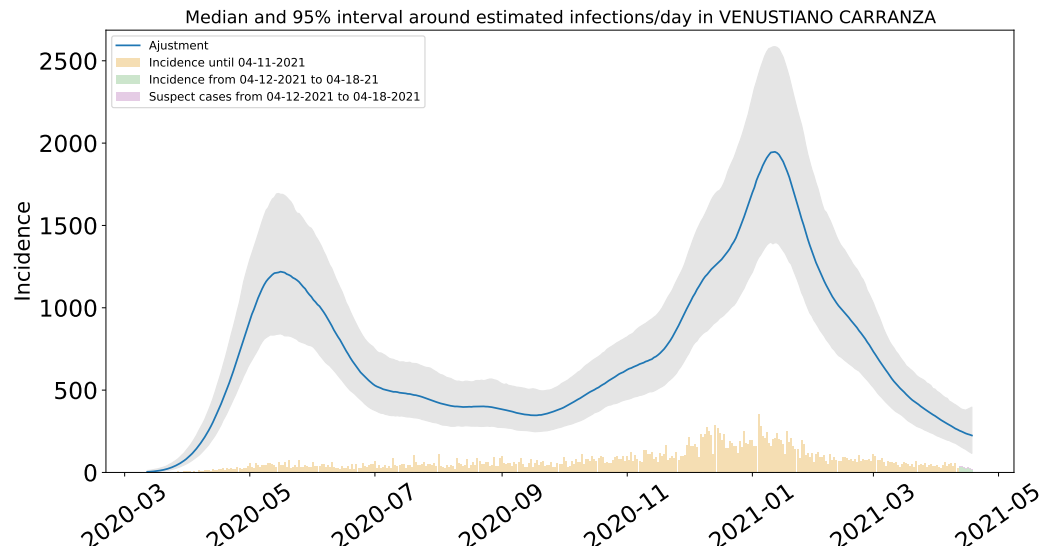


Figura 101: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Venustiano Carranza. Estimación sustentada en la proporción de infecciones totales de acuerdo a las distribuciones de *covidestim* (Cuadro 4 del Apéndice metodológico).

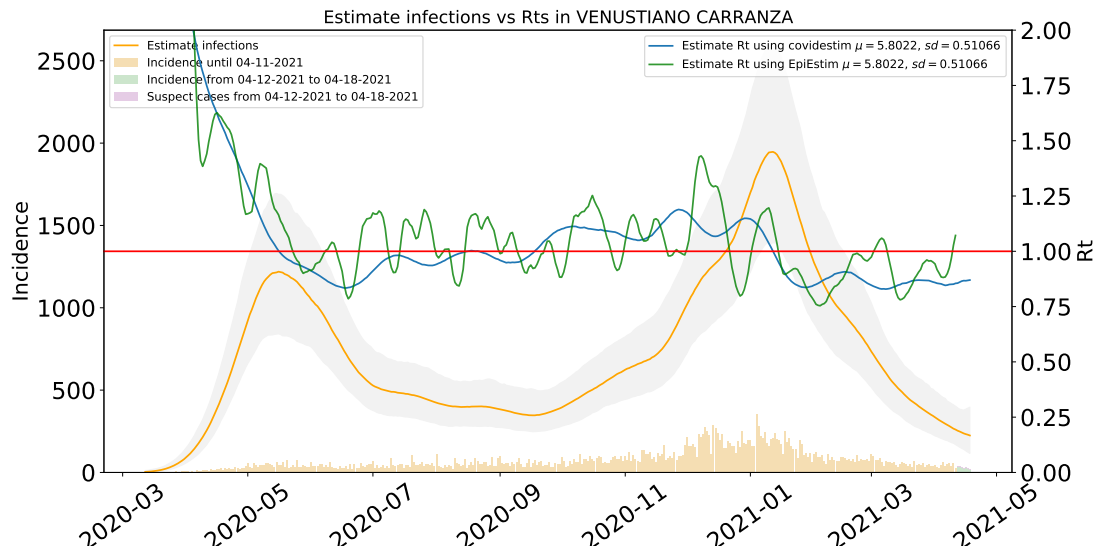


Figura 102: Comparación de las estimaciones de  $R_t$  con covidestim y EpiEstim. La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Venustiano Carranza para efectos comparativos.  $R_t$  con covidestim está calculado con base en las infecciones totales estimadas y se calcula hasta 7 días antes de la fecha de actualización de la base de datos.  $R_t$  con EpiEstim usa las infecciones reportadas y se calcula hasta 14 días antes de la fecha de actualización de la base de datos. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales.



## 2. Cuadros resumen con estimaciones principales de indicadores

| Lugar                                   | CDMX       | AZCAPOTZALCO | COYOACAN   | CUAJIMALPA.DE.MORELOS | GUSTAVO.A._MADERO | IZTACALCO  |
|-----------------------------------------|------------|--------------|------------|-----------------------|-------------------|------------|
| Fecha                                   | 2021-04-25 | 2021-04-25   | 2021-04-25 | 2021-04-25            | 2021-04-25        | 2021-04-25 |
| Incidencia ajustada (Máximo)            | 825.57     | 43.72        | 36.60      | 12.61                 | 72.29             | 28.99      |
| Incidencia ajustada (Mediana)           | 725.70     | 36.33        | 30.23      | 8.68                  | 62.23             | 23.69      |
| Incidencia ajustada (Mínimo)            | 638.63     | 30.25        | 24.84      | 6.02                  | 53.13             | 19.74      |
| Incidencia total estimada (Máximo)      | 6181.24    | 715.36       | 522.26     | 178.89                | 891.34            | 327.69     |
| Incidencia total estimada (Mediana)     | 3259.03    | 313.89       | 194.94     | 54.07                 | 360.64            | 156.92     |
| Incidencia total estimada (Mínimo)      | 1742.31    | 148.22       | 74.61      | 16.81                 | 144.81            | 72.65      |
| Incidencia acumulada ajustada (Máximo)  | 7699362.56 | 378892.24    | 542562.10  | 158597.92             | 1011873.23        | 360762.95  |
| Incidencia acumulada ajustada (Mediana) | 5817595.94 | 322224.65    | 411207.28  | 100085.87             | 802222.59         | 300959.46  |
| Incidencia acumulada ajustada (Mínimo)  | 4296854.91 | 249953.19    | 295330.96  | 66189.88              | 616569.91         | 234988.39  |
| Defunciones ajustadas (Máximo)          | 28.29      | 2.18         | 2.88       | 0.44                  | 6.27              | 1.82       |
| Defunciones ajustadas (Mediana)         | 25.75      | 1.67         | 2.26       | 0.29                  | 5.22              | 1.38       |
| Defunciones ajustadas (Mínimo)          | 23.04      | 1.27         | 1.76       | 0.19                  | 4.38              | 1.04       |
| Defunciones totales estimadas (Máximo)  | 33.13      | 2.45         | 3.64       | 0.55                  | 7.71              | 2.03       |
| Defunciones totales estimadas (Mediana) | 27.43      | 1.79         | 2.57       | 0.32                  | 5.76              | 1.46       |
| Defunciones totales estimadas (Mínimo)  | 23.83      | 1.32         | 1.90       | 0.21                  | 4.61              | 1.09       |
| Sintomáticos estimados (Máximo)         | 1539.94    | 106.80       | 98.31      | 38.98                 | 187.57            | 59.45      |
| Sintomáticos estimados (Mediana)        | 931.99     | 58.92        | 48.43      | 16.24                 | 89.15             | 31.92      |
| Sintomáticos estimados (Mínimo)         | 572.45     | 35.10        | 25.56      | 7.12                  | 51.47             | 20.42      |
| Casos Severos estimados (Máximo)        | 124.89     | 9.63         | 12.18      | 2.60                  | 20.58             | 7.09       |
| Casos severos estimados (Mediana)       | 64.13      | 4.47         | 5.73       | 0.96                  | 10.98             | 3.54       |
| Casos severos estimados (Mínimo)        | 36.40      | 2.56         | 2.97       | 0.42                  | 6.01              | 1.98       |
| Rt.EpiEstim                             | 0.93       | 0.85         | 0.86       | 0.86                  | 0.84              | 0.90       |
| Rt.covidestim                           | 0.94       | 1.35         | 0.75       | 1.00                  | 0.70              | 0.87       |

Cuadro 1: Estimaciones y ajustes al 25 de abril de 2021 usando *covidestim* con las densidades del Cuadro 5 y los datos de [9] actualizados el 02 de mayo.

| Lugar                                   | IZTAPALAPA | LA_MAGDALENA_CONTRERAS | MILPA_ALTA | ALVARO_OBREGON | TLAHUAC    | TLALPAN    |
|-----------------------------------------|------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|
| Fecha                                   | 2021-04-25 | 2021-04-25             | 2021-04-25 | 2021-04-25     | 2021-04-25 | 2021-04-25 |
| Incidencia ajustada (Máximo)            | 156.27     | 24.36                  | 11.89      | 170.98         | 34.95      | 94.14      |
| Incidencia ajustada (Mediana)           | 133.05     | 19.90                  | 9.09       | 145.41         | 28.51      | 81.01      |
| Incidencia ajustada (Mínimo)            | 111.98     | 15.95                  | 6.90       | 122.51         | 23.51      | 69.52      |
| Incidencia total estimada (Máximo)      | 1849.41    | 203.84                 | 135.51     | 1029.31        | 345.90     | 909.55     |
| Incidencia total estimada (Mediana)     | 820.25     | 81.72                  | 34.56      | 429.83         | 120.76     | 373.59     |
| Incidencia total estimada (Mínimo)      | 394.20     | 30.15                  | 11.91      | 183.53         | 47.47      | 156.42     |
| Incidencia acumulada ajustada (Máximo)  | 1554256.29 | 191998.84              | 111154.43  | 633664.61      | 312199.88  | 545623.44  |
| Incidencia acumulada ajustada (Mediana) | 1150643.07 | 141005.67              | 64846.87   | 492646.31      | 201229.11  | 377903.70  |
| Incidencia acumulada ajustada (Mínimo)  | 824201.61  | 95208.78               | 43759.11   | 344381.73      | 143248.12  | 253610.46  |
| Defunciones ajustadas (Máximo)          | 7.66       | 0.71                   | 0.41       | 3.72           | 1.16       | 2.49       |
| Defunciones ajustadas (Mediana)         | 6.45       | 0.52                   | 0.26       | 3.09           | 0.82       | 1.91       |
| Defunciones ajustadas (Mínimo)          | 5.43       | 0.38                   | 0.17       | 2.51           | 0.59       | 1.46       |
| Defunciones totales estimadas (Máximo)  | 9.19       | 0.87                   | 0.60       | 4.10           | 1.50       | 3.21       |
| Defunciones totales estimadas (Mediana) | 7.00       | 0.58                   | 0.31       | 3.23           | 0.93       | 2.15       |
| Defunciones totales estimadas (Mínimo)  | 5.67       | 0.40                   | 0.19       | 2.57           | 0.64       | 1.55       |
| Sintomáticos estimados (Máximo)         | 348.71     | 74.62                  | 54.78      | 369.27         | 114.17     | 324.14     |
| Sintomáticos estimados (Mediana)        | 192.65     | 34.23                  | 19.69      | 196.31         | 50.48      | 147.22     |
| Sintomáticos estimados (Mínimo)         | 120.59     | 18.29                  | 9.46       | 125.06         | 28.59      | 86.85      |
| Casos Severos estimados (Máximo)        | 30.33      | 3.92                   | 2.23       | 16.71          | 6.71       | 14.12      |
| Casos severos estimados (Mediana)       | 16.02      | 1.62                   | 0.83       | 8.56           | 2.49       | 6.55       |
| Casos severos estimados (Mínimo)        | 9.08       | 0.78                   | 0.34       | 4.68           | 1.08       | 3.19       |
| Rt.EpiEstim                             | 0.92       | 0.89                   | 0.78       | 1.13           | 0.85       | 0.95       |
| Rt.covidestim                           | 0.89       | 0.83                   | 0.80       | 0.83           | 0.88       | 1.02       |

Cuadro 2: Estimaciones y ajustes al 25 de abril de 2021 usando *covidestim* con las densidades del Cuadro 5 y los datos de [9] actualizados el 02 de mayo.

| Lugar                                   | XOCHIMILCO | BENITO_JUAREZ | CUAUHTEMOC | MIGUEL_HIDALGO | VENUSTIANO_CARRANZA |
|-----------------------------------------|------------|---------------|------------|----------------|---------------------|
| Fecha                                   | 2021-04-25 | 2021-04-25    | 2021-04-25 | 2021-04-25     | 2021-04-25          |
| Incidencia ajustada (Máximo)            | 46.44      | 34.28         | 39.21      | 23.63          | 35.14               |
| Incidencia ajustada (Mediana)           | 39.73      | 27.60         | 32.89      | 18.53          | 28.46               |
| Incidencia ajustada (Mínimo)            | 33.96      | 22.63         | 27.45      | 14.66          | 22.96               |
| Incidencia total estimada (Máximo)      | 666.53     | 488.46        | 600.22     | 376.83         | 586.91              |
| Incidencia total estimada (Mediana)     | 277.75     | 175.73        | 249.25     | 127.41         | 237.14              |
| Incidencia total estimada (Mínimo)      | 140.40     | 69.00         | 116.52     | 50.24          | 96.71               |
| Incidencia acumulada ajustada (Máximo)  | 336400.90  | 339169.70     | 471318.95  | 331001.82      | 372227.93           |
| Incidencia acumulada ajustada (Mediana) | 236843.16  | 247690.27     | 355177.42  | 240216.80      | 296662.31           |
| Incidencia acumulada ajustada (Mínimo)  | 158085.98  | 162211.31     | 255663.39  | 160586.76      | 217623.47           |
| Defunciones ajustadas (Máximo)          | 1.12       | 1.80          | 2.57       | 1.06           | 2.20                |
| Defunciones ajustadas (Mediana)         | 0.85       | 1.40          | 2.06       | 0.77           | 1.71                |
| Defunciones ajustadas (Mínimo)          | 0.65       | 1.06          | 1.65       | 0.56           | 1.28                |
| Defunciones totales estimadas (Máximo)  | 1.42       | 2.53          | 3.15       | 1.39           | 2.74                |
| Defunciones totales estimadas (Mediana) | 0.95       | 1.63          | 2.26       | 0.87           | 1.88                |
| Defunciones totales estimadas (Mínimo)  | 0.69       | 1.16          | 1.73       | 0.60           | 1.39                |
| Sintomáticos estimados (Máximo)         | 161.12     | 92.62         | 94.20      | 68.71          | 107.86              |
| Sintomáticos estimados (Mediana)        | 78.50      | 44.57         | 49.90      | 31.04          | 51.15               |
| Sintomáticos estimados (Mínimo)         | 45.85      | 24.47         | 29.28      | 16.01          | 26.29               |
| Casos Severos estimados (Máximo)        | 8.50       | 9.21          | 10.26      | 4.76           | 9.90                |
| Casos severos estimados (Mediana)       | 3.56       | 4.26          | 5.23       | 2.24           | 4.56                |
| Casos severos estimados (Mínimo)        | 1.67       | 2.11          | 2.87       | 1.11           | 2.43                |
| Rt.EpiEstim                             | 1.03       | 1.01          | 0.84       | 0.99           | 0.82                |
| Rt.covideestim                          | 1.40       | 0.72          | 0.96       | 0.93           | 0.99                |

Cuadro 3: Estimaciones y ajustes al 25 de abril de 2021 usando *covideestim* con las densidades del Cuadro 5 y los datos de [9] actualizados el 02 de abril.

### 3. Observaciones sobre las estimaciones presentadas

- Se observa que la mayoría de las alcaldías de CDMX muestran una tendencia de incidencia y defunciones similar a la mostrada durante la última semana de abril, incluyendo los casos sospechosos hasta el 25 de abril, de acuerdo a los datos del 02 de mayo de 2021. Sin embargo, las alcaldías de Álvaro Obregón, Coyoacán, Miguel Hidalgo y Xochimilco muestran un incremento en los casos sospechosos durante la última semana, lo cual provoca que el  $R_t$  muestre una tendencia creciente con ambas estimaciones (*covideestim*/*EpiEstim*).
- Tendencias de los  $R_t$  (*covideestim*):
  - La CDMX en general muestra ya una estabilización del  $R_t$  aunque por debajo de 1.
  - Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Cuajimalpa de Morelos, Iztapalapa Tlalpan Xochmilco, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza muestran tendencias crecientes con últimos valores estimados cercanos a 1.
  - Para las alcaldías de Azcapotzalco, Tlalpan y Xochimilco se estiman  $R_t$ s con valores mayores que uno para el 25 de de abril, por lo que podríamos ver un incremento de casos durante las próximas semanas.
- La metodología para encontrar estas estimaciones se basa en el modelo desarrollado en [4, 5]. Toda metodología que estime la incidencia total, depende de dos insumos importantes: la proporción existente entre el número de casos sintomáticos y el número de casos asintomáticos que en la literatura varía entre el 10 % y el 80 % por un lado, y el nivel de subreortaje de casos. Nuestros supuestos sobre la probabilidad de ser sintomático adoptan la proporción usada para Estados Unidos que proviene de las referencias [2, 6, 7].



4. Nuestro equipo de trabajo está mejorando las estimaciones de las distribuciones presentadas en la Sección 2 pues son piezas fundamentales de las estimaciones presentadas en este trabajo.

**La variabilidad e incertidumbre inherente a esta epidemia permite varias estimaciones basadas en los mismos datos, que deben considerarse escenarios posibles alternativos, no verdades precisas mutuamente exclusivas.**

## 4. Agradecimientos

Agradecemos el apoyo técnico de los estudiantes Eduardo Mendieta (UAQ), Samuel Romero (UNAM-J), Santiago Espinoza (UNAM-J) para la elaboración de este documento. Este reporte se hizo con el apoyo de los proyectos DGAPA-PAPIIT IV100220, IN115720 UNAM y de los recursos del Laboratorio Nacional de Visualización Científica UNAM.

## Referencias

- [1] ANNE CORI\*, NEIL M. FERGUSON, C. F., AND CAUCHEMEZ, S. A new framework and software to estimate time-varying reproduction numbers during epidemics. *American Journal of Epidemiology* 178, 9 (2013).
- [2] BYAMBASUREN, O., CARDONA, M., BELL, K., CLARK, J., MCLAWS, M., AND GLASZIOU, P. Estimating the extent of asymptomatic covid-19 and its potential for community transmission: systematic review and meta-analysis. *Infectious Diseases* doi: 10.1101/2020.05.10.20097543 (2020).
- [3] CHITWOOD, M. <https://covidestim.org/>, 2020.
- [4] CHITWOOD, M. H., RUSSI, M., GUNASEKERA, K., HAVUMAKI, J., PITZER, V. E., WARREN, J. L., WEINBERGER, D. M., COHEN, T., AND MENZIES, N. Bayesian nowcasting with adjustment for delayed and incomplete reporting to estimate COVID-19 infections in the United States. *medRxiv June* (2020).
- [5] MCGOUGH, S. F., JOHANSSON, M. A., LIPSITCH, M., AND MENZIES, N. A. Nowcasting by Bayesian smoothing: A flexible, generalizable model for real-time epidemic tracking. *PLoS Computational Biology* 16, 4 (2020), 1–20.
- [6] MIZUMOTO, K., KAGAYA, K., ZAREBSKI, A., AND CHOWELL, G. Estimating the asymptomatic proportion of coronavirus disease 2019 (covid-19) cases on board the diamond princess cruise ship, yokohama, japan, 2020. *Eurosurveillance* doi: 10.2807/1560-7917.ES.2020.25.10.2000180 (2020).
- [7] NISHIURA, H., KOBAYASHI, T., SUZUKI, A., JUNG, S.-M., HAYASHI, K., KINOSHITA, R., YANG, Y., YUAN, B., AKHMETZHANOV, A. R., LINTON, N. M., AND MIYAMA, T. Estimation of the asymptomatic ratio of novel coronavirus infections (COVID-19). *International Journal of Infectious Diseases*, February (2020).
- [8] RUSSI, M. [https://github.com/covidestim/covidestim/blob/master/inst/stan/stan\\_program\\_default.stan](https://github.com/covidestim/covidestim/blob/master/inst/stan/stan_program_default.stan), 2021.
- [9] SSA. Información referente a casos covid-19 en México, 2020.



## 5. Apéndice metodológico

### 5.1. Metodología para la estimación de infecciones totales y número reproductivo instantáneo.

En este documento se presenta el ajuste del modelo *covidestim*, desarrollado por la Yale School of Public Health [4, 5], para los datos de infecciones por COVID-19 en cada estado de la República Mexicana. El modelo *covidestim* tiene la ventaja de estimar no sólo los casos reportados de COVID-19, sino también las infecciones totales hasta la última fecha disponible en la base de datos. Esto permite tener mejores estimaciones de distintas cantidades de interés como lo son el número reproductivo instantáneo  $R_t$  y la tasa de mortalidad, con menos de 14 días de retraso. Cabe mencionar que *covidestim* permitiría calcular el nowcasting del número reproductivo instantáneo hasta un día antes de la fecha actual, dado que usa ventanas de longitud impar centradas en el día a estimar, permitiendo como longitud mínima una ventana de tres días. Sin embargo, para las estimaciones de  $R_t$  reportadas en este informe se establecen ventanas de 7 días, por lo que es posible calcular el nowcasting del  $R_t$  hasta cuatro días antes de la última fecha en la base de datos. La estimación del modelo *covidestim* requiere varias entradas en forma de densidades de probabilidad a priori de diversas cantidades asociadas a la dinámica del virus SARS-CoV-2 y la COVID-19. Para dar un ejemplo, es necesario dar densidades a priori sobre la probabilidad de ser diagnosticado si se es sintomático, la probabilidad de ser diagnosticado si se presenta enfermedad severa, la probabilidad de ser sintomático si se es infeccioso, el tiempo desde la infección hasta la aparición de síntomas, entre otras. El Cuadro 4 muestra todas las distribuciones a priori predefinidas en el modelo *covidestim*.

Para adaptar el modelo al contexto específico de la República, las densidades a priori en el Cuadro 5 serán reemplazadas por estimaciones hechas a partir de la base de datos abierta del gobierno de Federal actualizada al 23 de febrero de 2021 [9]. La Figura 103 muestra en detalle las densidades estimadas ya dichas usando el total de datos nacionales por debajo de los percentiles 97 %, 99 % y 99.9 %, las cuales reemplazan a las proporcionadas por default en *covidestim*, en la implementación.

La estimación del número reproductivo instantáneo  $R_t$  se realiza con base en un ajuste por splines usando la estimación generada por el modelo de los casos totales (no de los reportados como se hace con el software *epiestim* [1]) usando las distribuciones de los tiempos de residencia en diferentes etapas del proceso. Estas distribuciones de frecuencias empíricas son ajustadas a distribuciones de probabilidad idóneas (ver Sección 2). A la fecha, estamos mejorando las estimaciones de las distribuciones de probabilidad aquí propuestas.

Finalmente se señala que con esta técnica, podemos realizar la proyección del número reproductivo instantáneo mas cercanamente a la fecha última de la base de datos como se ha descrito en párrafos anteriores. En las figuras correspondientes al  $R_t$  en los cuatro estados mostrados como ejemplo, las barras verdes del histograma de frecuencias que aparecen al final de la serie, corresponden al periodo de nowcasting al 28 de marzo.

### 5.2. Descripción de la parametrización del modelo para el caso nacional

Para contar con una estimación de las tendencias de infecciones, casos sintomáticos y defunciones por COVID-19, con base en los datos de incidencia y defunciones de cada estado, es necesario contar, al menos, con las distribuciones a priori de tiempos de residencia enunciadas en Cuadro 4. Usando la base de datos nacional abierta, actualizada al 23 de febrero de 2021 [9], se han calculado las distribuciones mostradas en el Cuadro 5 correspondientes a `sym_prg_delay`, `sev_prg_delay`, `p_sev_if_sym` y `p_die_if_sev`. Es necesario recalcar que, dentro del código de *covidestim* [8] se define a los casos severos como aquellos



positivos que con alta probabilidad fallecen, por lo que se decidió definir a los casos severos para el caso nacional, como los casos positivos que son intubados o han finalmente fallecido. Esto incluye los casos con registro de hospitalización pero también aquellos que murieron en sus casas.

Los gráficos del ajuste de las densidades del Cuadro 5 se muestran en la Figura 103.

|                                              | <b>Probabilidades de diagnóstico</b>                                                                             |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $p\_diag\_if\_sym \sim Beta(2, 2)$           | Modela la probabilidad de ser diagnosticado si se es sintomático.                                                |
| $p\_diag\_if\_sev \sim Beta(1, 5, 1)$        | Modela la probabilidad de ser diagnosticado si presenta enfermedad severa                                        |
| $weekend\_eff \sim Beta(2, 2)$               | Modela el efecto de los fines de semana en la probabilidad de diagnóstico.                                       |
|                                              | <b>Probabilidades de retraso en reportaje</b>                                                                    |
| $dx\_delay\_sym \sim Beta(2, 2)$             | Modela el factor de escalamiento para la fracción de tiempo del retraso en el diagnóstico de casos sintomáticos. |
| $dx\_delay\_sev \sim Beta(2, 2)$             | Modela el factor de escalamiento para la fracción de tiempo del retraso en el diagnóstico de casos severos.      |
|                                              | <b>Valores fijos en el retraso de progresión</b>                                                                 |
| $inf\_prg\_delay \sim Gamma(5, 202, 0, 946)$ | Modela el tiempo desde la infección hasta la aparición de síntomas                                               |
| $sym\_prg\_delay \sim Gamma(5, 147, 0, 468)$ | Modela el tiempo desde la aparición de síntomas hasta la enfermedad severa                                       |
| $sev\_prg\_delay \sim Gamma(2, 383, 0, 27)$  | Modela el tiempo desde la sintomatología severa hasta defunción                                                  |
|                                              | <b>Tiempo de retraso en reportaje</b>                                                                            |
| $cas\_rep\_delay \sim Gamma(2, 2, 1)$        | Describe retraso en el reportaje de casos.                                                                       |
| $die\_rep\_delay \sim Gamma(2, 2, 1)$        | Describe retraso en el reportaje de defunciones.                                                                 |
|                                              | <b>Probabilidades de transición</b>                                                                              |
| $p\_sym\_if\_inf \sim Beta(44, 9, 9, 9)$     | Modela la probabilidad de ser sintomático si se es infeccioso                                                    |
| $p\_sev\_if\_sym \sim Beta(11, 9, 47, 7)$    | Modela la probabilidad de presentar enfermedad severa si se es sintomático                                       |
| $p\_die\_if\_sev \sim Beta(3, 97)$           | Modela la probabilidad de fallecer si se presenta enfermedad severa.                                             |
| $p\_die\_if\_sym \sim Beta(1, 12, 85, 1)$    | Modela la probabilidad de fallecer si se es sintomático.                                                         |

Cuadro 4: Funciones de densidades de probabilidad a priori para diferentes cantidades implementadas *por default* en el modelo COVIDestim [3]. En las distribuciones Gama, los parámetros mostrados son de forma y escala respectivamente (shape, scale)



|               | Percentil | Dato máximo | Densidad                                        | Media   |
|---------------|-----------|-------------|-------------------------------------------------|---------|
| sym_prg_delay | 99        | 15          | $G(\text{shape}=2.60146, \text{scale}=2.21007)$ | 5.7494  |
| sev_prg_delay | 99        | 43          | $G(\text{shape}=2.61017, \text{scale}=5.03712)$ | 13.1477 |
| p_sev_if_sym  | 97        | 0.327       | $B(2.79504, 21.63778)$                          | 0.1143  |
| p_die_if_sev  | 99.9      | 0.9004      | $B(4.9799, 6.31864)$                            | 0.4407  |

Cuadro 5: Funciones de densidad de probabilidad propuestas, de acuerdo al ajuste de los datos del 23 de febrero de 2021. Las etiquetas de las columnas son las definidas en el Cuadro 4.

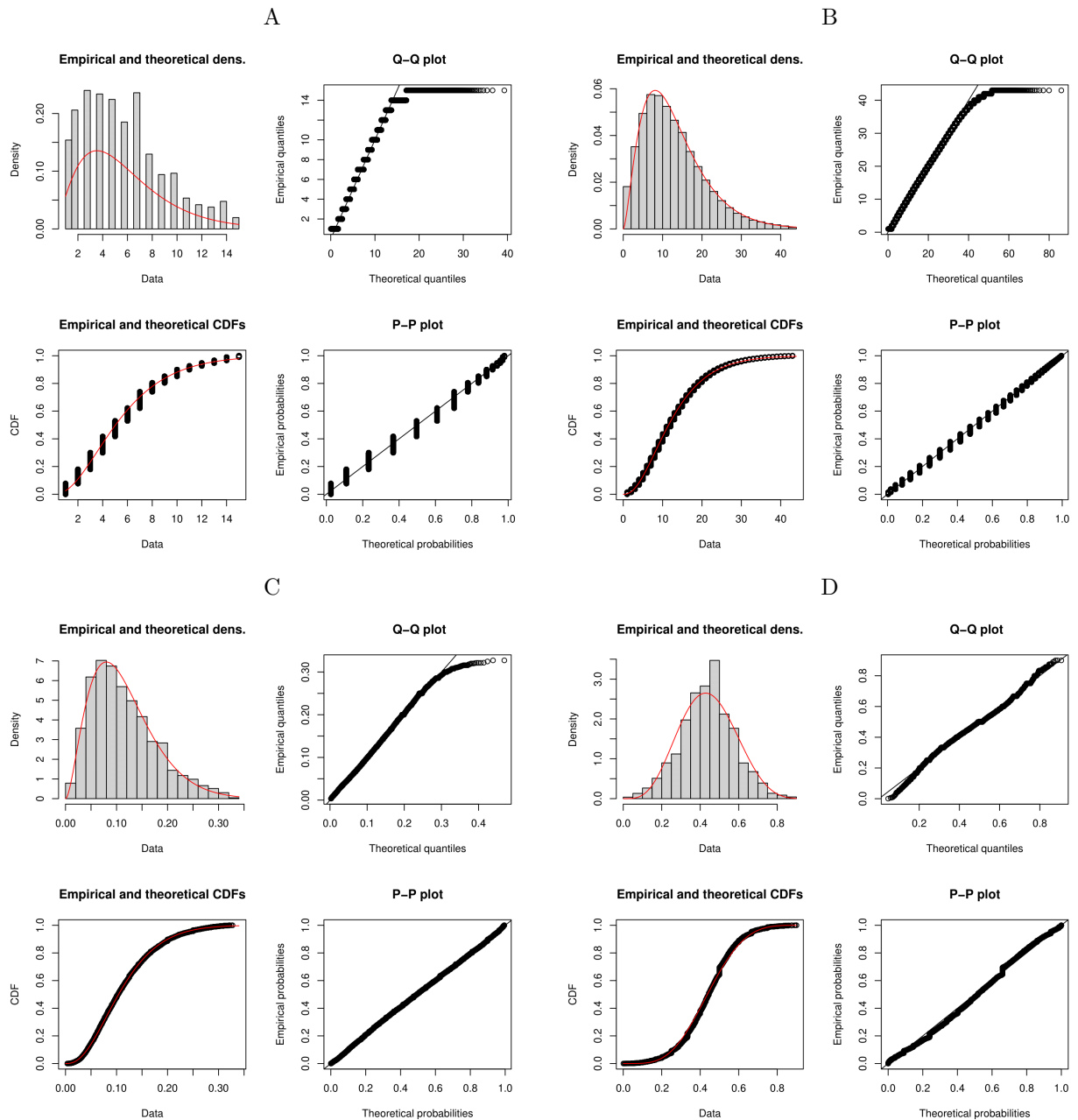


Figura 103: Gráficas de ajustes de las funciones de densidad a priori, descritas en Cuadro 5 derivadas de la base de datos abierta del gobierno federal [9] actualizada el 23 de febrero de 2021. A) Gráficas de ajuste de la función de densidad del tiempo desde la aparición de síntomas severos hasta la muerte (`sev_prg_delay`). Se continúa con el análisis de datos para mejorar el ajuste de la densidad de probabilidad de esta variable. B) Función de densidad de la probabilidad de presentar síntomas severos si es sintomático (`p_sev_if_sym`). C) Función de densidad de la probabilidad de morir si se tienen síntomas severos (`p_die_if_sev`).



### 5.3. Software

Para la elaboración de este reporte se hizo uso del modelo `covidestim` de la Yale School of Public Health y de las paqueterías `fitdistrplus` y `EnvStats` de R, con las bases de datos de la Secretaría de Salud, Gobierno de Cuauhtémoc [9] correspondientes a cada localidad. Los cálculos se realizaron en la supercomputadora del LAVIS de la UNAM-Juriquilla.