



Estimaciones de incidencia real y número reproductivo en los municipios de Querétaro: informe preliminar 29 de marzo de 2021

Ruth Corona Moreno, Mario Santana-Cibrian, Jorge X. Velasco-Hernández
Instituto de Matemáticas UNAM-Juriquilla
Reporte Interno extraordinario
NoMMA-Q1-2021

29 de marzo 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

1. Estimaciones de indicadores epidemiológicos	2
1.1. Estimaciones de la epidemia para el estado de Querétaro	2
1.2. Estimaciones Amealco de Bonfil	9
1.3. Estimaciones Arroyo Seco	12
1.4. Estimaciones Cadereyta de Montes	15
1.5. Estimaciones Colón	18
1.6. Estimaciones Corregidora	21
1.7. Estimaciones El Marqués	24
1.8. Estimaciones Ezequiel Montes	27
1.9. Estimaciones Huimilpan	30
1.10. Estimaciones Jalpan de Serra	33
1.11. Estimaciones Landa de Matamoros	36
1.12. Estimaciones Pedro Escobedo	39
1.13. Estimaciones Peñamiller	42
1.14. Estimaciones Pinal de Amoles	45
1.15. Estimaciones en Querétaro Capital	48
1.16. Estimaciones San Joaquín	51
1.17. Estimaciones San Juan del Río	54
1.18. Estimaciones Tequisquiapan	57
1.19. Estimaciones Tolimán	60



2. Cuadros resumen de las estimaciones de principales indicadores	63
3. Observaciones	64
4. Agradecimientos	65
5. Apéndice metodológico	66
5.1. Estimación de infecciones totales y número reproductivo instantáneo.	66
5.2. Descripción de la parametrización del modelo para el caso nacional	66
5.3. Software	70

1. Estimaciones de indicadores epidemiológicos

En esta sección se muestran resultados de las estimaciones y ajustes a los datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 1 de marzo de 2021, con el modelo estadístico *covidestim* usando como distribuciones a priori las mostradas en el Cuadro 5. Cada gráfica compara las estimaciones usando la parametrización original de *covidestim* (para Estados Unidos) y la parametrización con densidades nacionales. En particular, resaltamos la notable mejoría obtenida con esta reparametrización en la estimación de hospitalizaciones (casos severos). La serie de tiempo de hospitalizaciones reportadas no es un insumo del modelo de tal forma que la estimación proporcionada es una proyección del modelo *covidestim*.

1.1. Estimaciones de la epidemia para el estado de Querétaro

En esta subsección se presentan las estimaciones del modelo *covidestim* para la epidemia a nivel estatal. Toda la información, proyecciones y análisis descritos y presentados en este documento está basado en la información contenida en la base de datos abierta del gobierno federal [9].

El estado de Querétaro 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 cuando se interpretan los resultados aquí presentados.

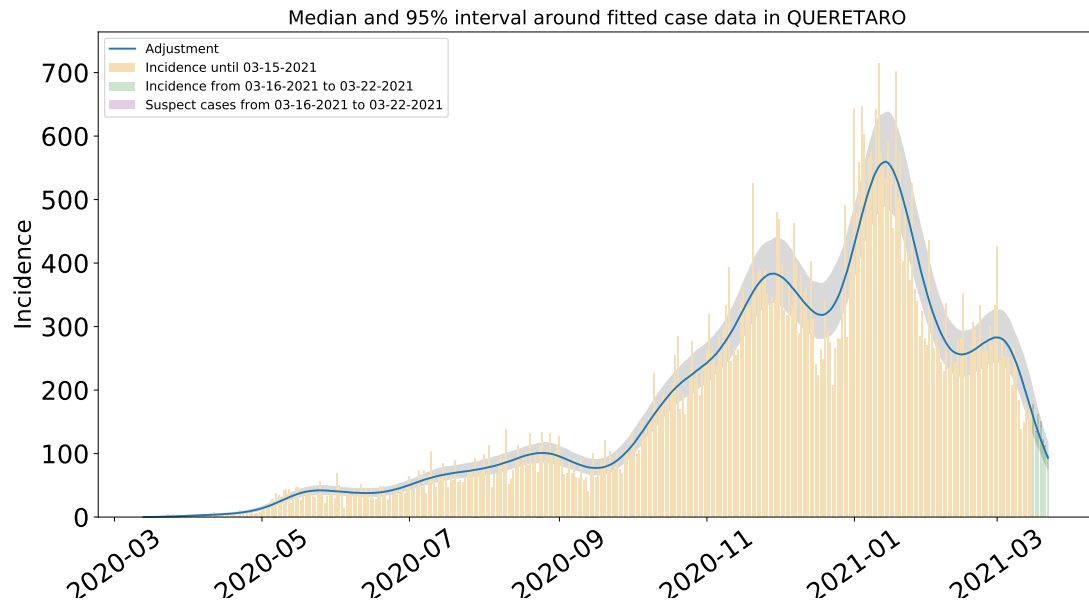


Figura 1: Ajuste de casos positivos (incidencia) de COVID-19 por inicio de síntomas en Querétaro usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021. Puede observarse que el ajuste es bastante bueno aún en los dos primeros meses de la epidemia.

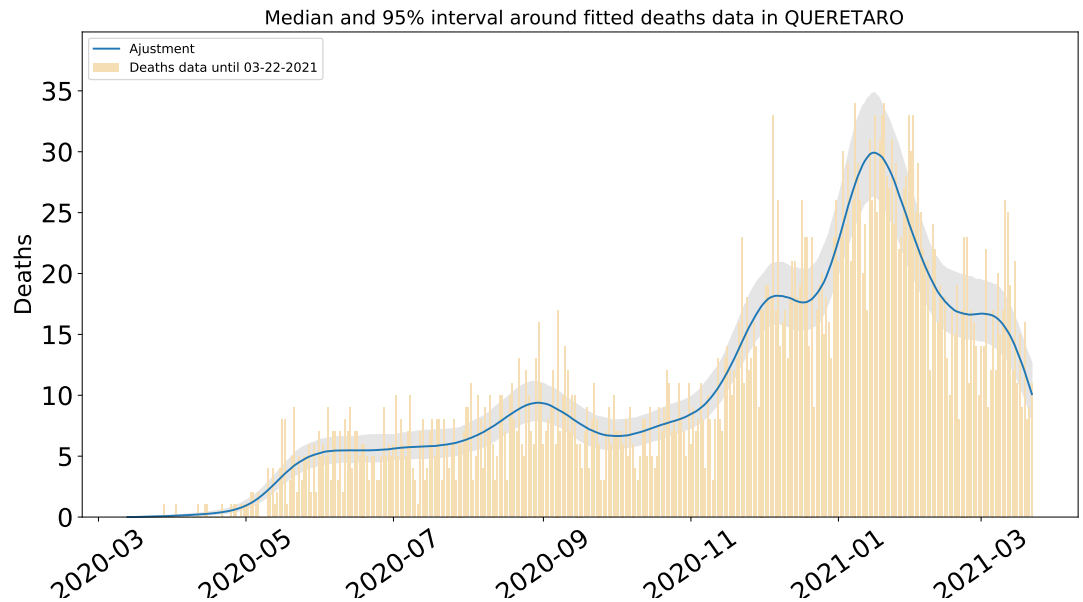


Figura 2: Ajuste de defunciones por COVID-19 para el estado de Querétaro usando la paquetería covi-destim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

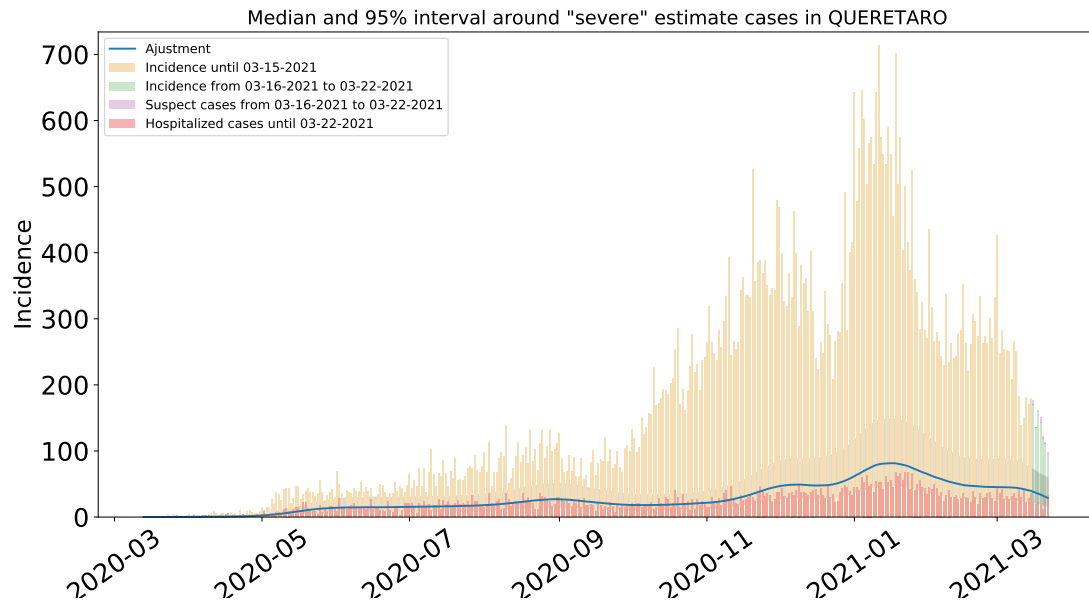


Figura 3: Estimación de casos severos de COVID-19 el estado de Querétaro usando la paquetería coides-tim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021. En esta gráfica se compara la estimación de los casos severos (línea azul, que en principio hubiesen requerido hospitalización) y los casos hospitalizados reportados (barras azules). El modelo indica que las muertes severas ocurridas fuera de los hospitales son significativas.

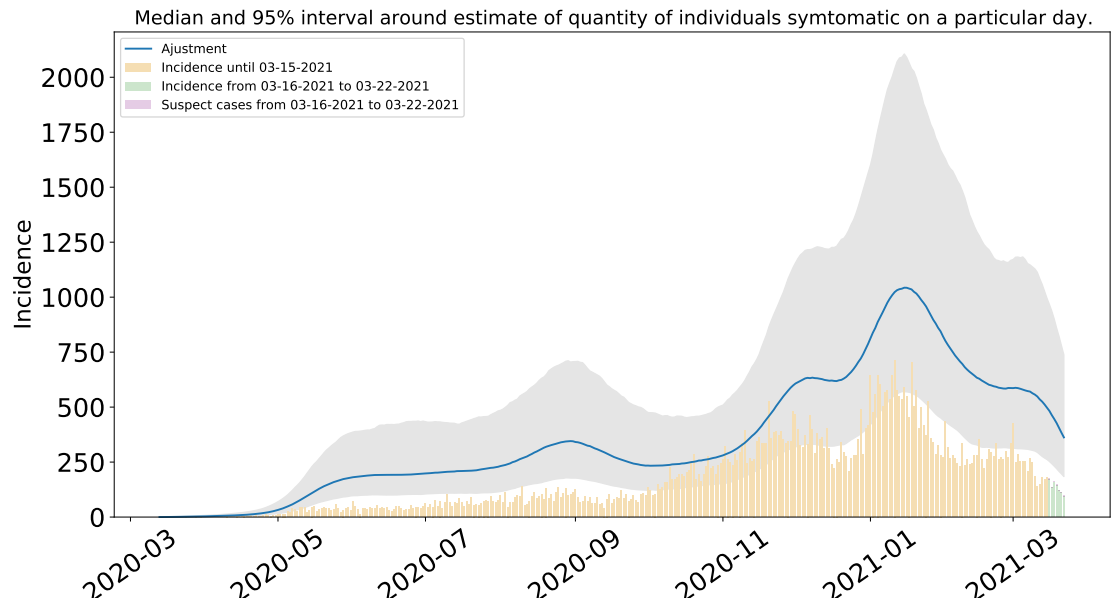


Figura 4: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Querétaro usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021. Esta estimación, como todas las de este modelo y, para el caso de cualquier modelo, está sustentada por la proporción de infecciones sintomáticas supuestas, la cual es desconocida en realidad en todo el mundo. Existen estimaciones particulares para China, EUA y otros países, pero todas, sin excepción tienen amplios intervalos de incertidumbre y están basados en muestreos sesgados de las poblaciones afectadas. En nuestro caso, las estimaciones se basan en las distribuciones calculadas presentadas en la sección 2, Cuadro 4

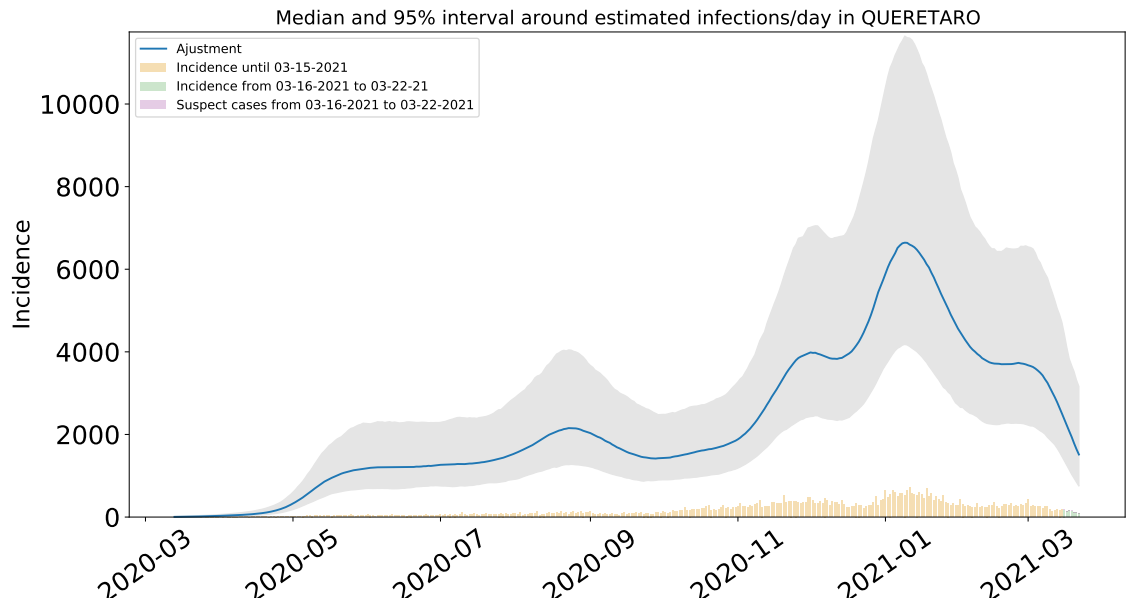


Figura 5: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Querétaro usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

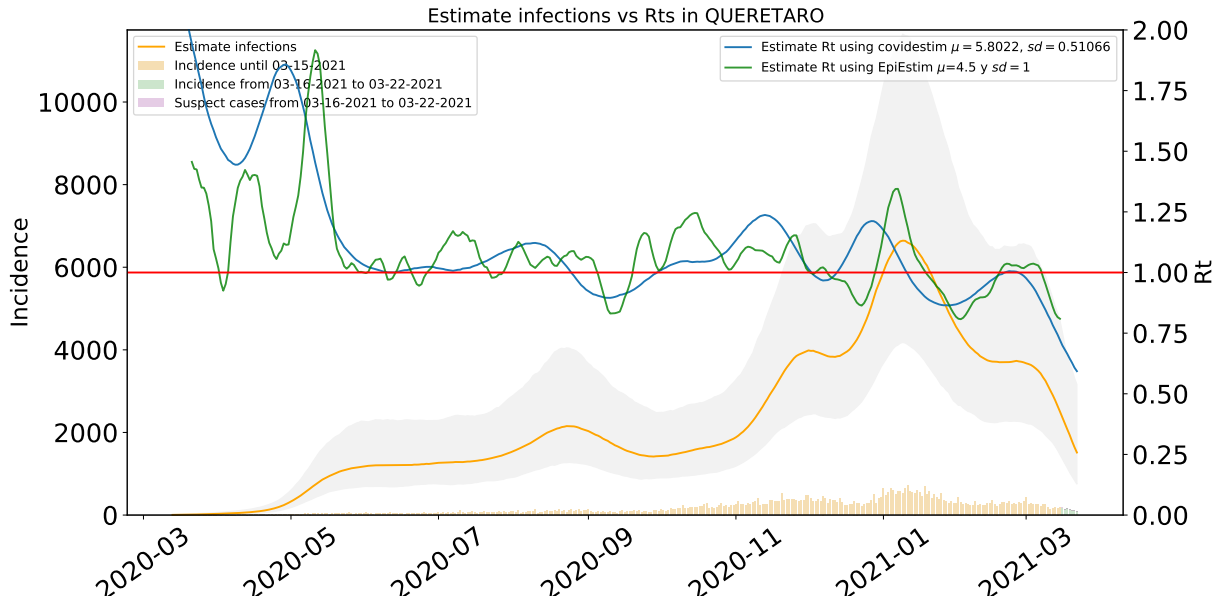


Figura 6: Estimación de R_t . La figura muestra también el total de infecciones estimadas en Querétaro para efectos comparativos, usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021. Volvemos a resaltar que este R_t está calculado con base en las infecciones totales estimadas en vez de las infecciones reportadas como hace el método usado para calcular R_t en el semáforo federal. Ambos métodos rinden tendencias similares, en lo general, pero no son iguales. Ambos se sustentan en hipótesis diferentes expresadas en usar una serie de tiempo en particular como representativa de la epidemia real. Obsérvese también que nuestro R_t hace el nowcasting a la fecha del 22 de marzo.

1.2. Estimaciones Amealco de Bonfil

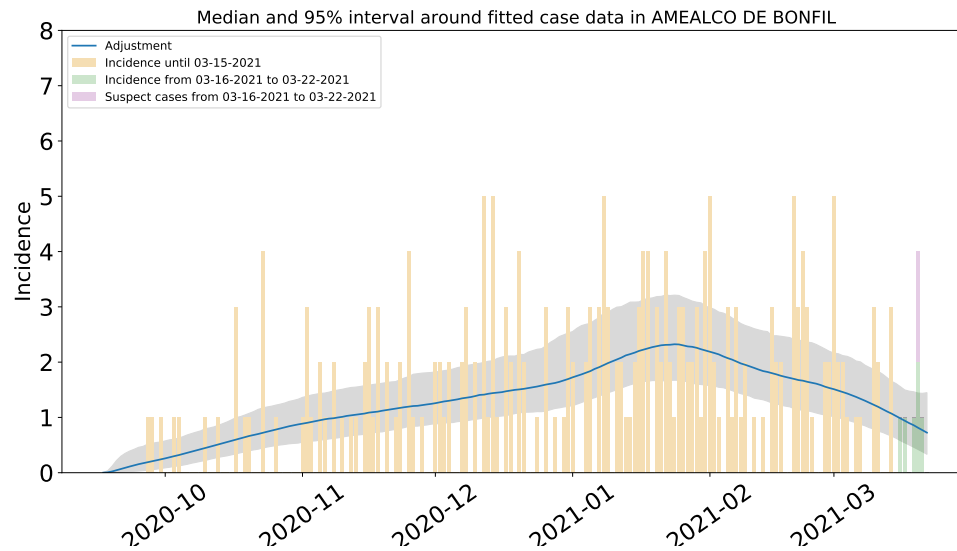


Figura 7: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Amealco de Bonfil usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

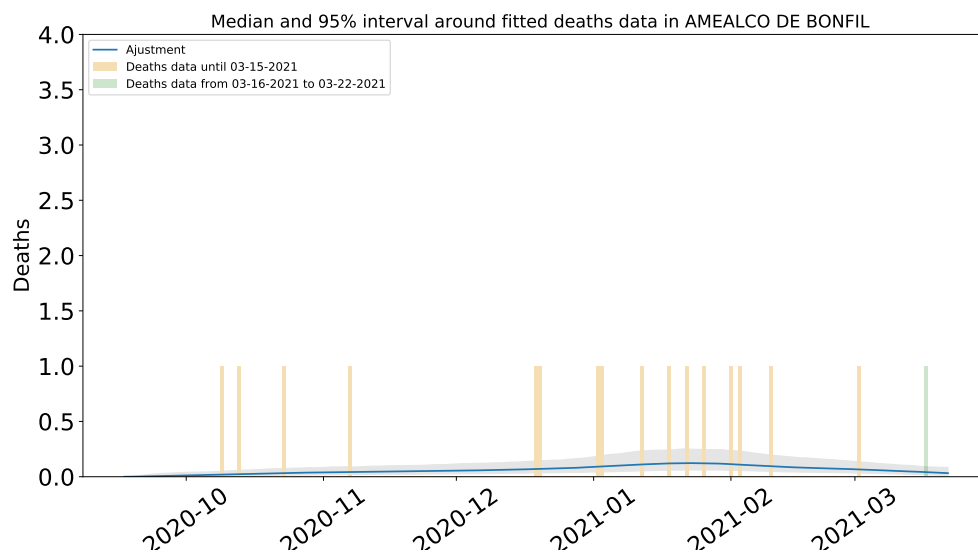


Figura 8: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Amealco de Bonfil usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

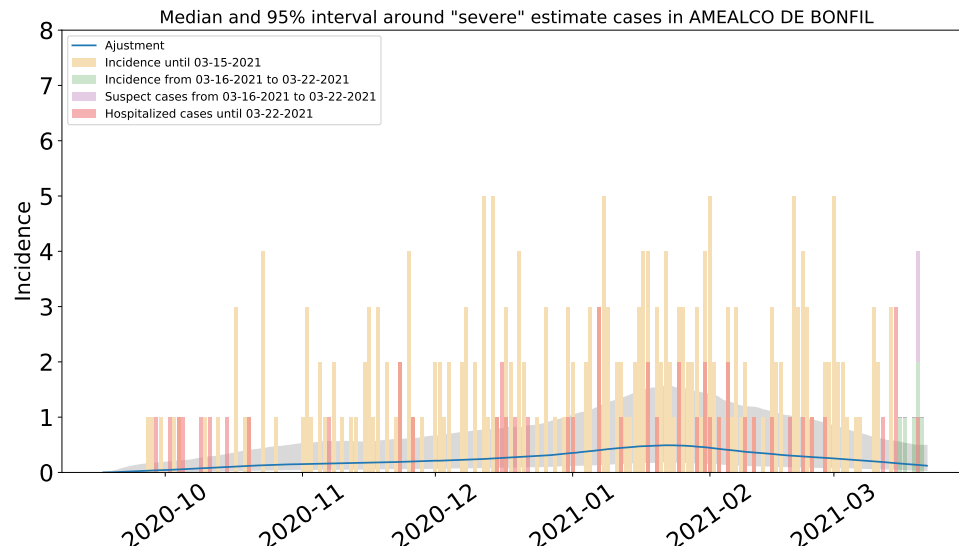


Figura 9: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Amealco de Bonfil usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

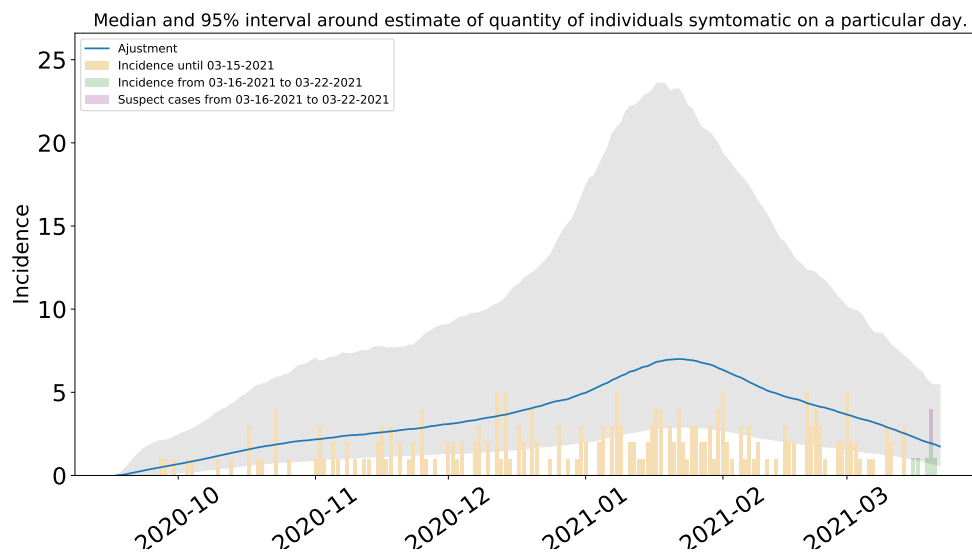


Figura 10: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Amealco de Bonfil usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

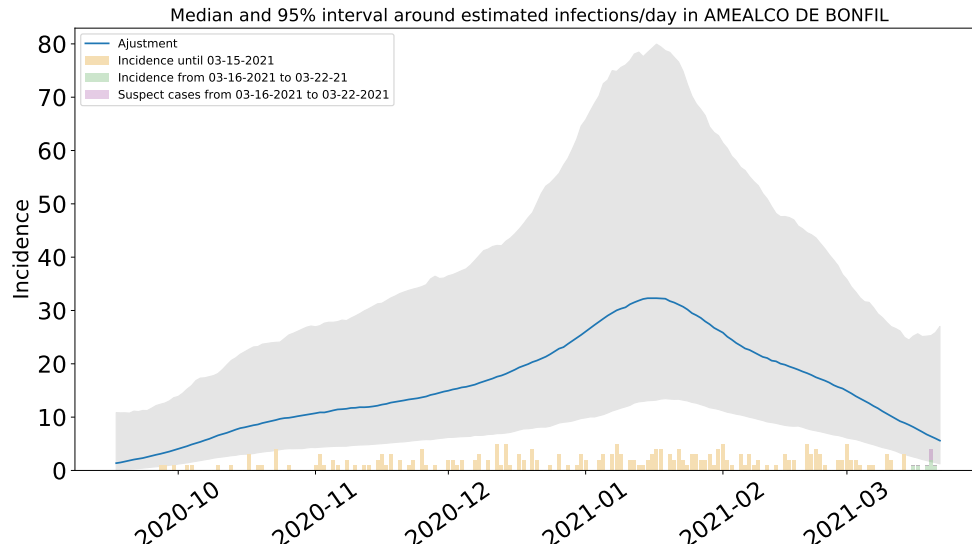


Figura 11: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Amealco de Bonfil usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

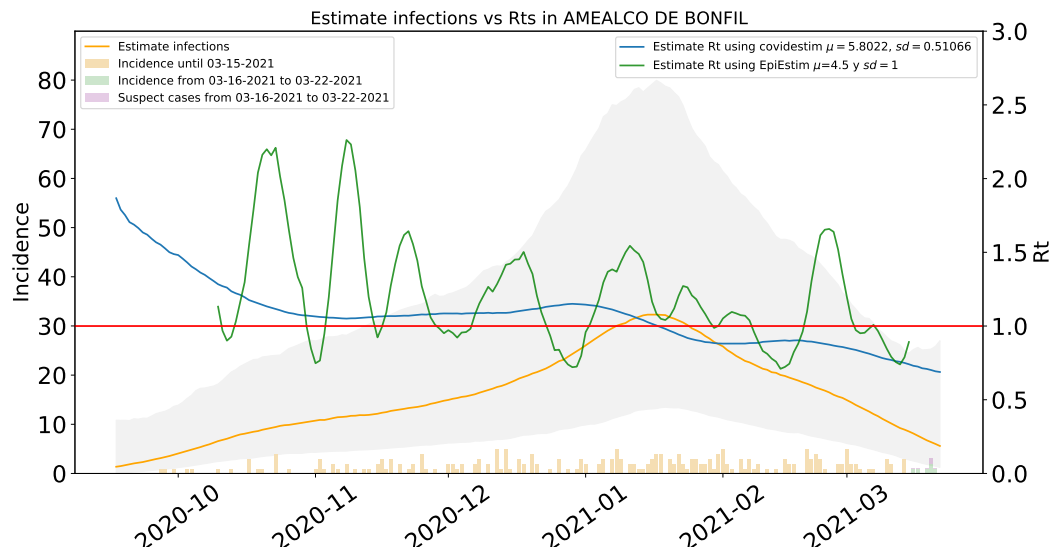


Figura 12: R_t y total de infecciones estimadas en Amealco de Bonfil usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.3. Estimaciones Arroyo Seco

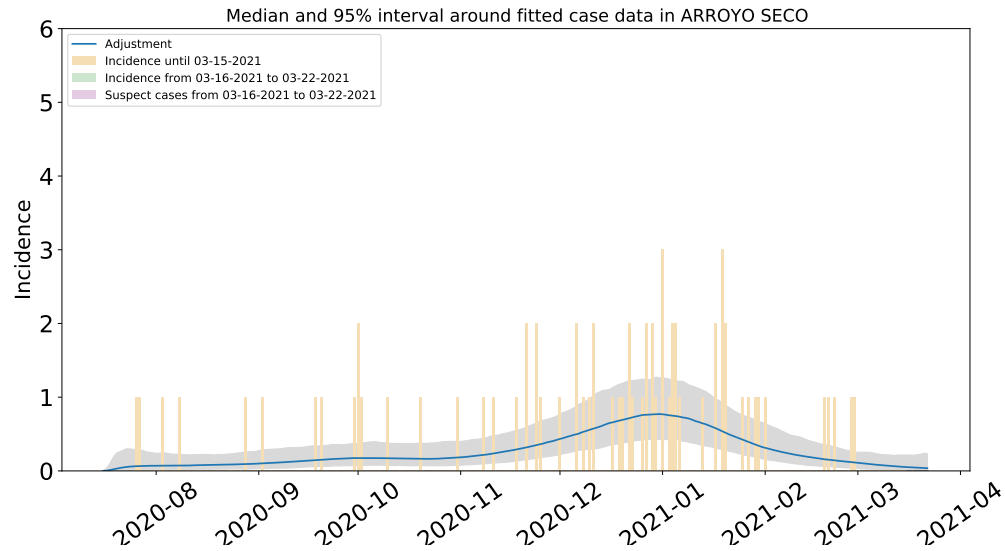


Figura 13: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Arroyo Seco usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

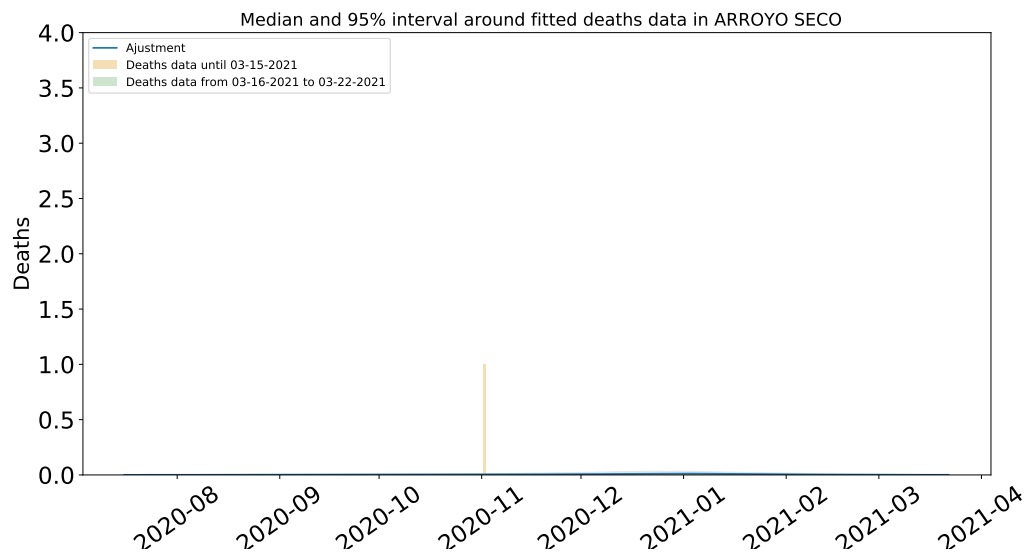


Figura 14: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Arroyo Seco usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

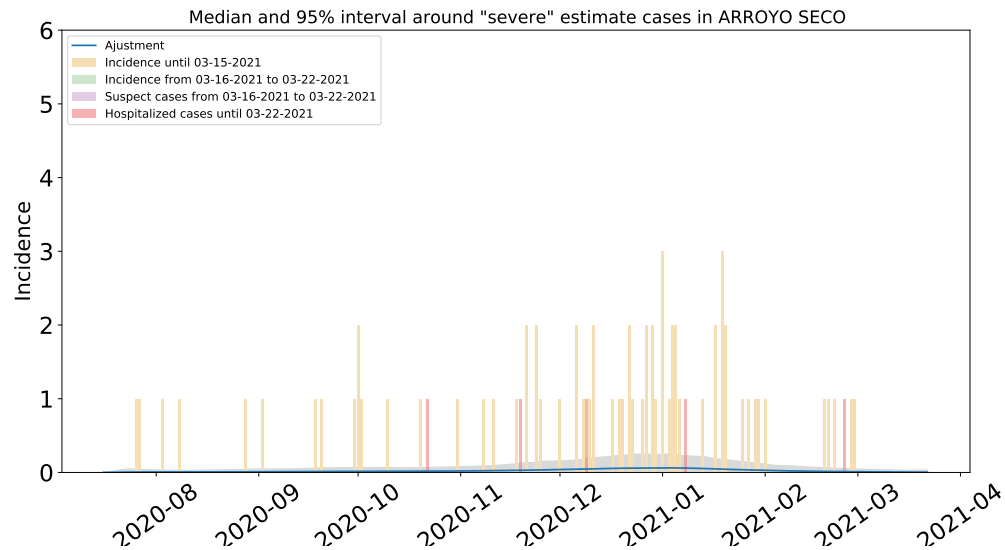


Figura 15: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Arroyo Seco usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

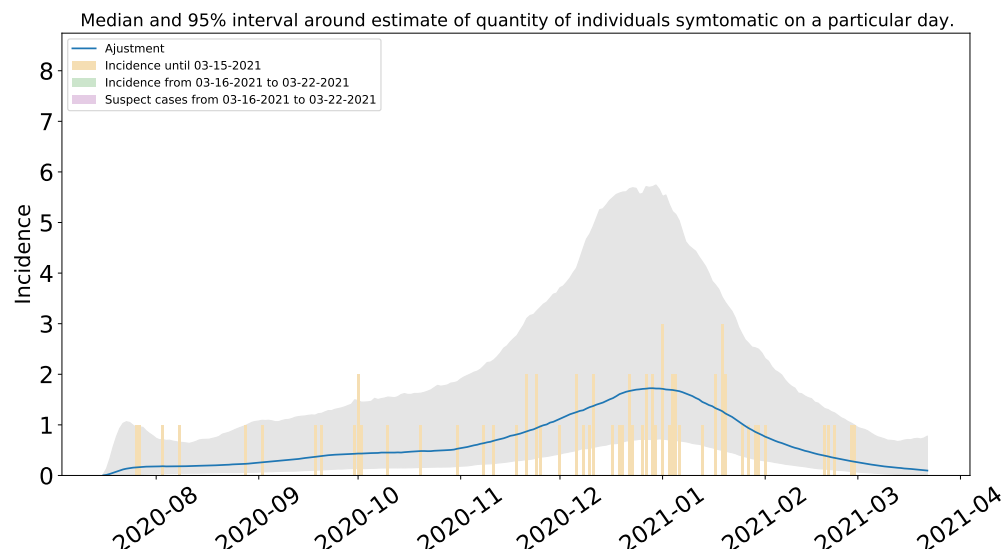


Figura 16: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Arroyo Seco usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

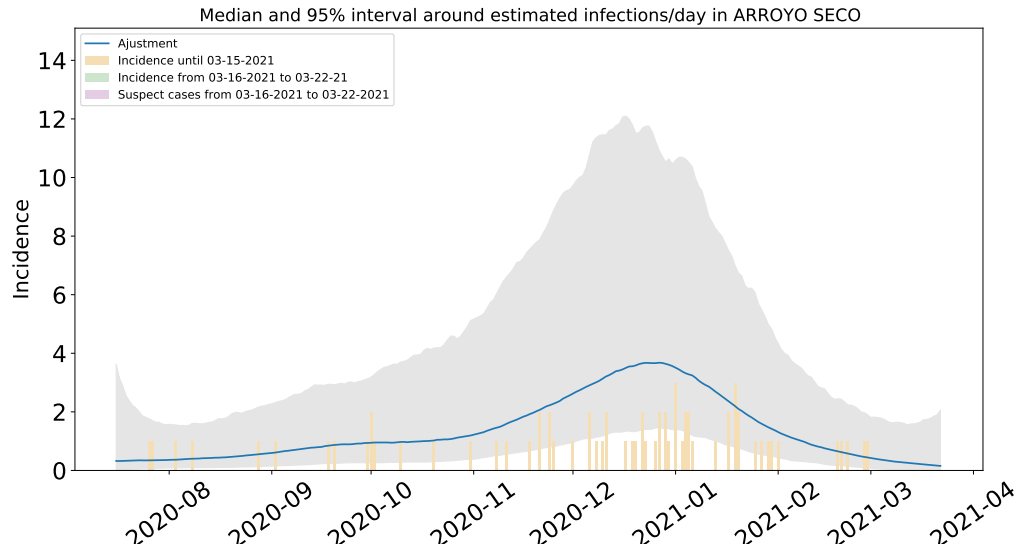


Figura 17: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Arroyo Seco usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

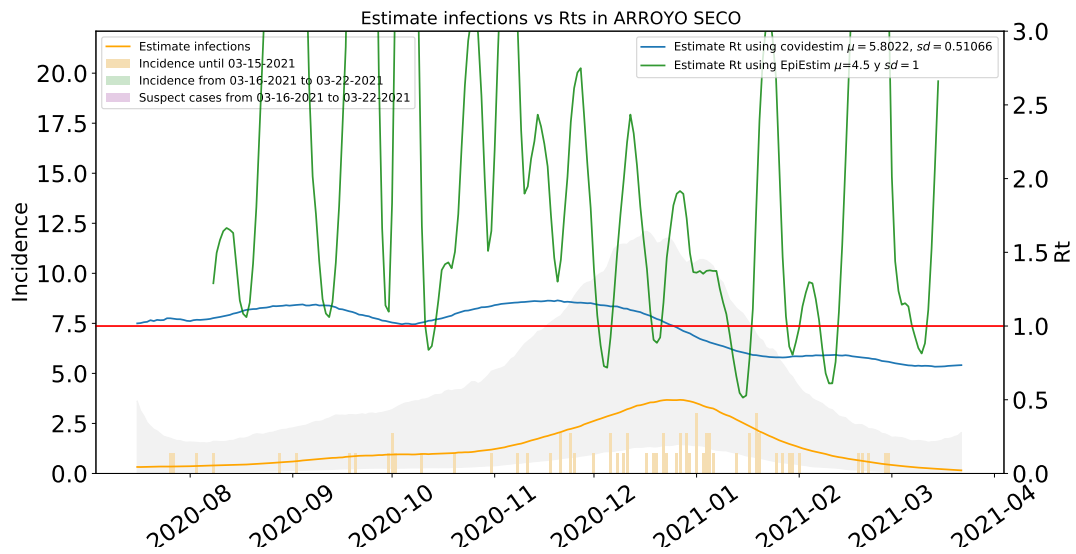


Figura 18: R_t y total de infecciones estimadas en Arroyo Seco usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.4. Estimaciones Cadereyta de Montes

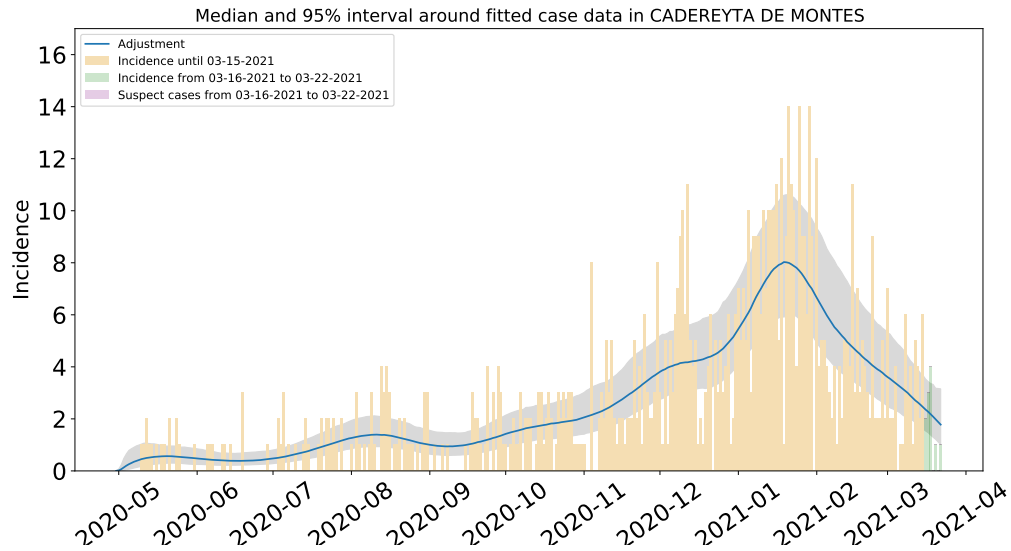


Figura 19: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Cadereyta de Montes usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

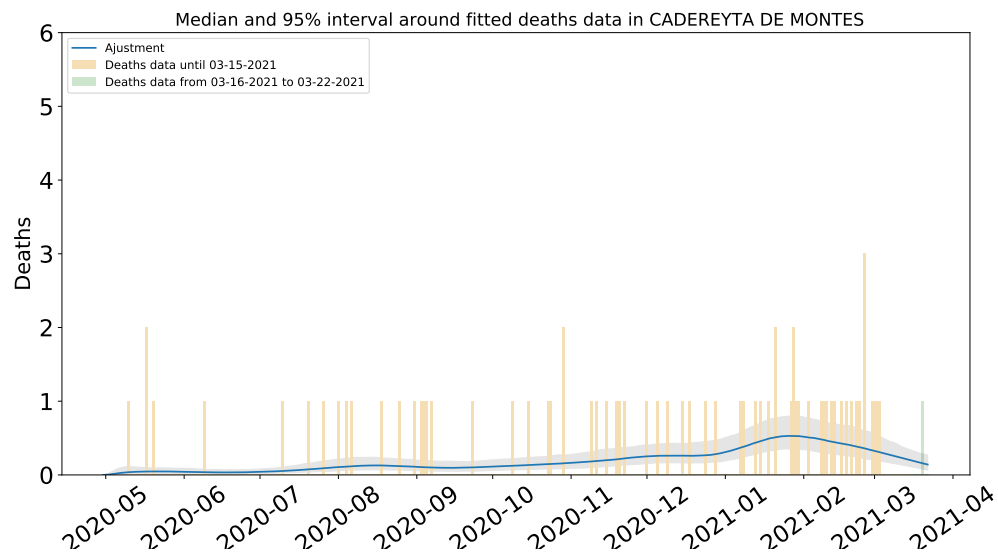


Figura 20: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Cadereyta de Montes usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

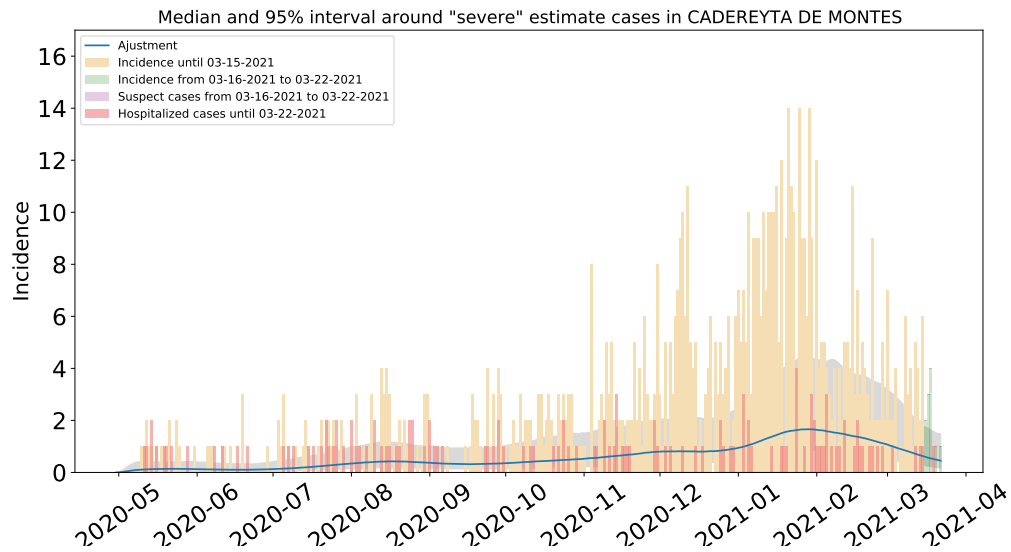


Figura 21: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Cadereyta de Montes usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

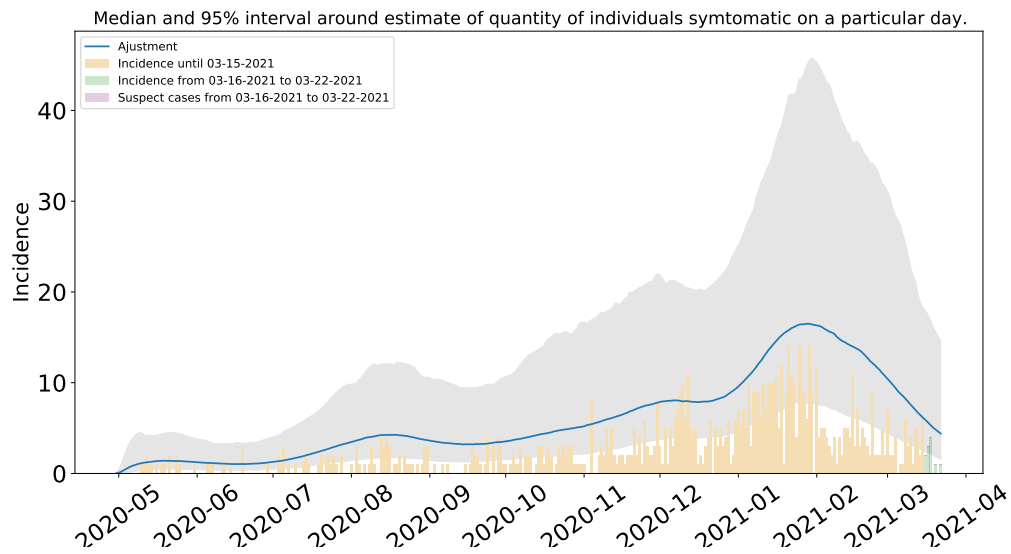


Figura 22: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Cadereyta de Montes usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

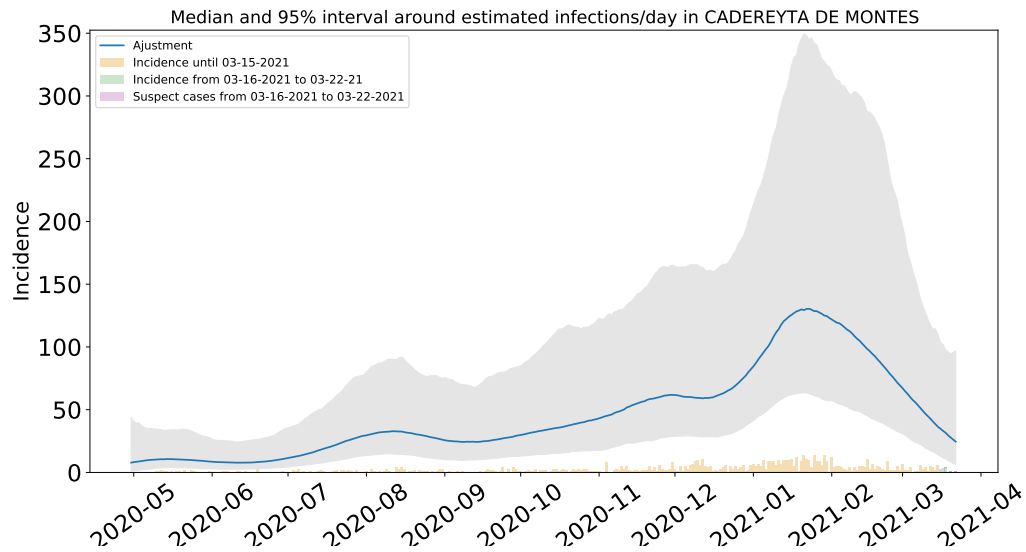


Figura 23: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Cadereyta de Montes usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

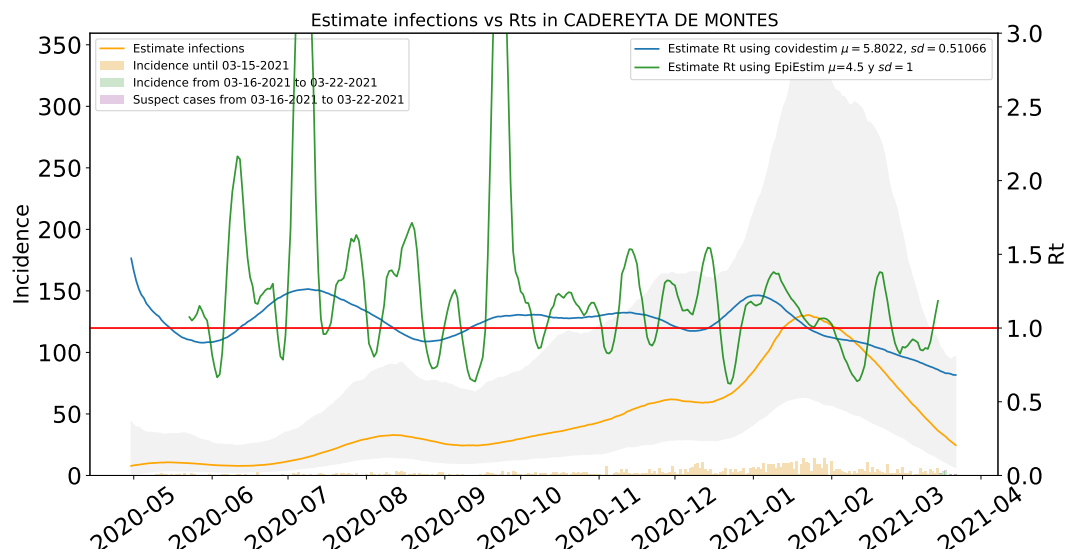


Figura 24: R_t y total de infecciones estimadas en Cadereyta de Montes usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.5. Estimaciones Colón

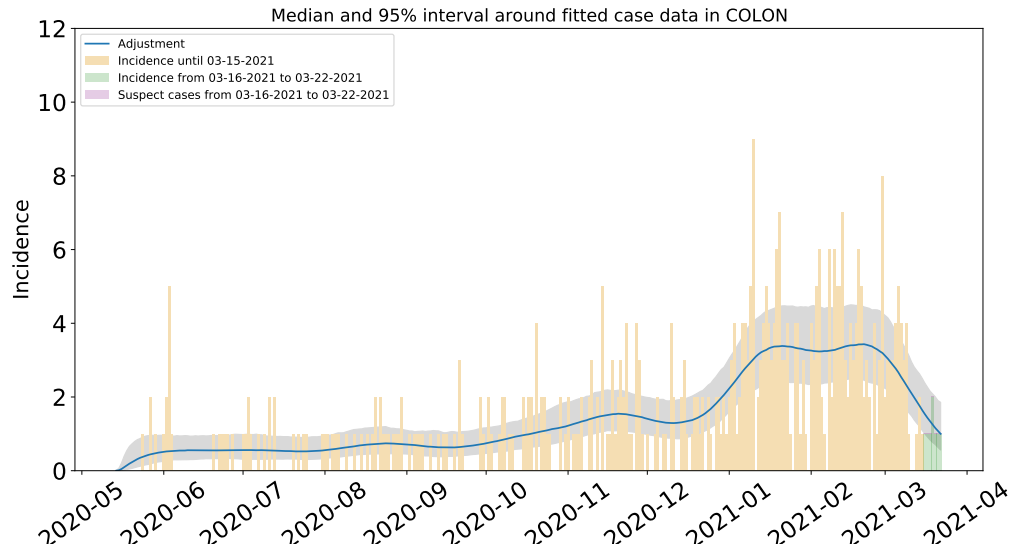


Figura 25: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Colón usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

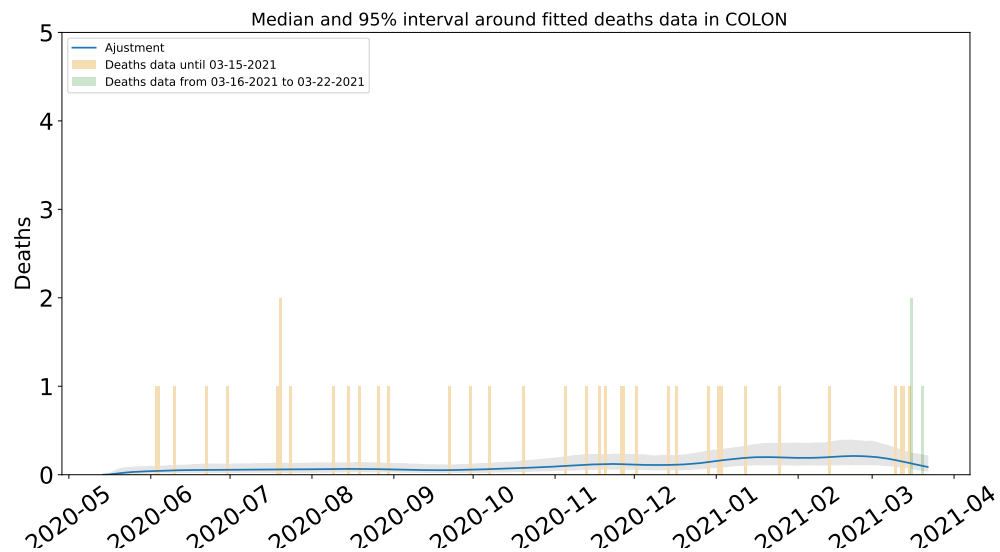


Figura 26: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Colón usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

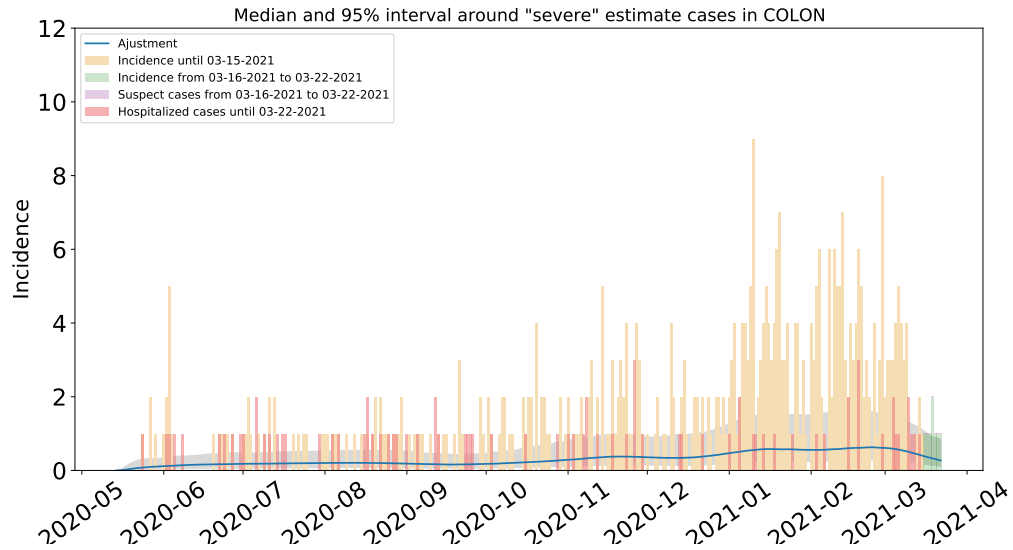


Figura 27: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Colón usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

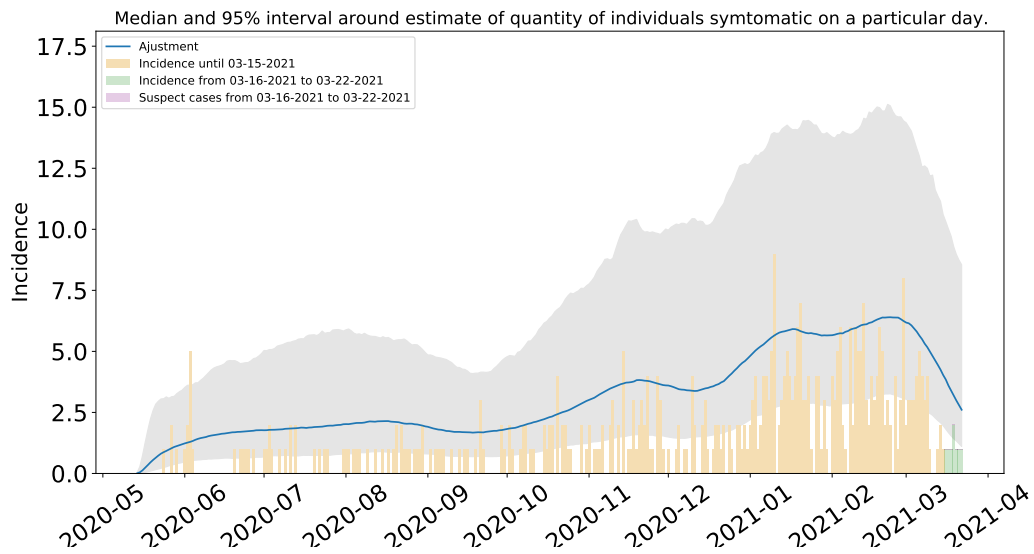


Figura 28: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Colón usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

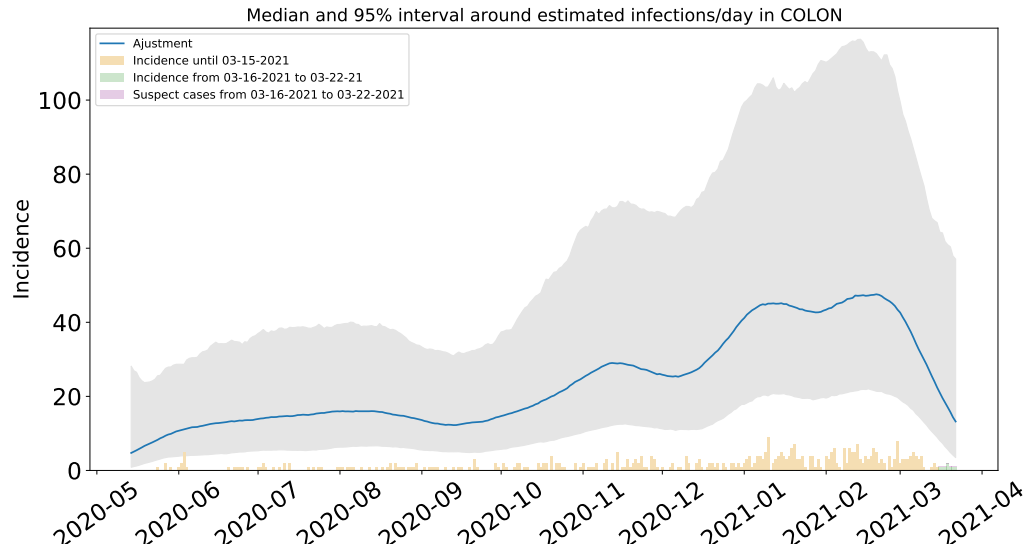


Figura 29: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Colón usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

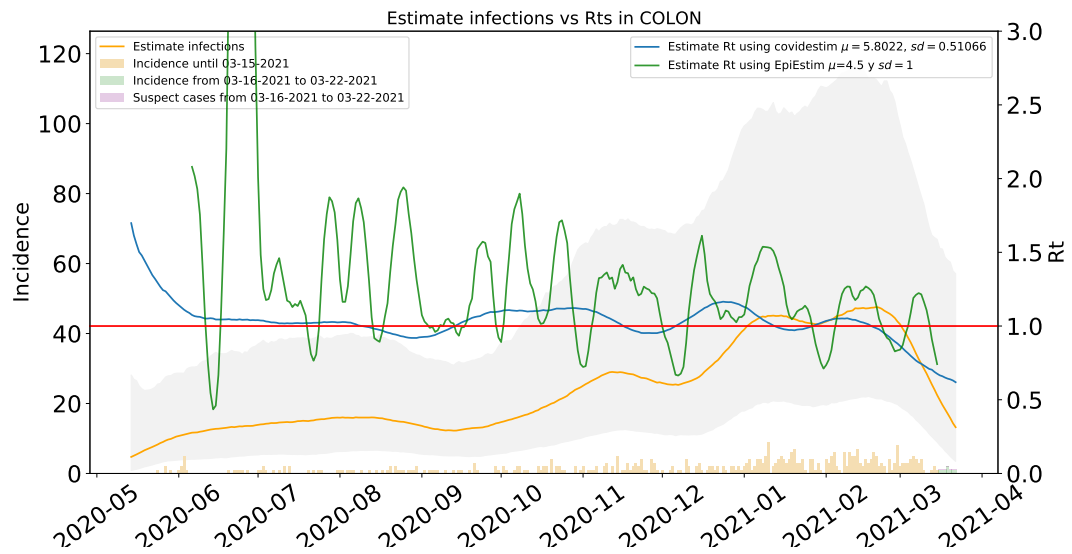


Figura 30: R_t y total de infecciones estimadas en Colón usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.6. Estimaciones Corregidora

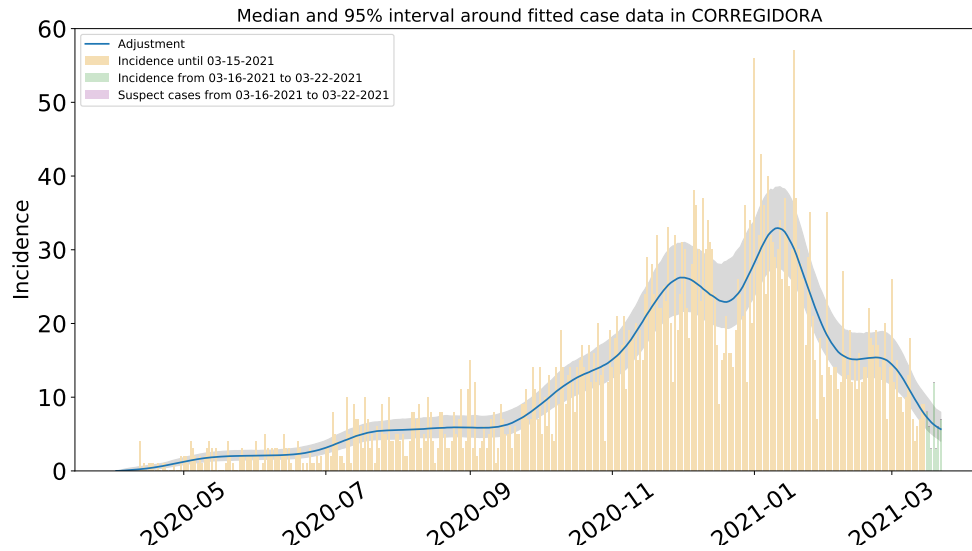


Figura 31: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Corregidora usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

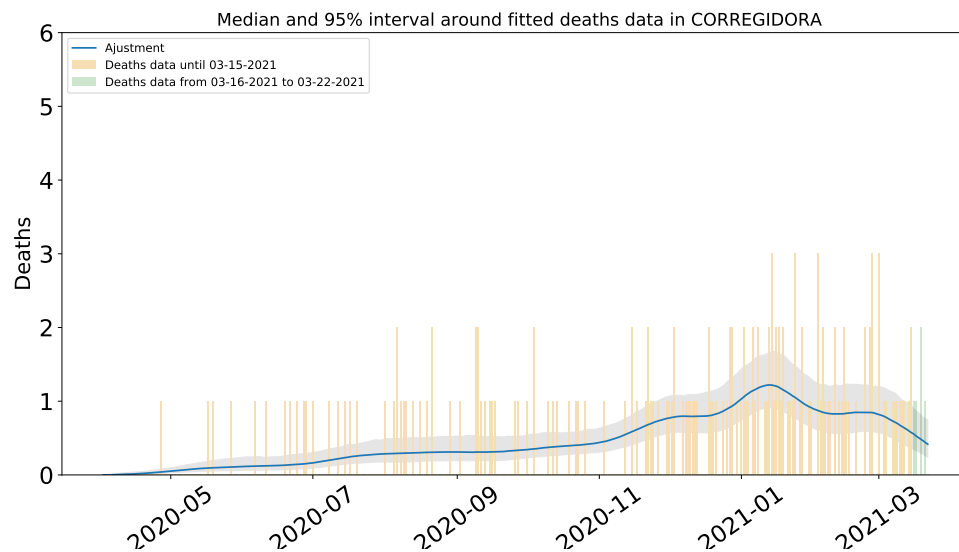


Figura 32: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Corregidora usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

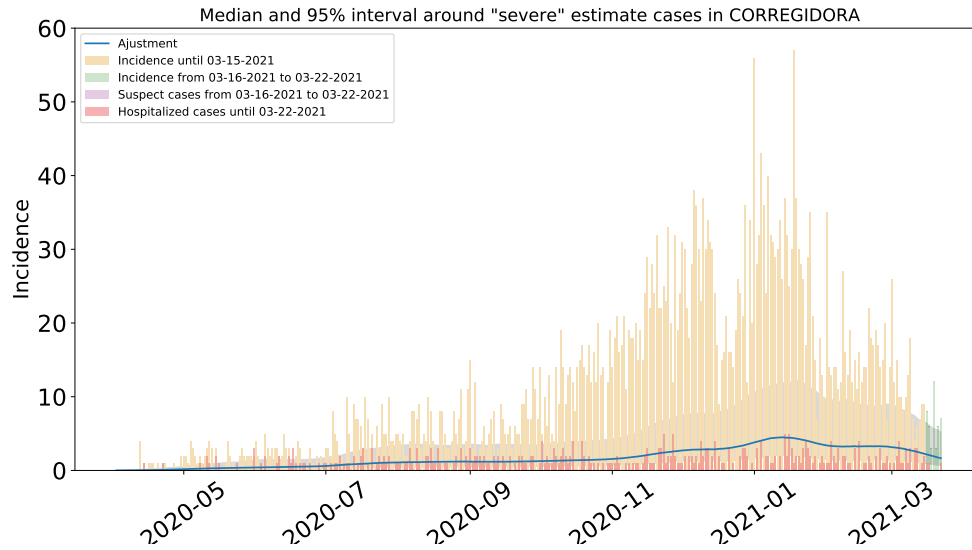


Figura 33: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Corregidora usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

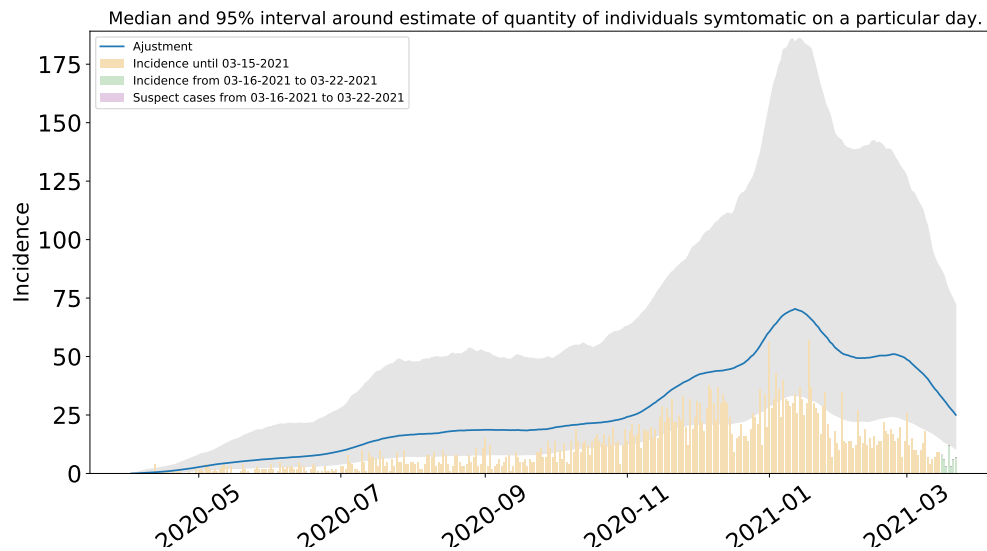


Figura 34: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Corregidora usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

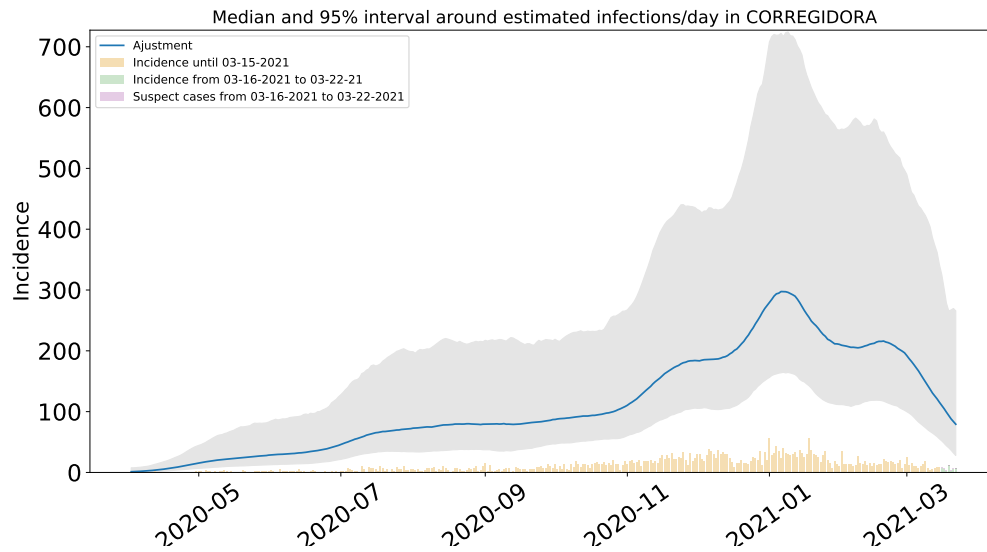


Figura 35: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Corregidora usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

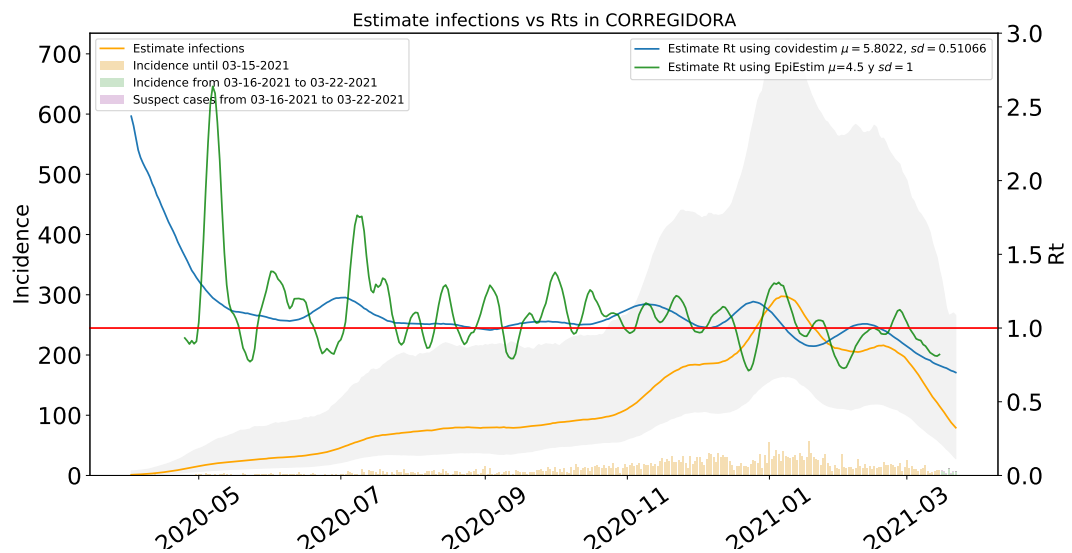


Figura 36: R_t y total de infecciones estimadas en Corregidora usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.7. Estimaciones El Marqués

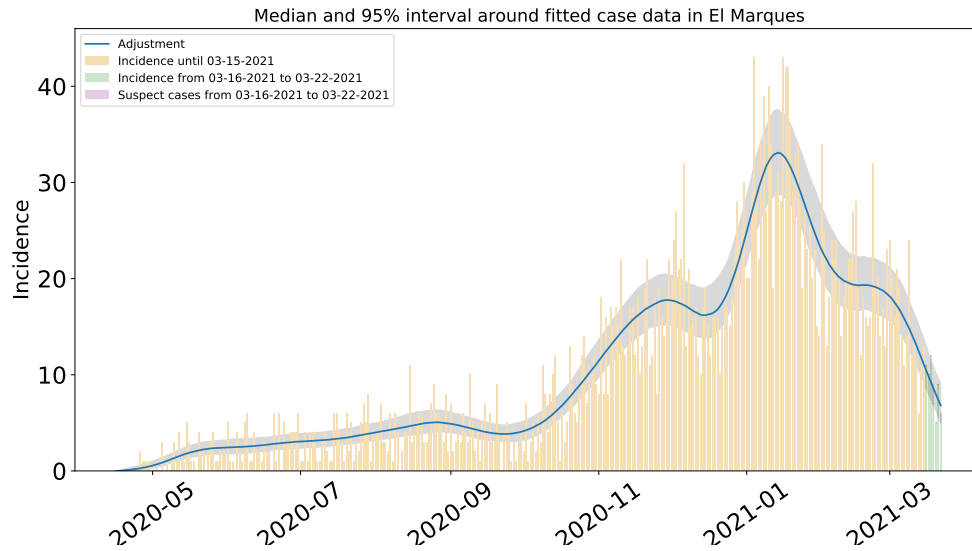


Figura 37: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en El Marqués usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

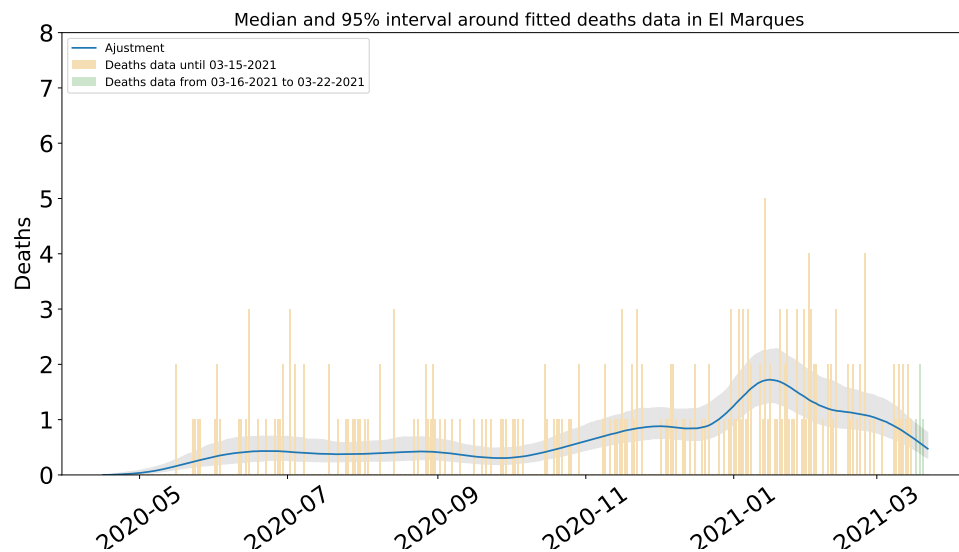


Figura 38: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de El Marqués usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

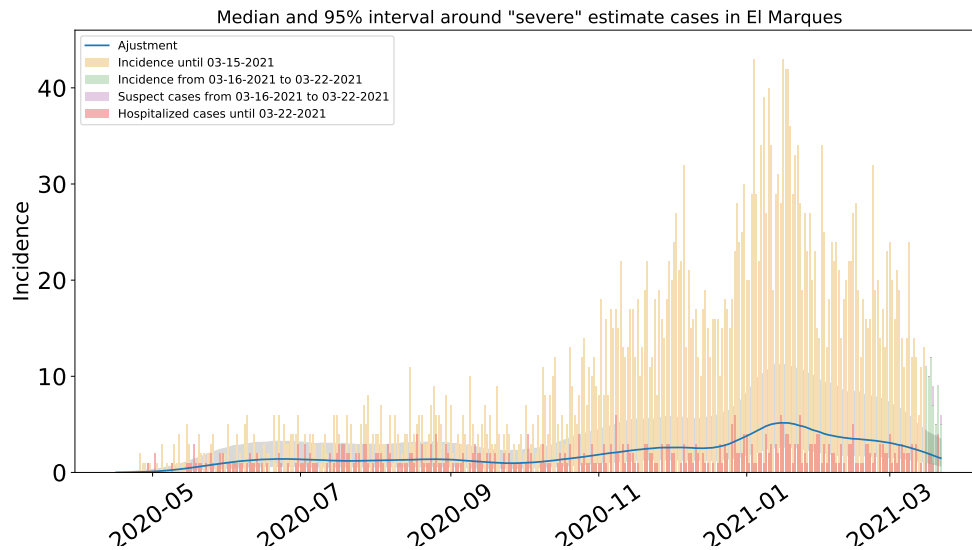


Figura 39: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de El Marqués usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

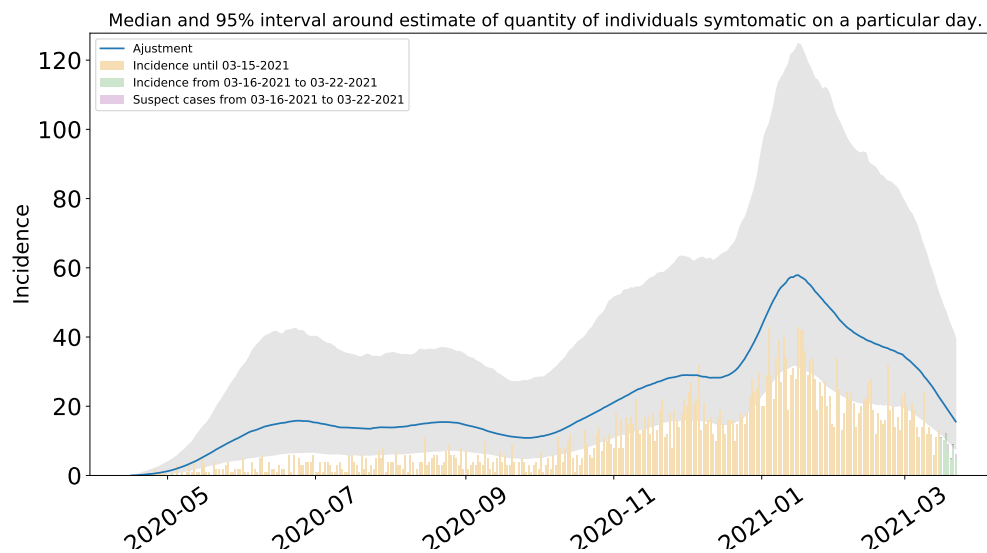


Figura 40: Estimación del número de enfermos sintomáticos en El Marqués usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

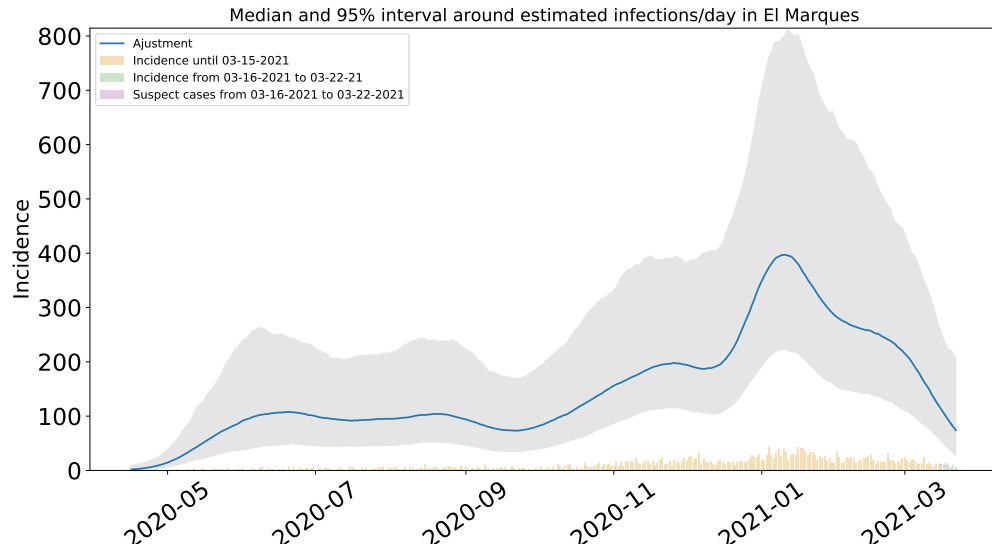


Figura 41: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en El Marqués usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

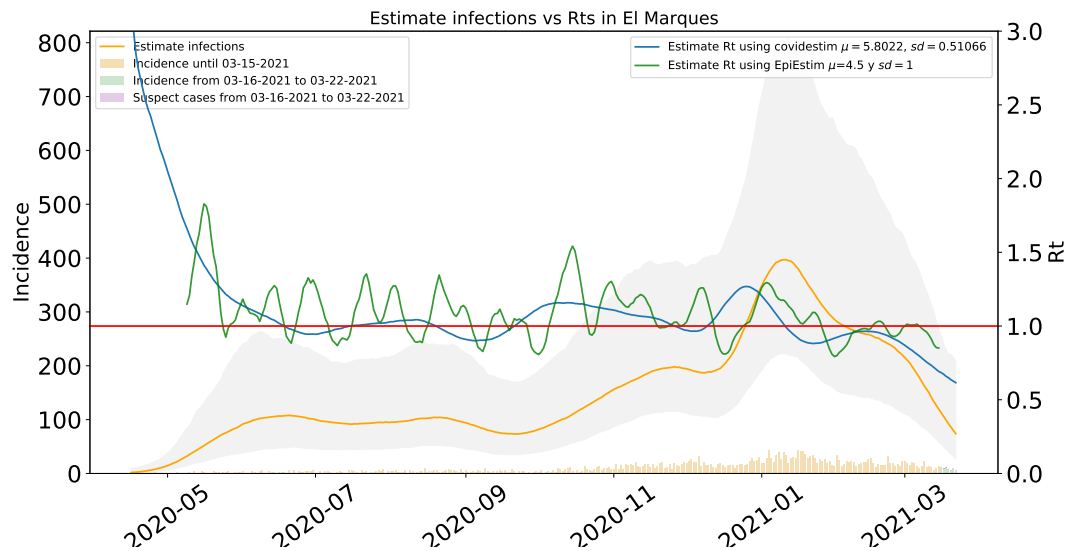


Figura 42: R_t y total de infecciones estimadas en El Marqués usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.8. Estimaciones Ezequiel Montes

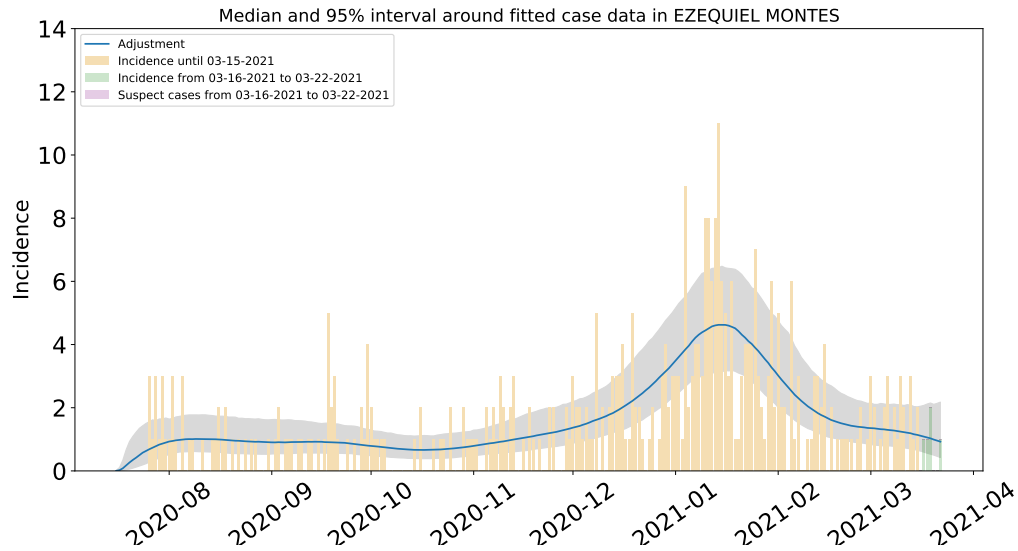


Figura 43: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Ezequiel Montes usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

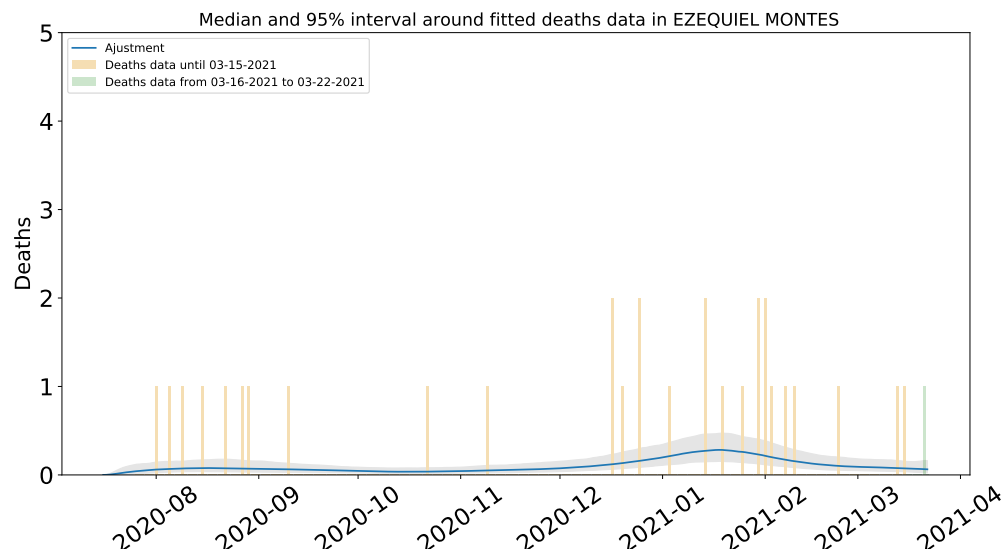


Figura 44: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Ezequiel Montes usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

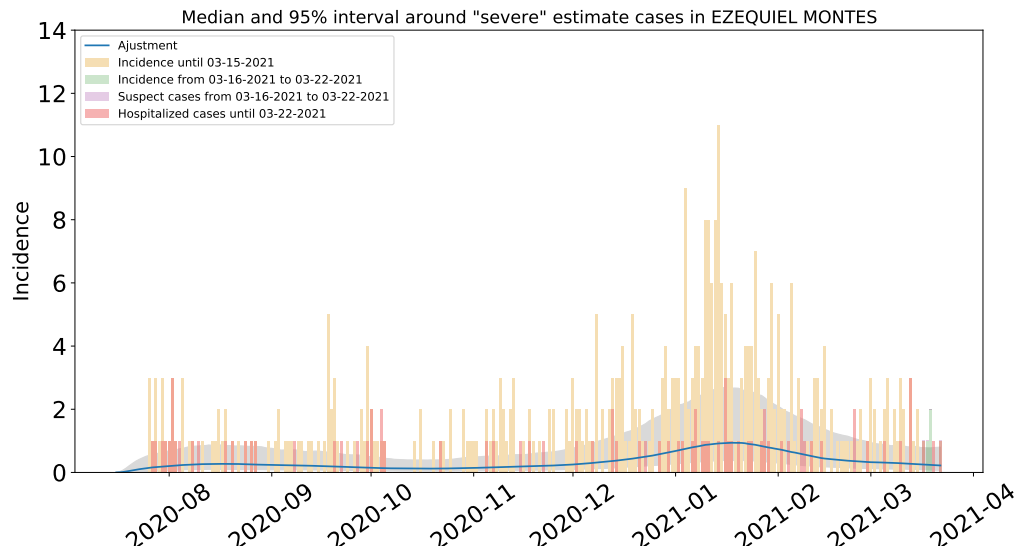


Figura 45: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Ezequiel Montes usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

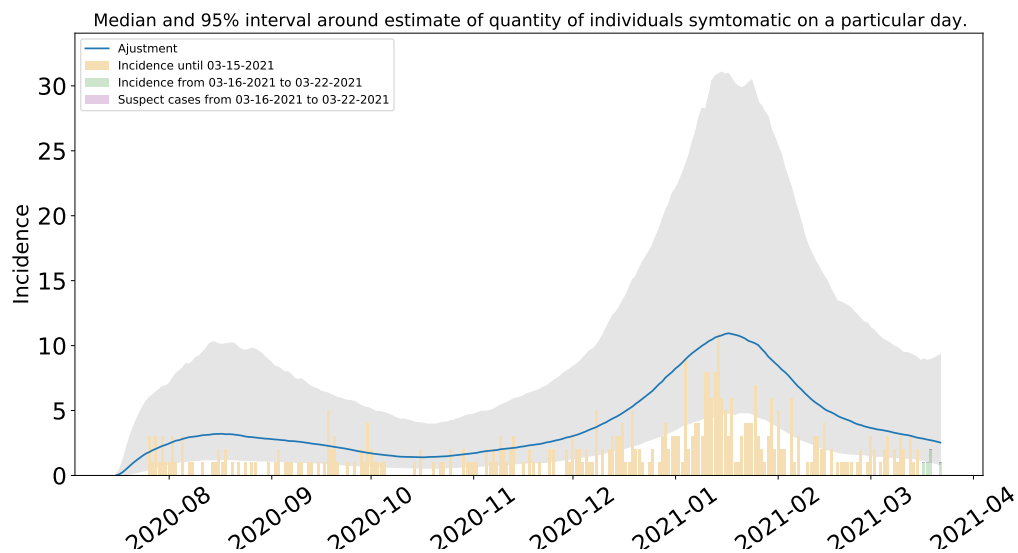


Figura 46: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Ezequiel Montes usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

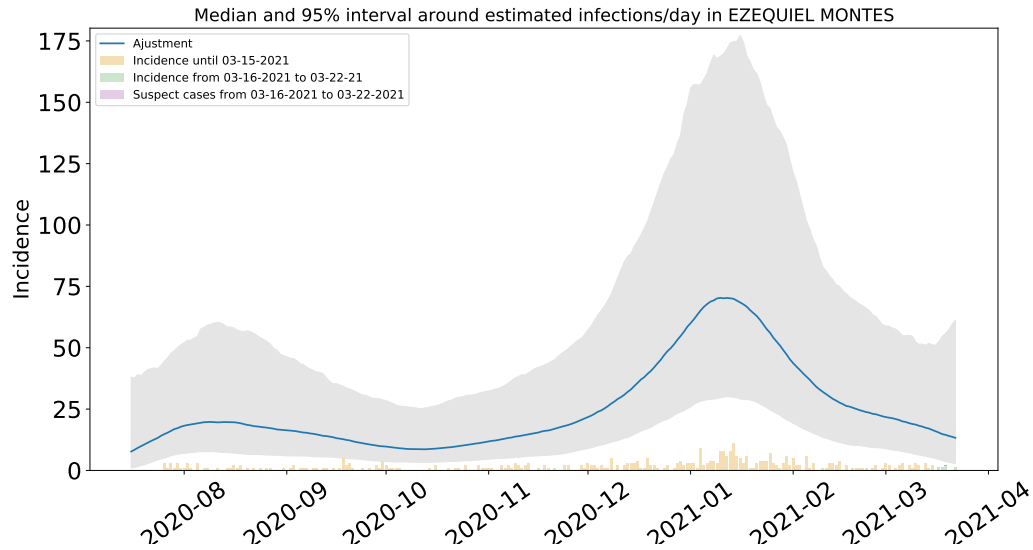


Figura 47: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Ezequiel Montes usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

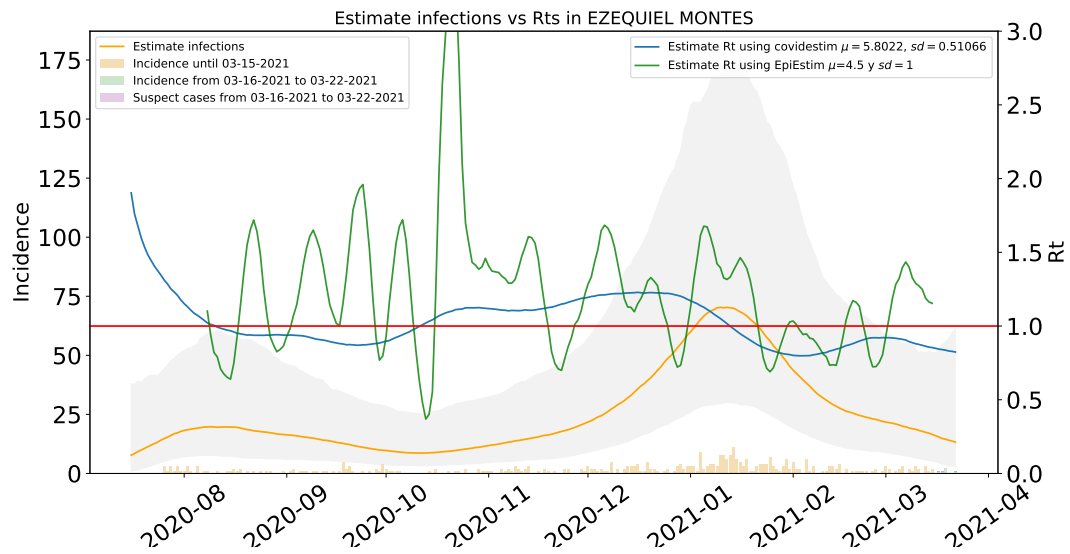


Figura 48: R_t y total de infecciones estimadas en Ezequiel Montes usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.9. Estimaciones Huimilpan

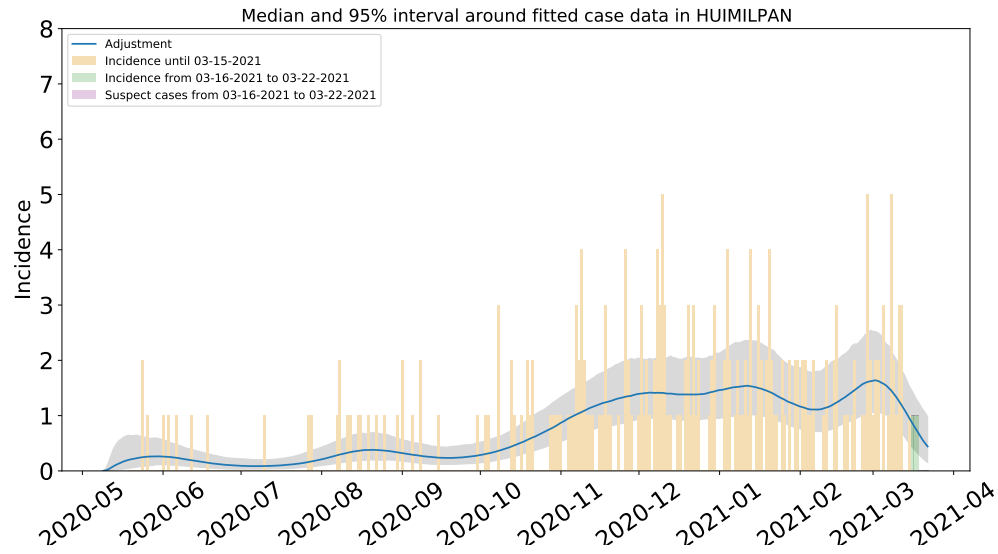


Figura 49: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Huimilpan usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

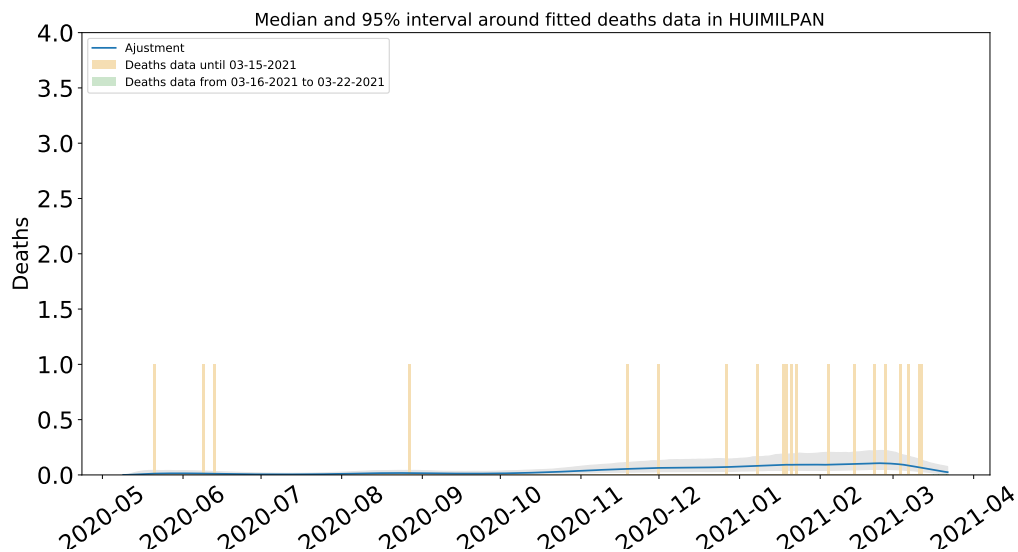


Figura 50: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Huimilpan usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

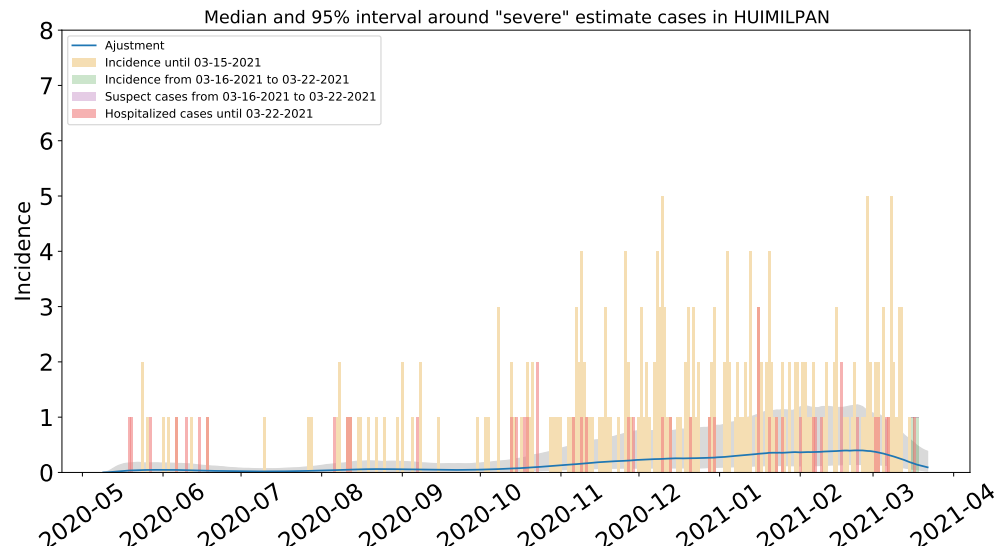


Figura 51: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Huimilpan usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

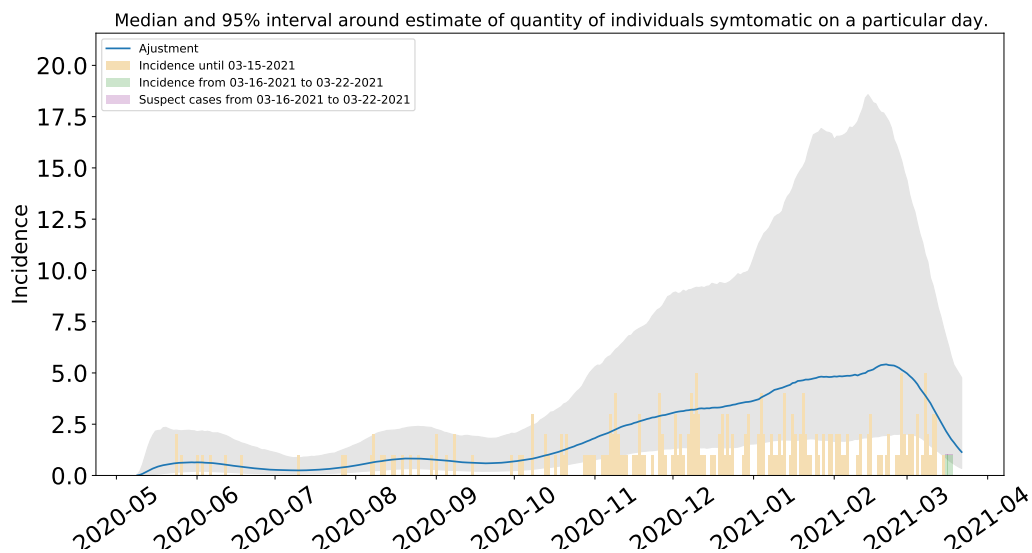


Figura 52: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Huimilpan usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

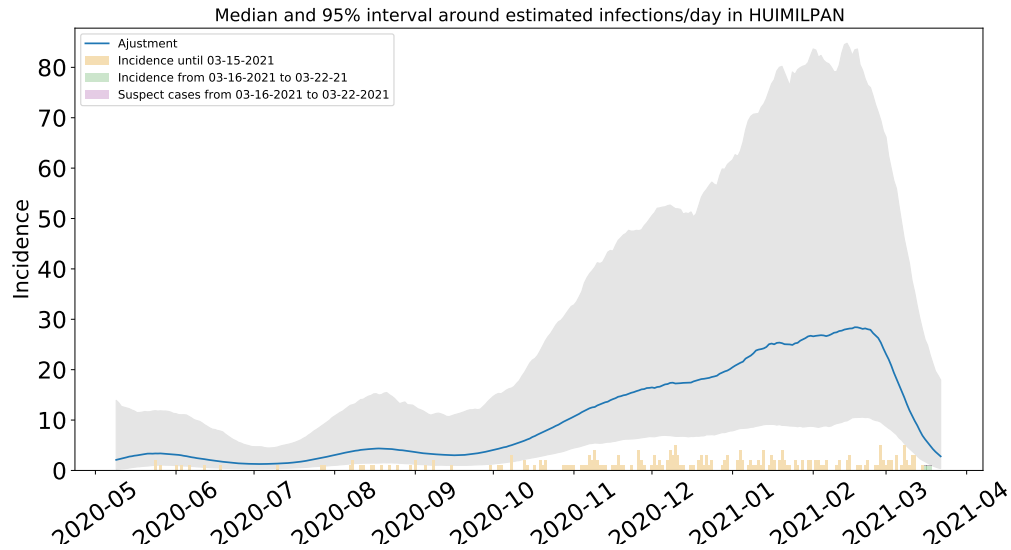


Figura 53: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Huimilpan usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

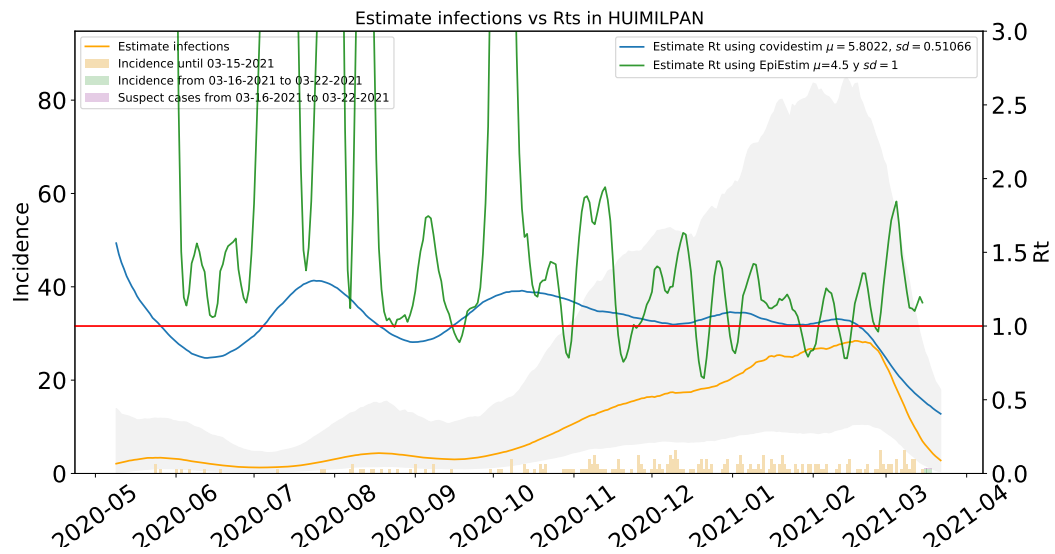


Figura 54: R_t y total de infecciones estimadas en Huimilpan usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.10. Estimaciones Jalpan de Serra

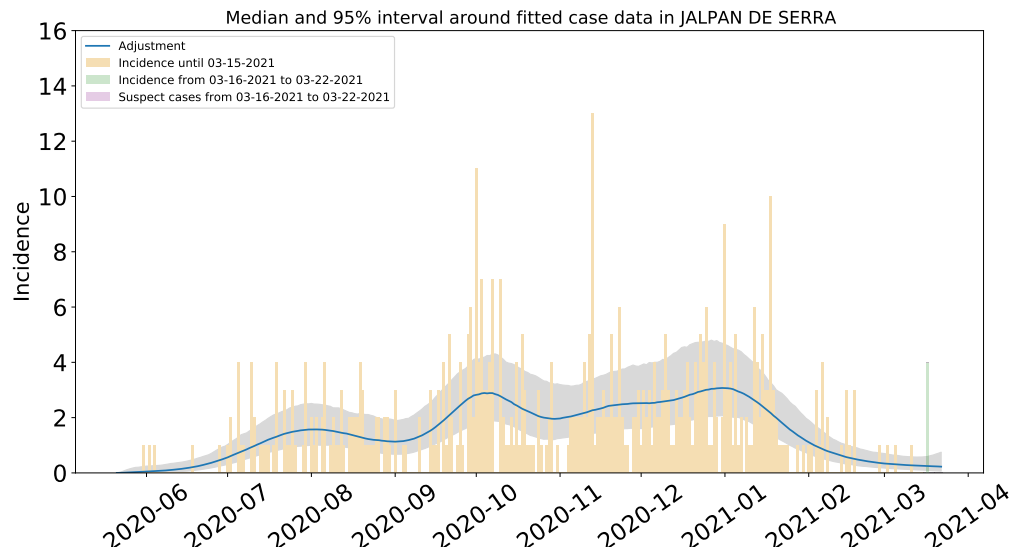


Figura 55: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Jalpan de Serra usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

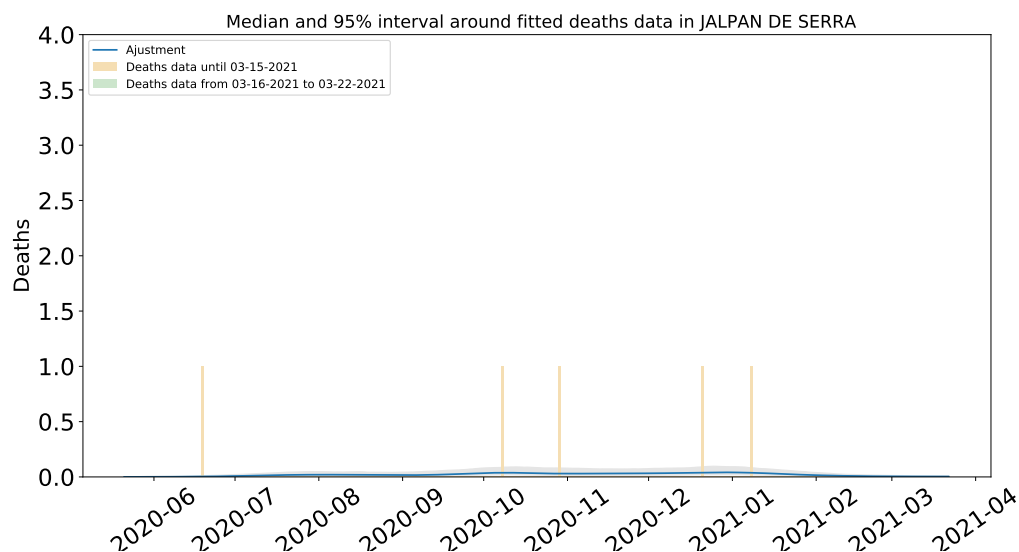


Figura 56: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Jalpan de Serra usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

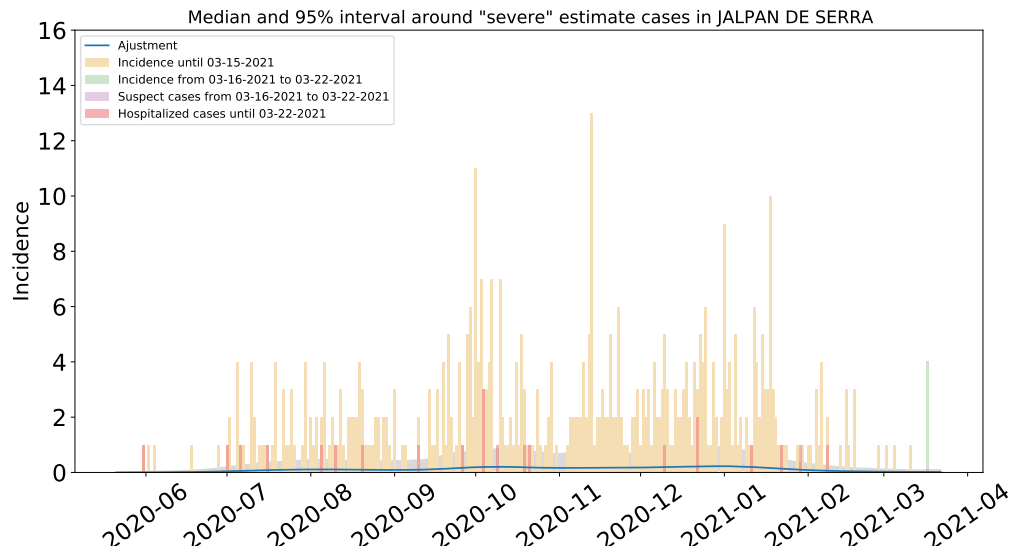


Figura 57: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Jalpan de Serra usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

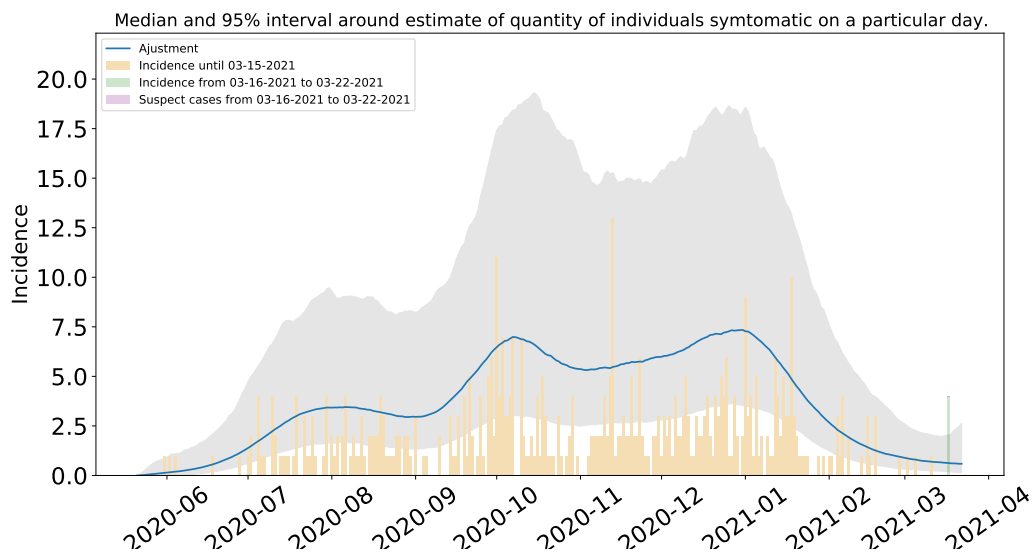


Figura 58: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Jalpan de Serra usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

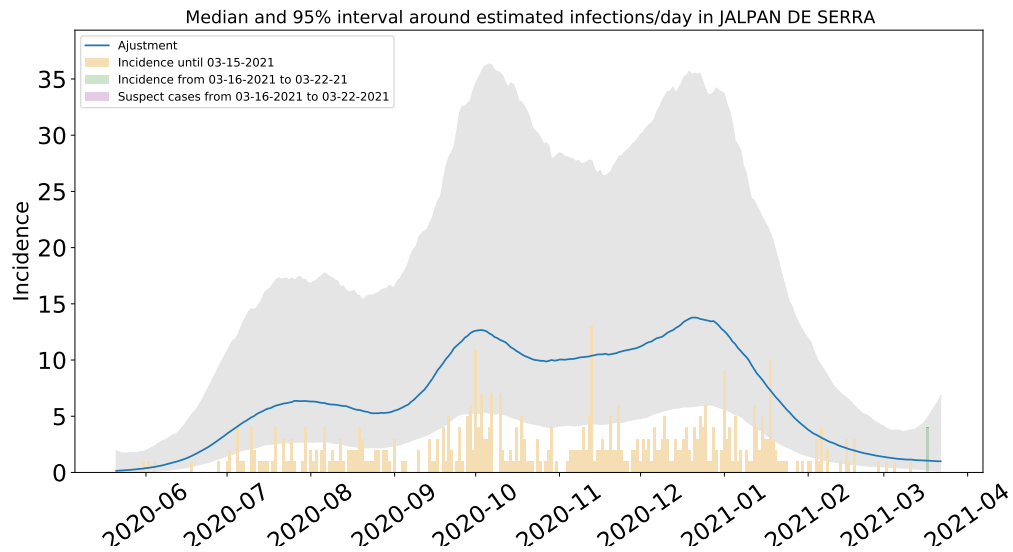


Figura 59: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Jalpan de Serra usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

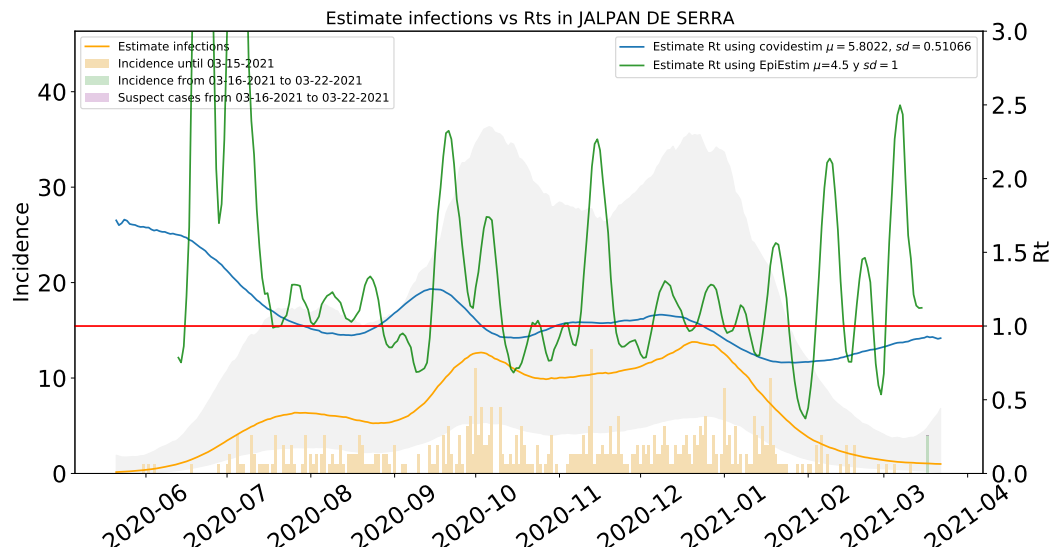


Figura 60: R_t y total de infecciones estimadas en Jalpan de Serra usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.11. Estimaciones Landa de Matamoros

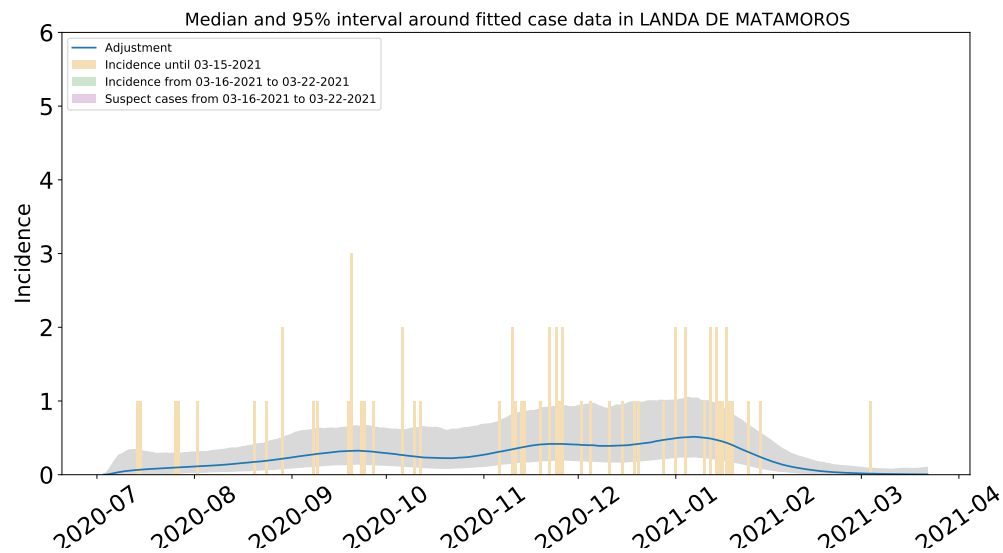


Figura 61: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Landa de Matamoros usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

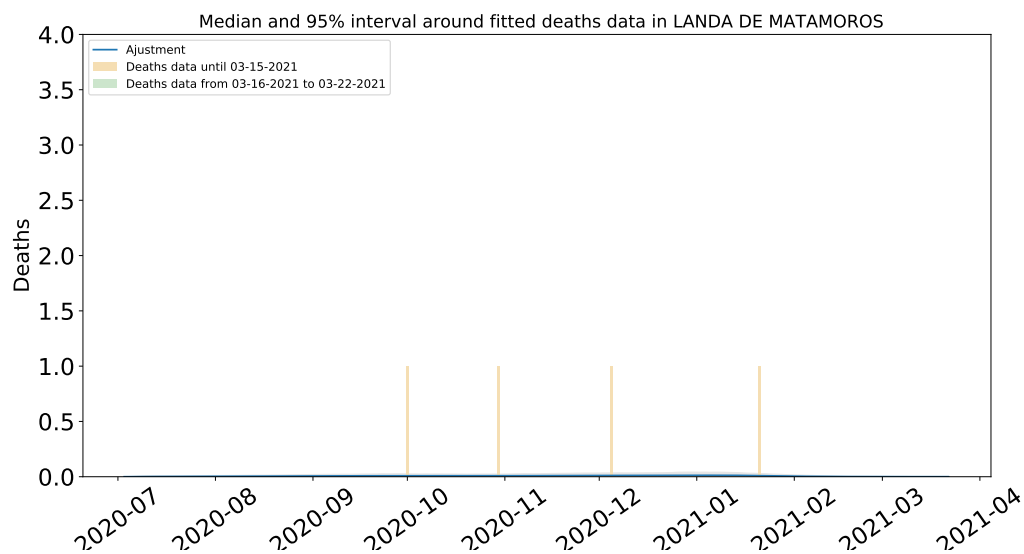


Figura 62: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Landa de Matamoros usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

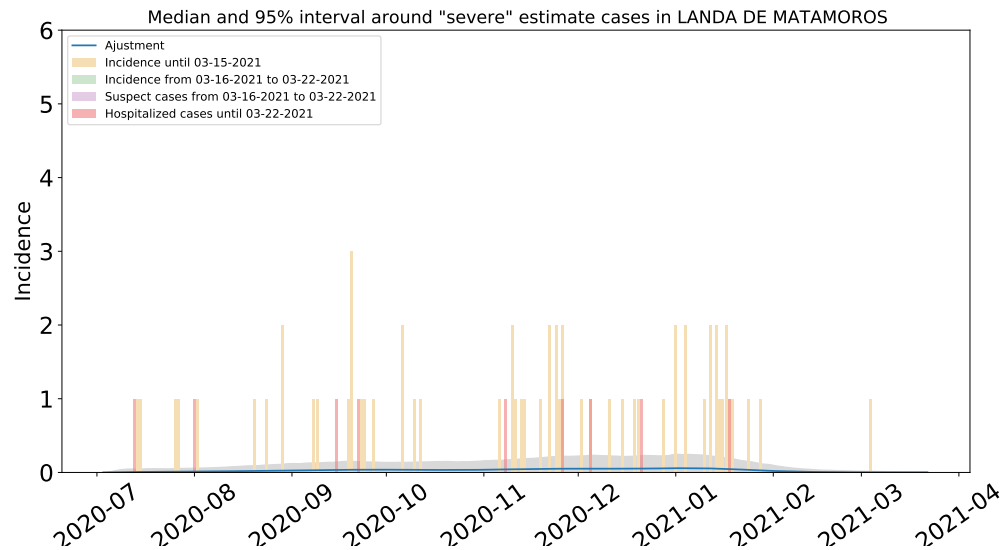


Figura 63: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Landa de Matamoros usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

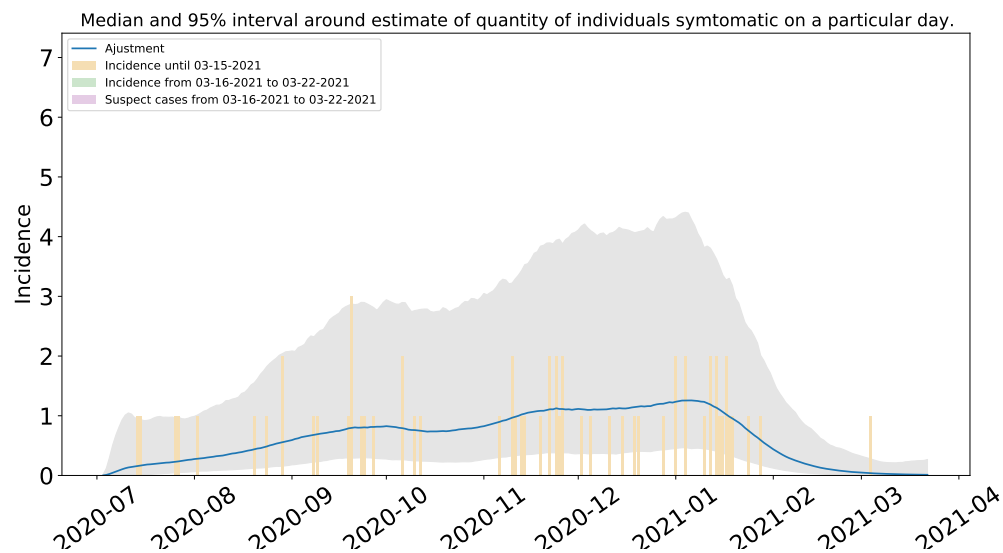


Figura 64: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Landa de Matamoros usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

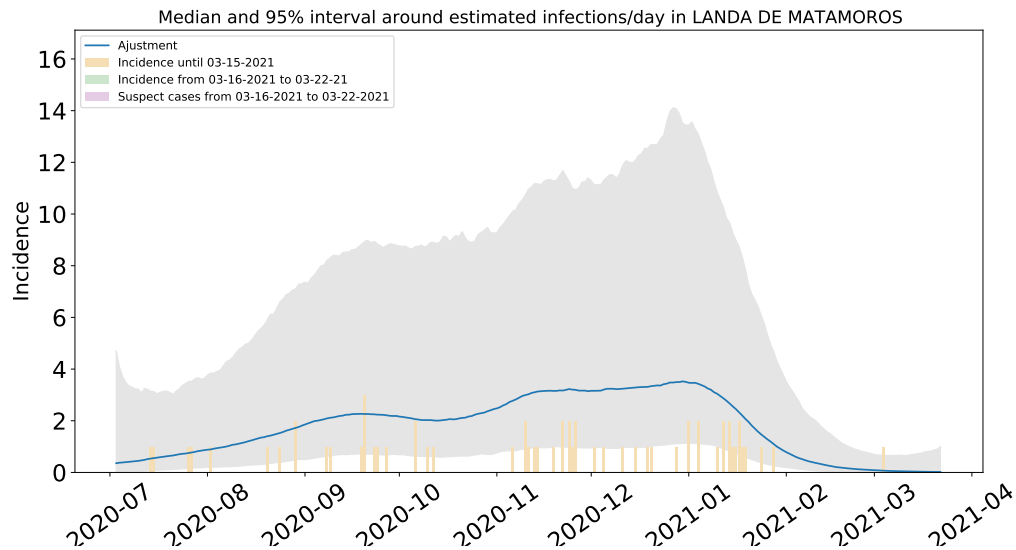


Figura 65: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Landa de Matamoros usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

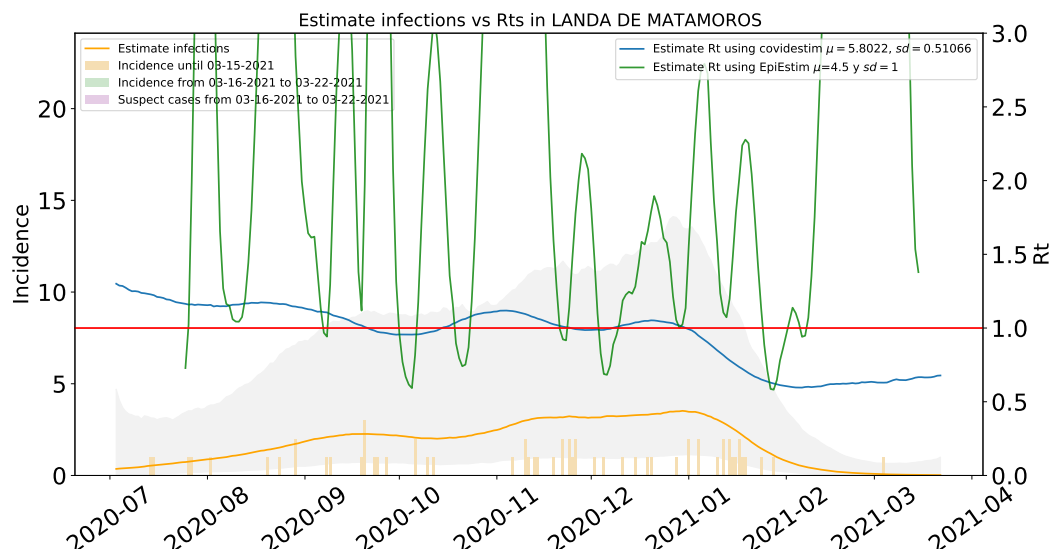


Figura 66: R_t y total de infecciones estimadas en Landa de Matamoros usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.12. Estimaciones Pedro Escobedo

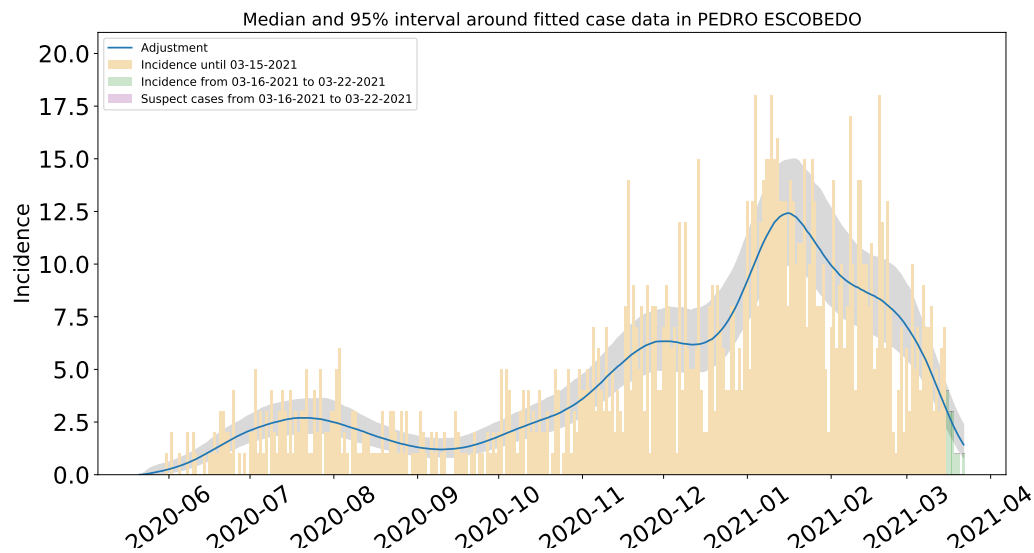


Figura 67: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en en Pedro Escobedo usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

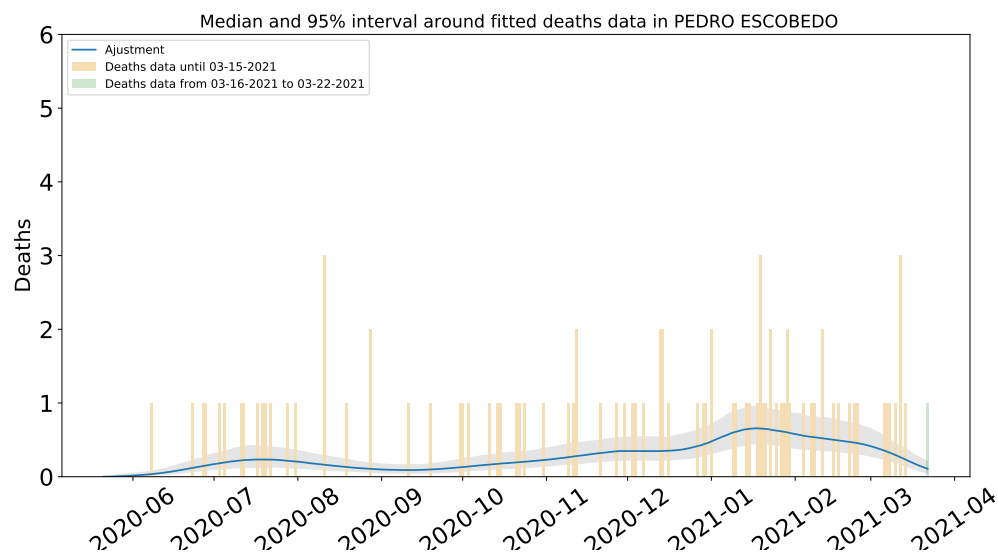


Figura 68: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de en Pedro Escobedo usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

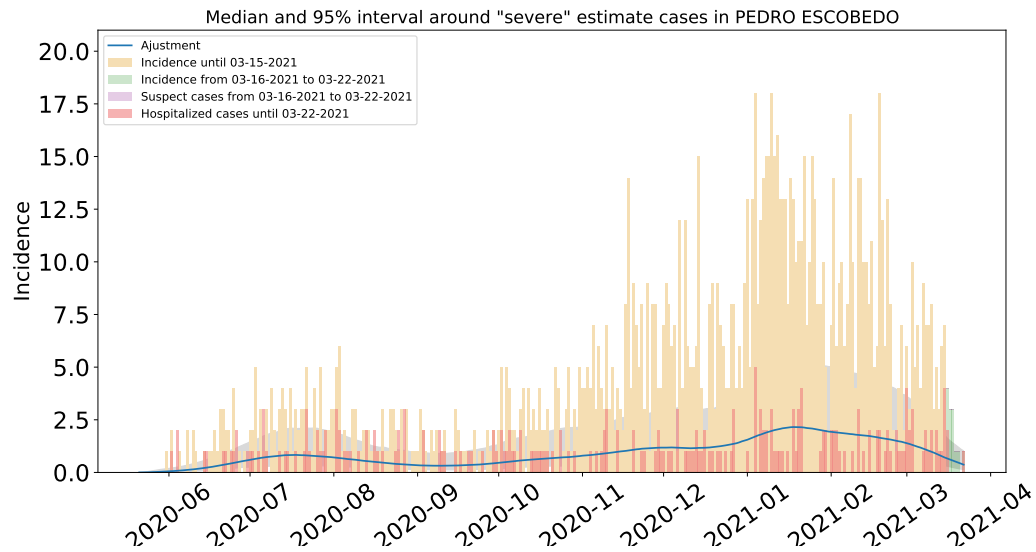


Figura 69: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de en Pedro Escobedo usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

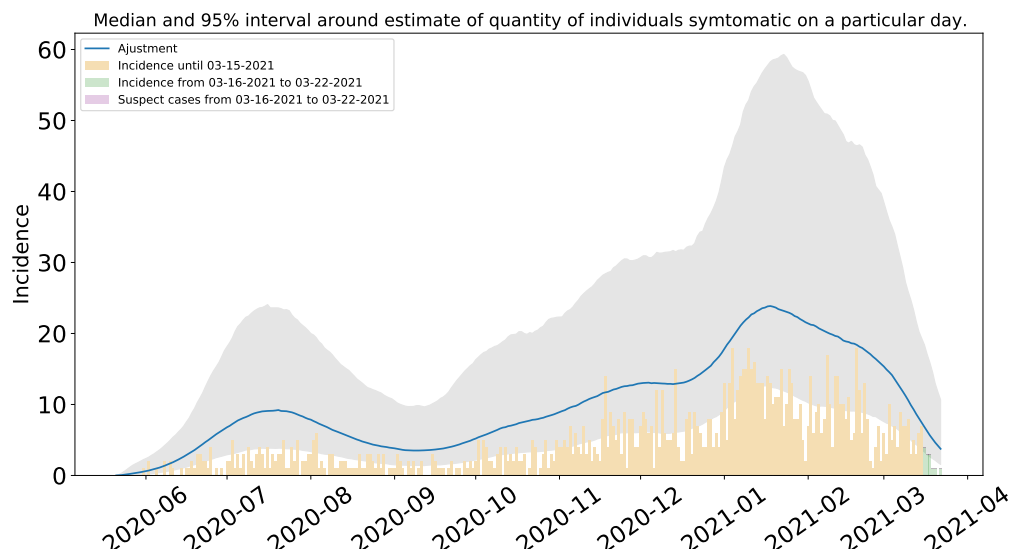


Figura 70: Estimación del número de enfermos sintomáticos en en Pedro Escobedo usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

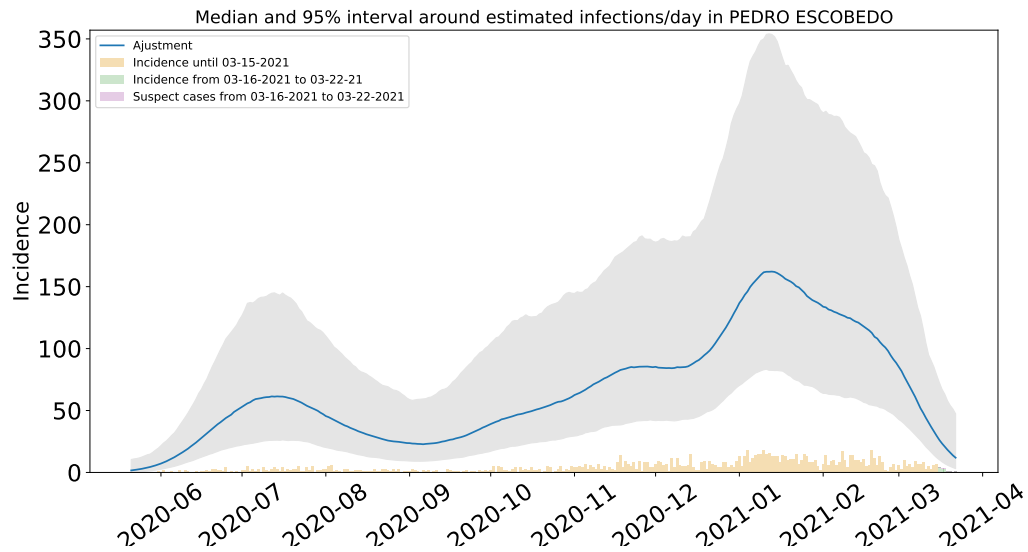


Figura 71: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en en Pedro Escobedo usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

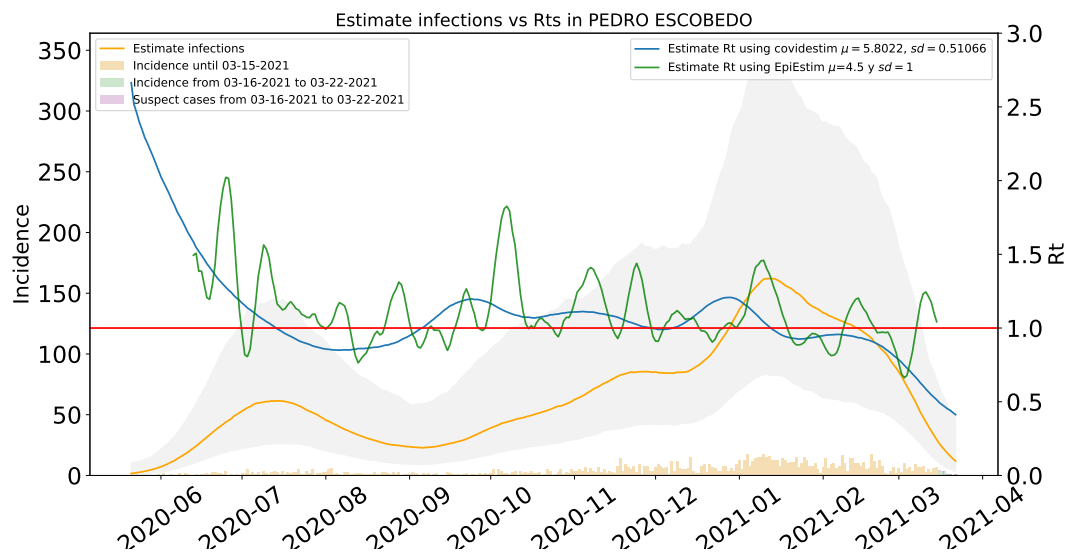


Figura 72: R_t y total de infecciones estimadas en en Pedro Escobedo usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.13. Estimaciones Peñamiller

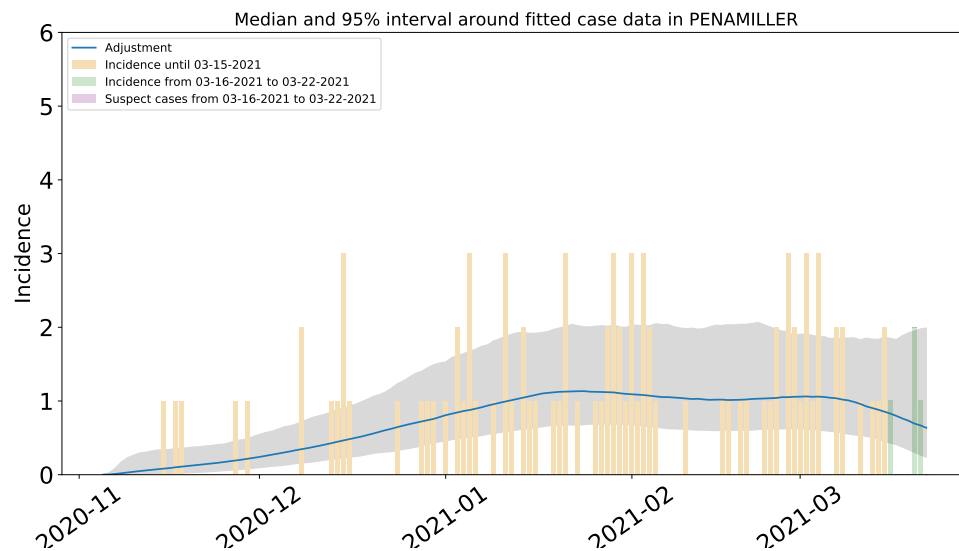


Figura 73: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Peñamiller usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

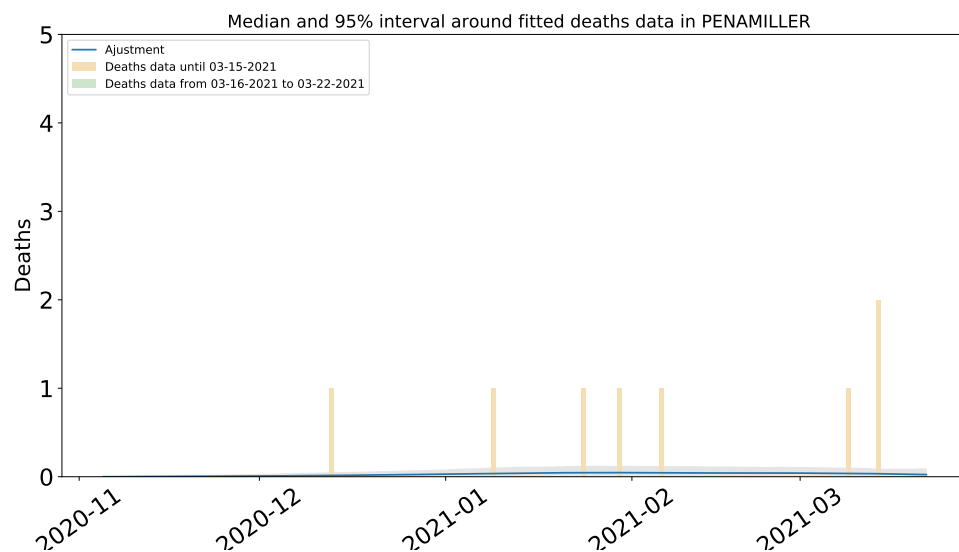


Figura 74: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Peñamiller usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

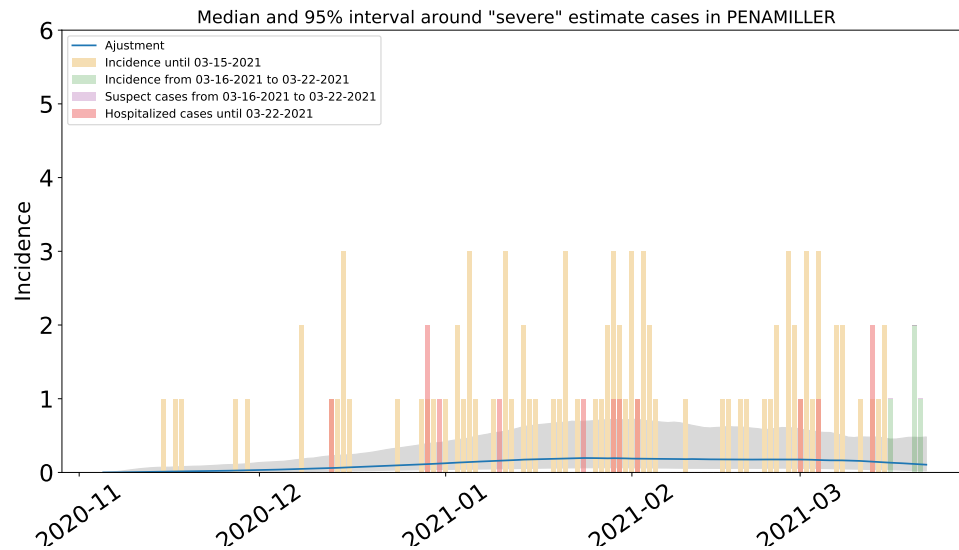


Figura 75: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Peñamiller usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

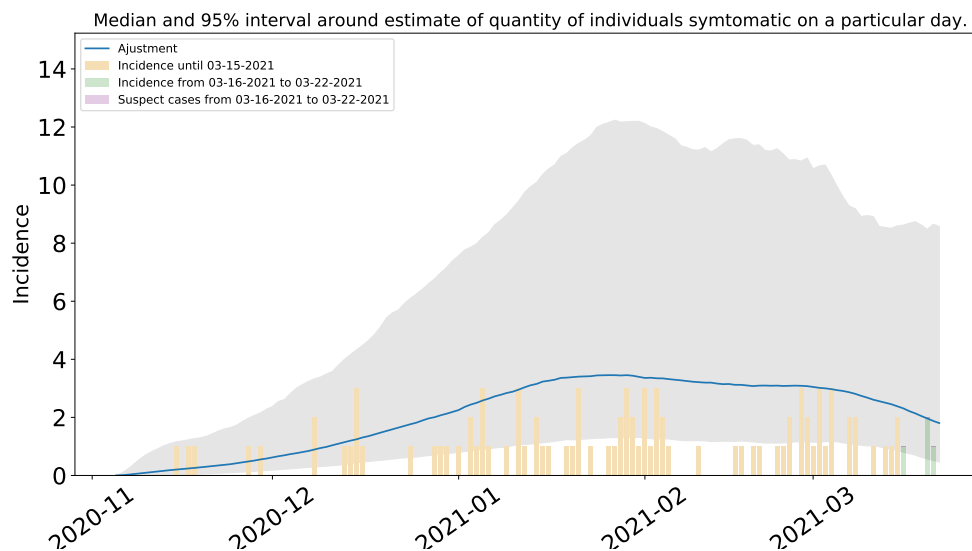


Figura 76: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Peñamiller usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

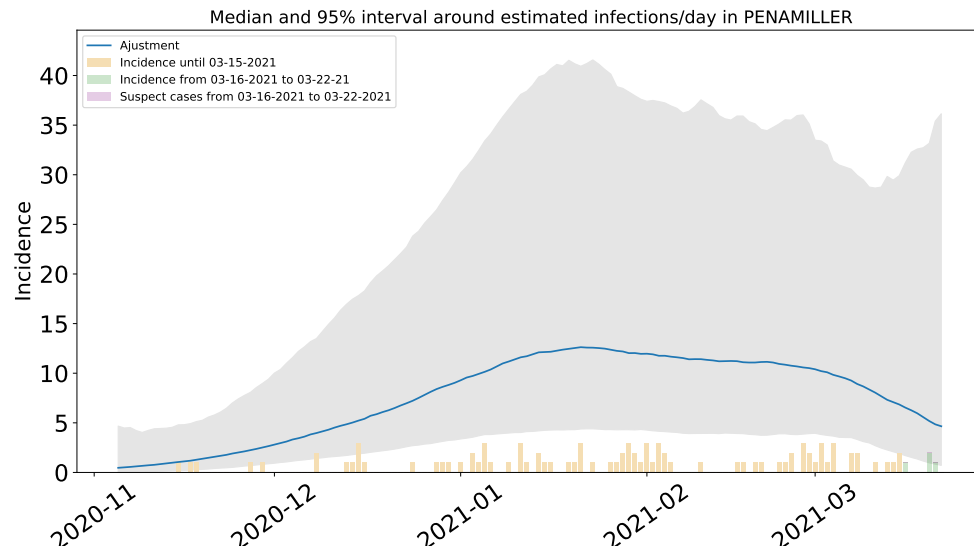


Figura 77: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Peñamiller usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

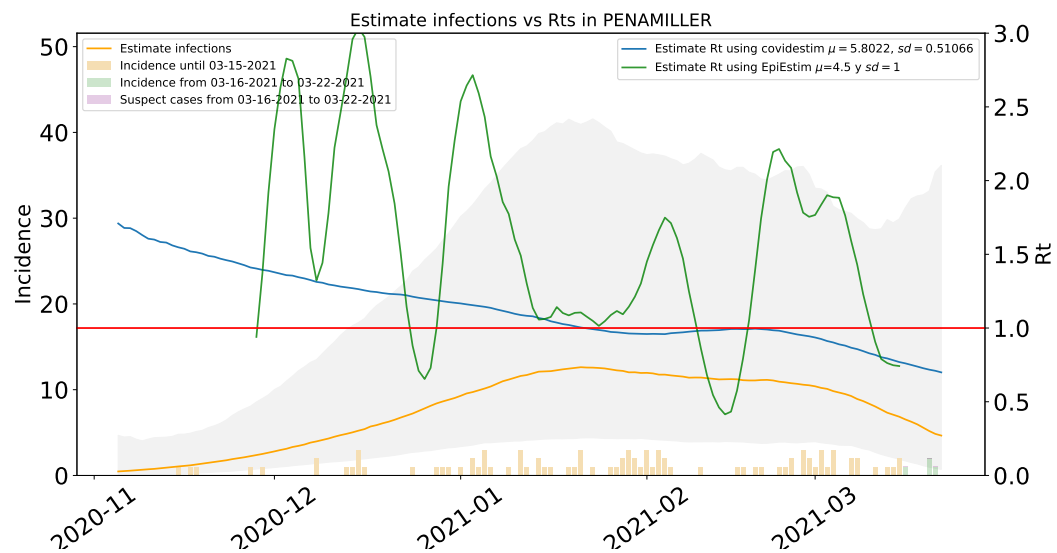


Figura 78: R_t y total de infecciones estimadas en Peñamiller usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.14. Estimaciones Pinal de Amoles

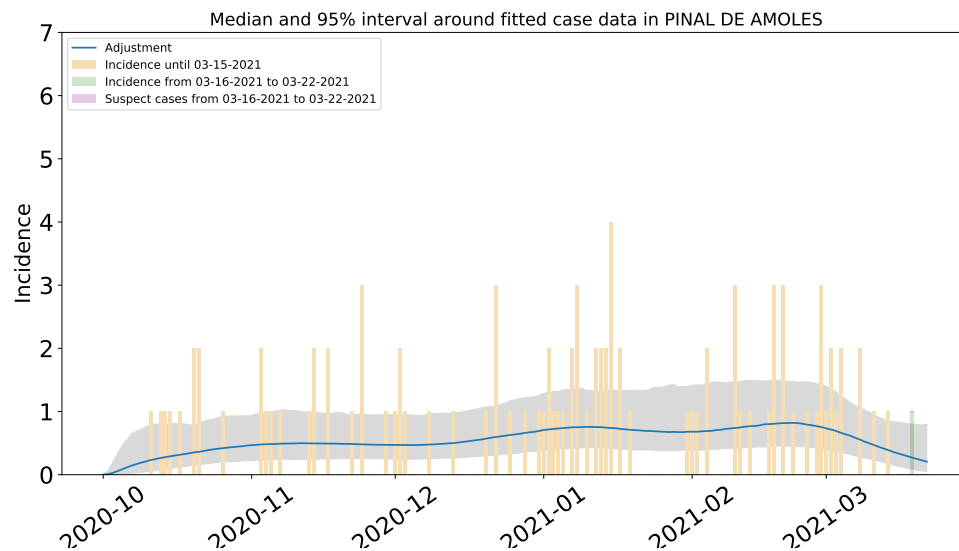


Figura 79: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Pinal de Amoles usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

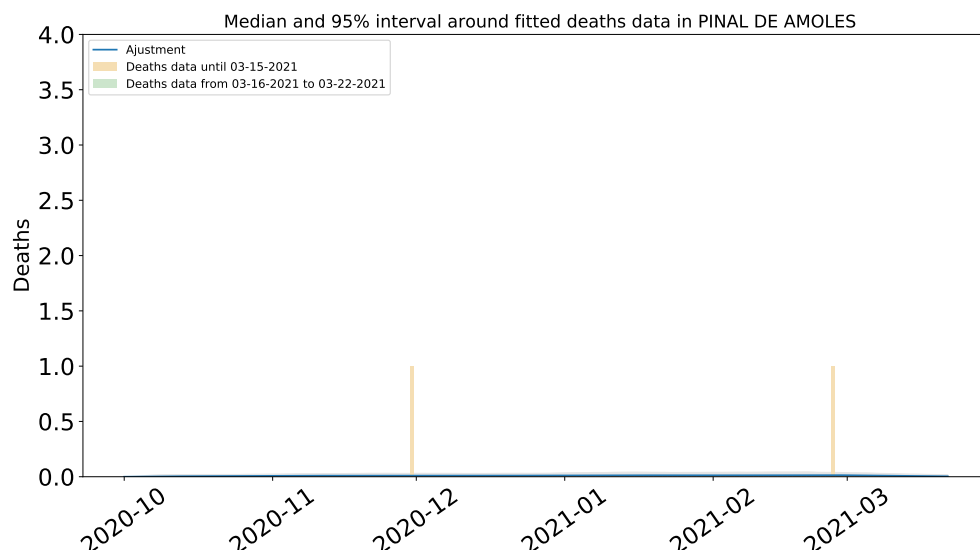


Figura 80: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Pinal de Amoles usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

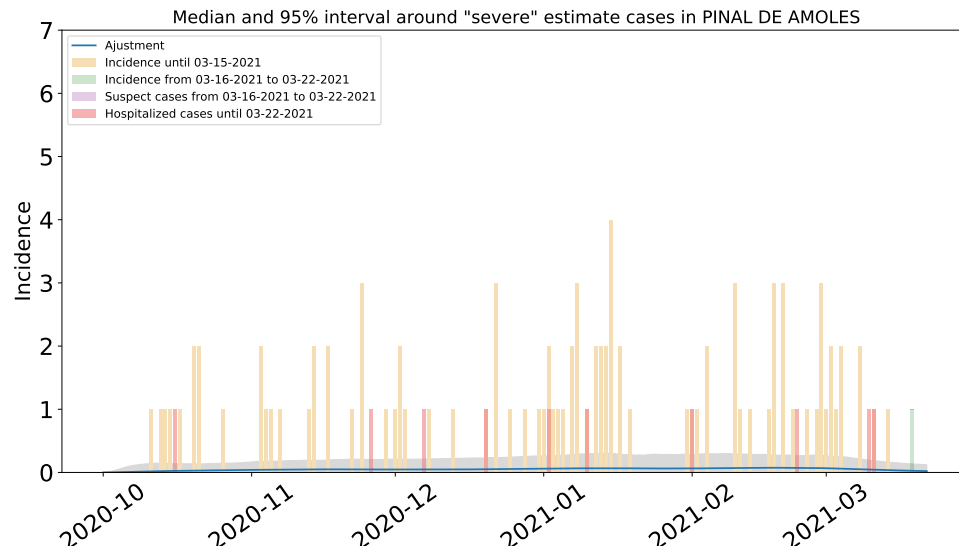


Figura 81: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Pinal de Amoles usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

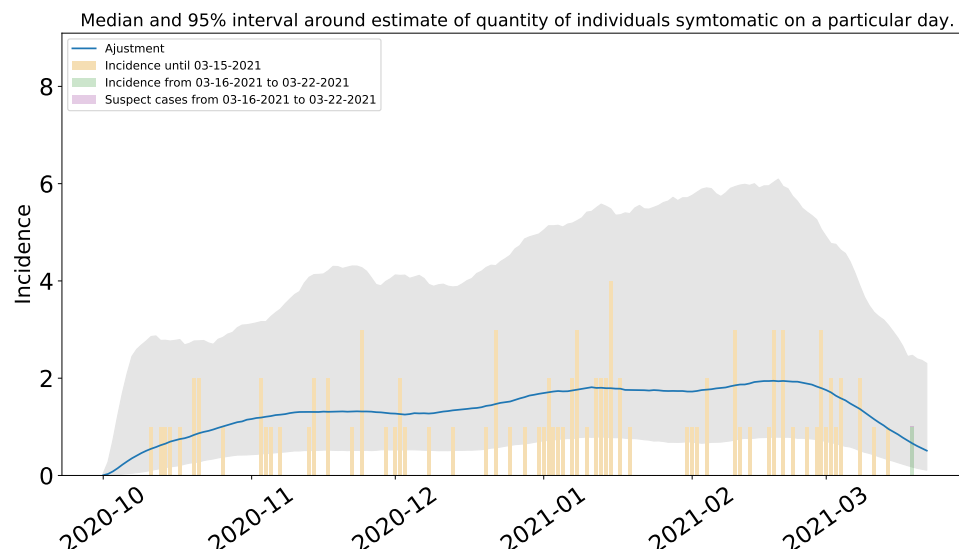


Figura 82: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Pinal de Amoles usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

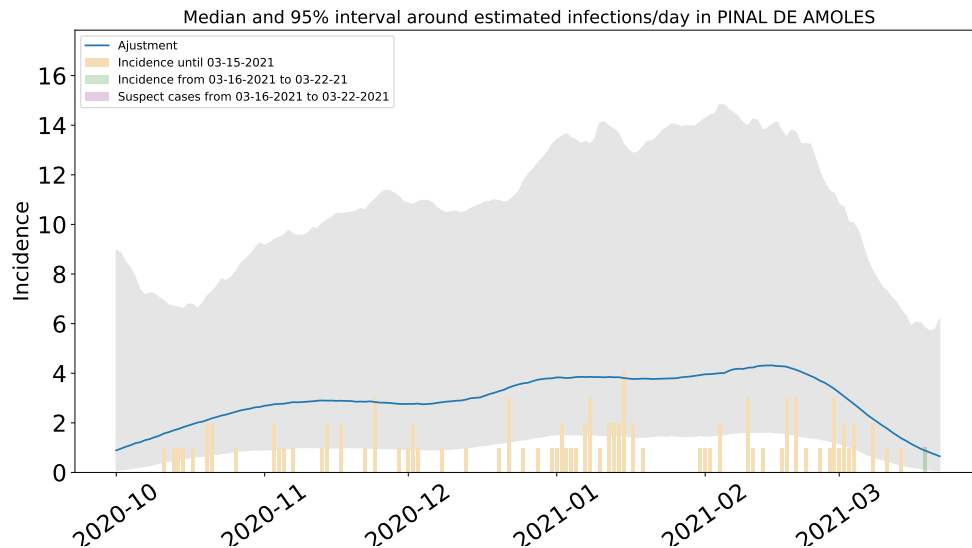


Figura 83: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Pinal de Amoles usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

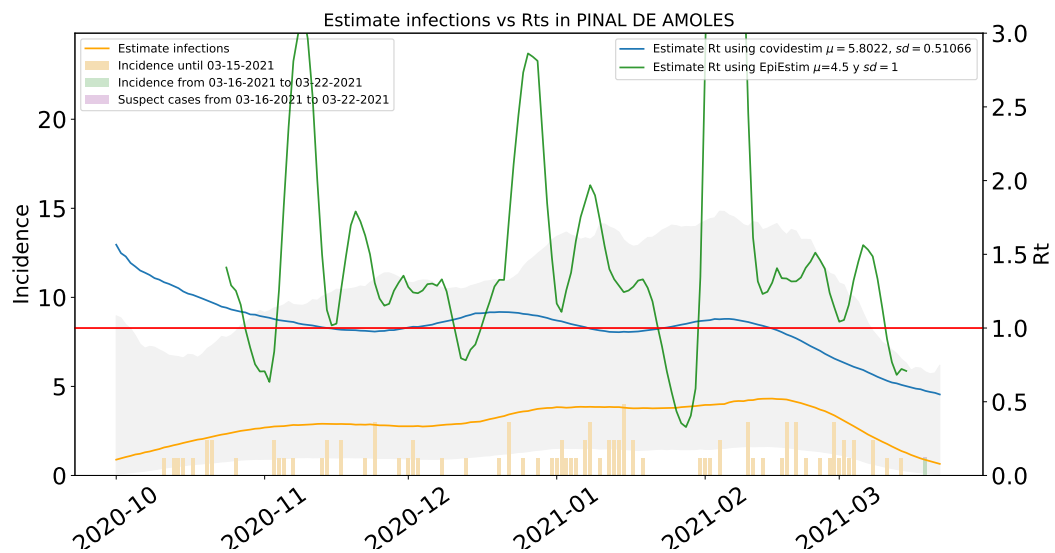


Figura 84: R_t y total de infecciones estimadas en Pinal de Amoles usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.15. Estimaciones en Querétaro Capital

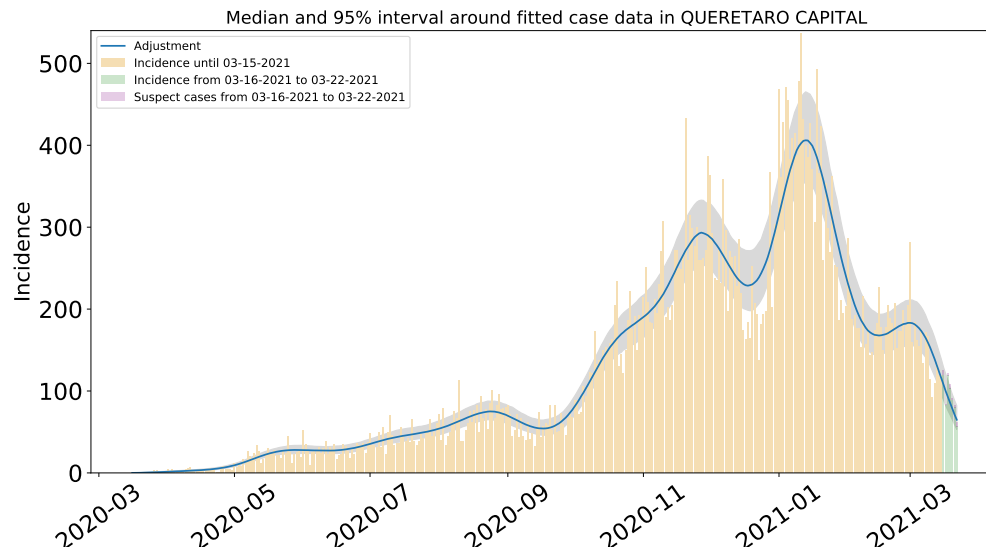


Figura 85: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en la capital usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

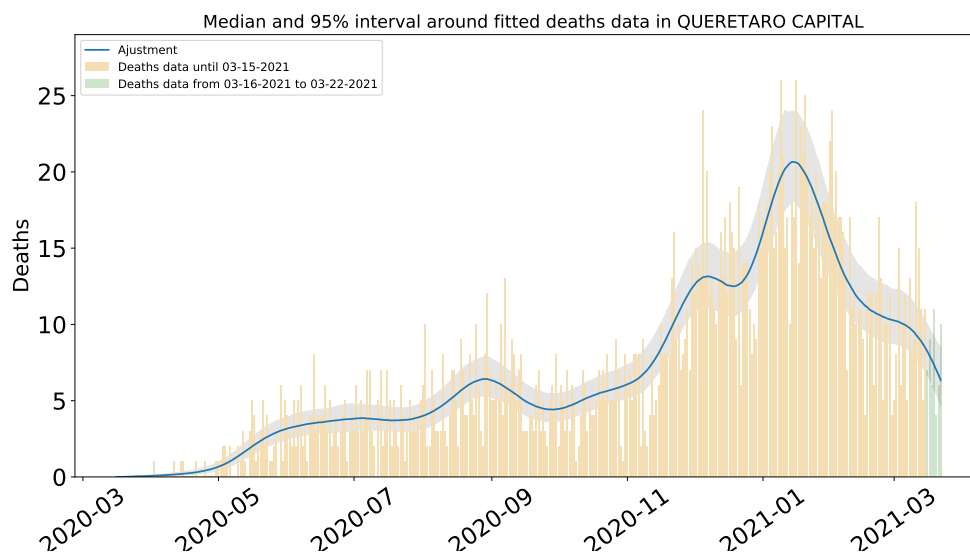


Figura 86: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de la capital usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

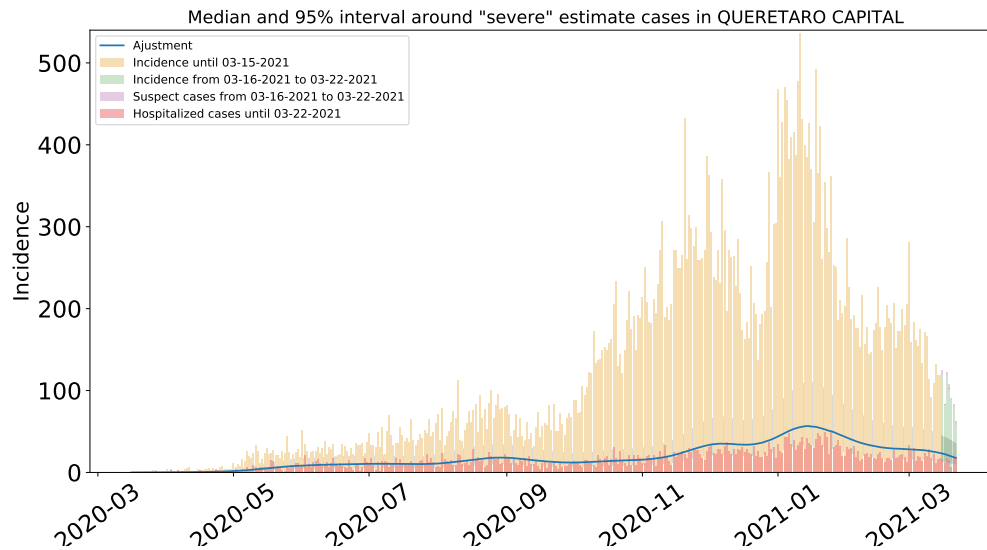


Figura 87: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de la capital usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

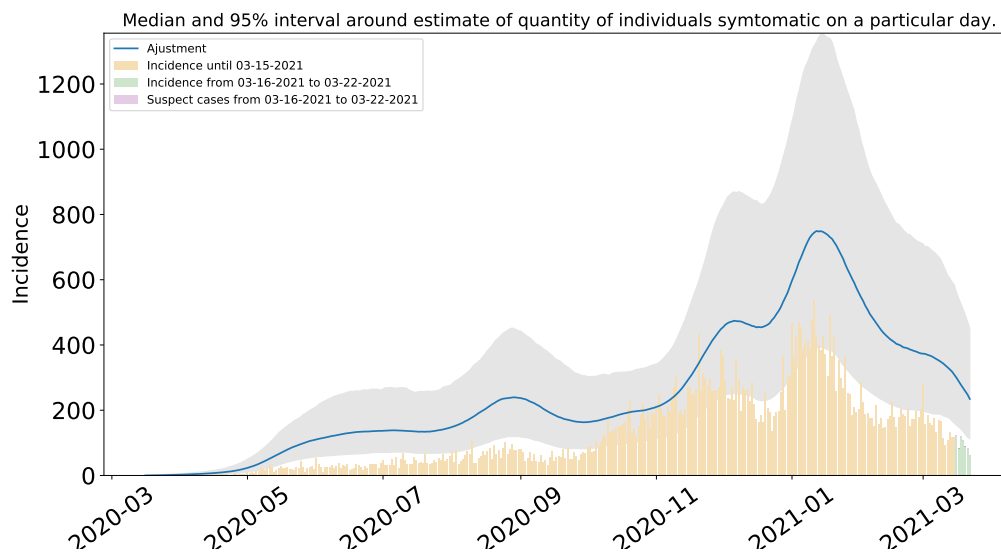


Figura 88: Estimación del número de enfermos sintomáticos en la capital usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

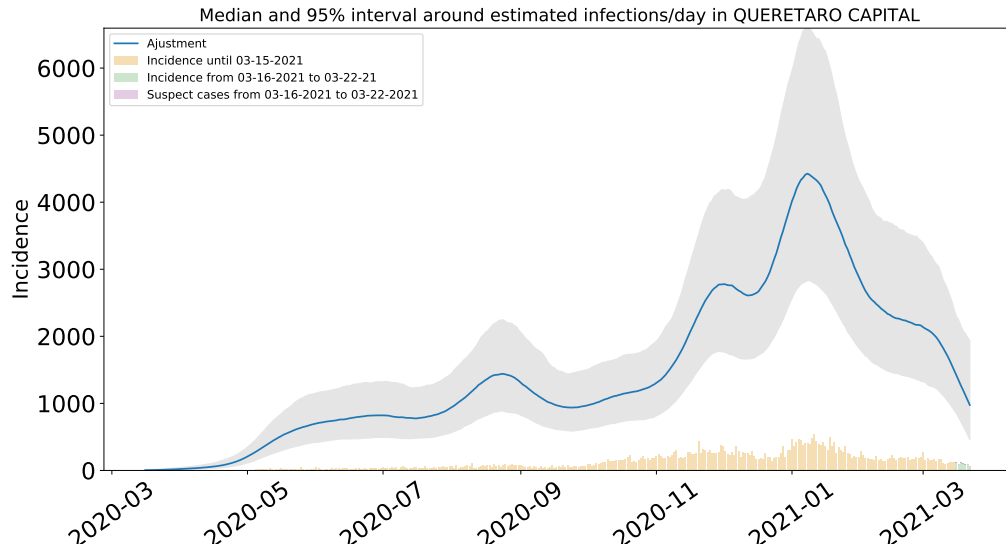


Figura 89: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en la capital usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

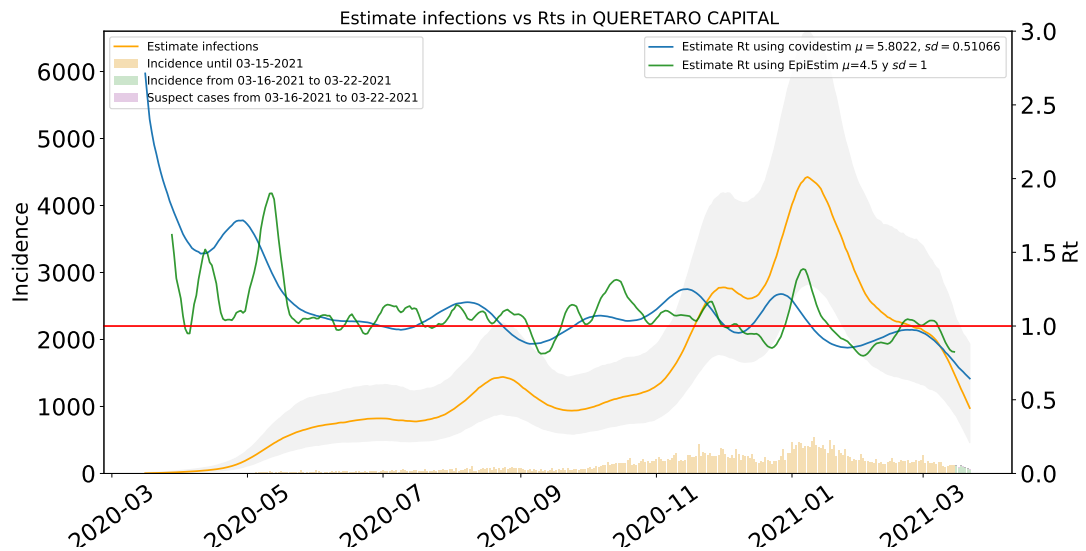


Figura 90: R_t y total de infecciones estimadas en la capital usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.16. Estimaciones San Joaquín

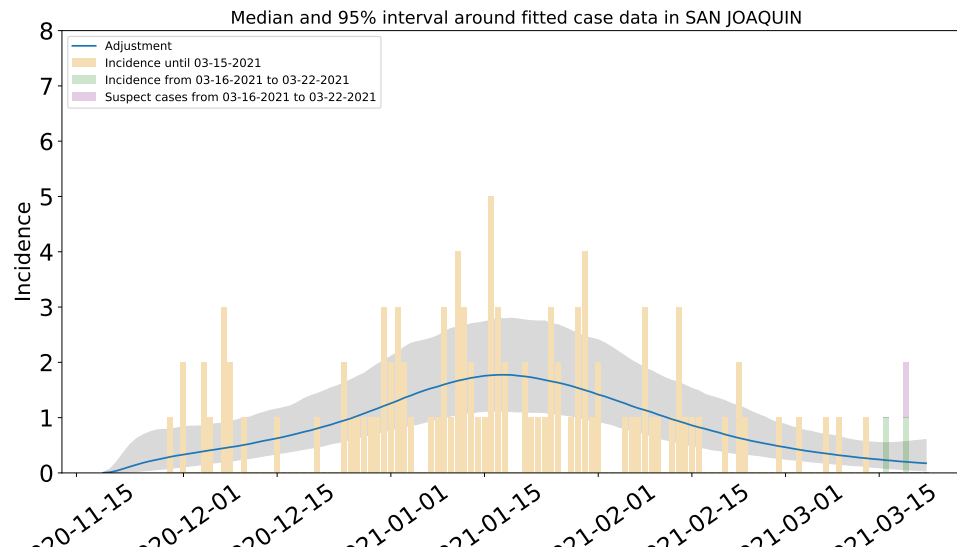


Figura 91: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en San Joaquín usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

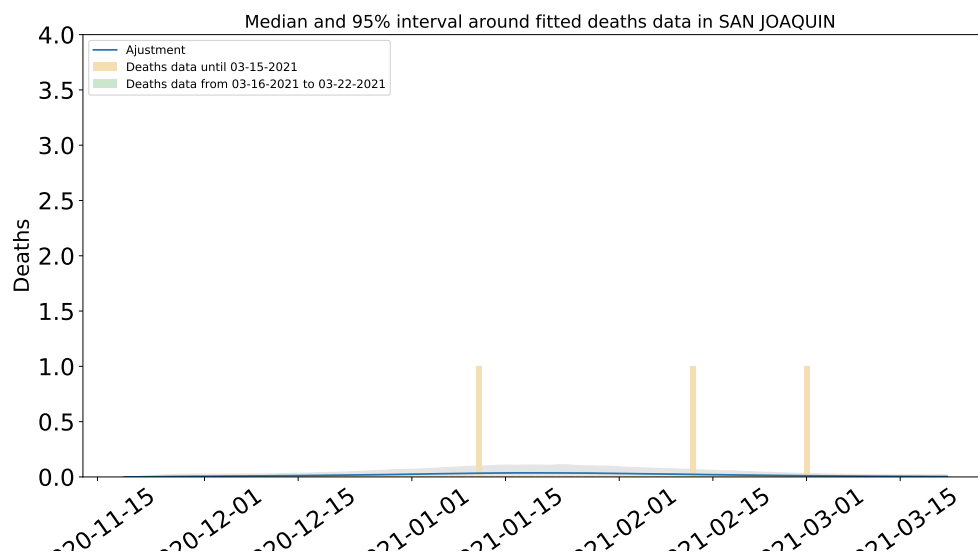


Figura 92: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de San Joaquín usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

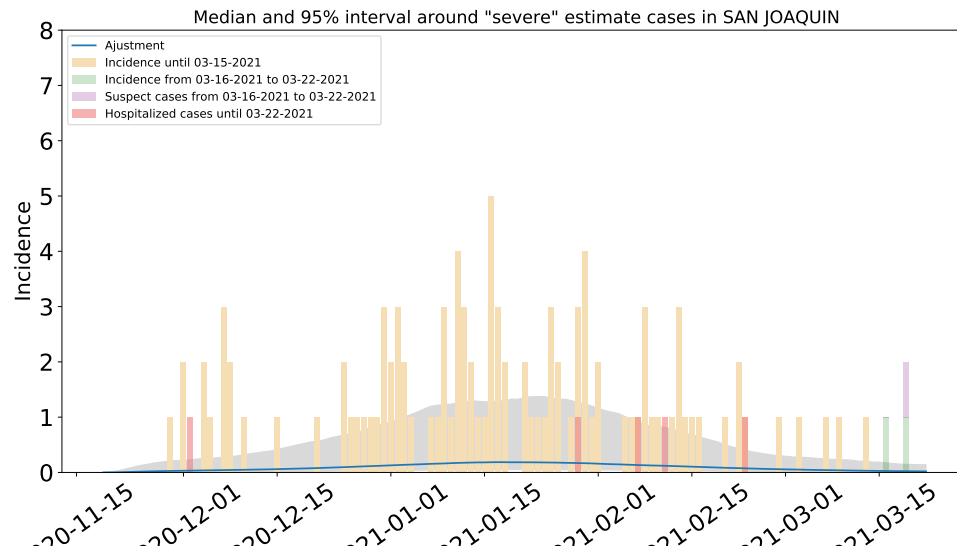


Figura 93: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de San Joaquín usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

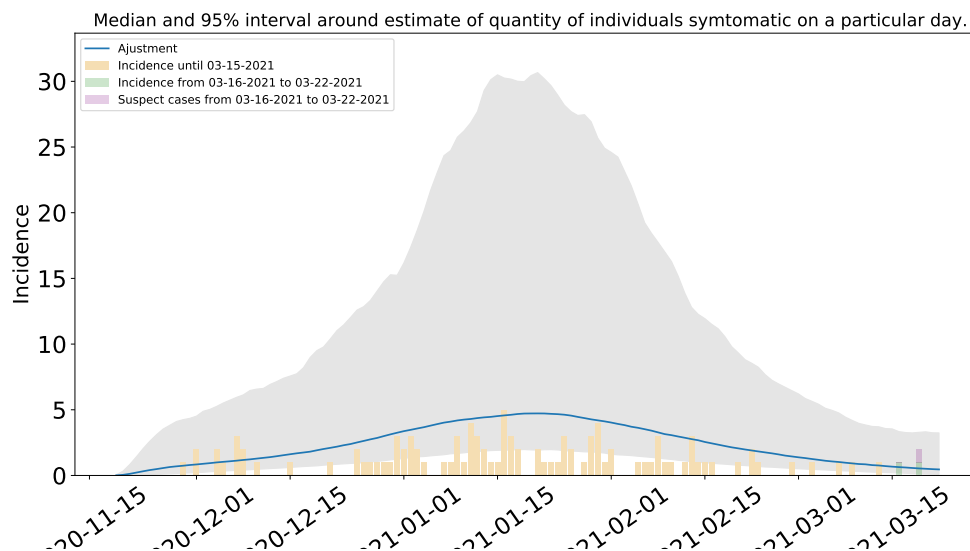


Figura 94: Estimación del número de enfermos sintomáticos en San Joaquín usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

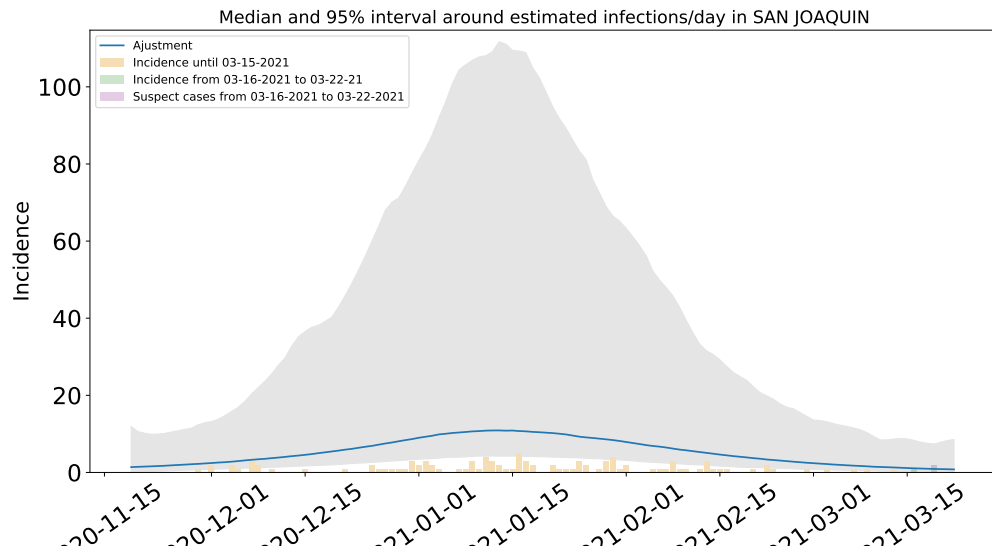


Figura 95: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en San Joaquín usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

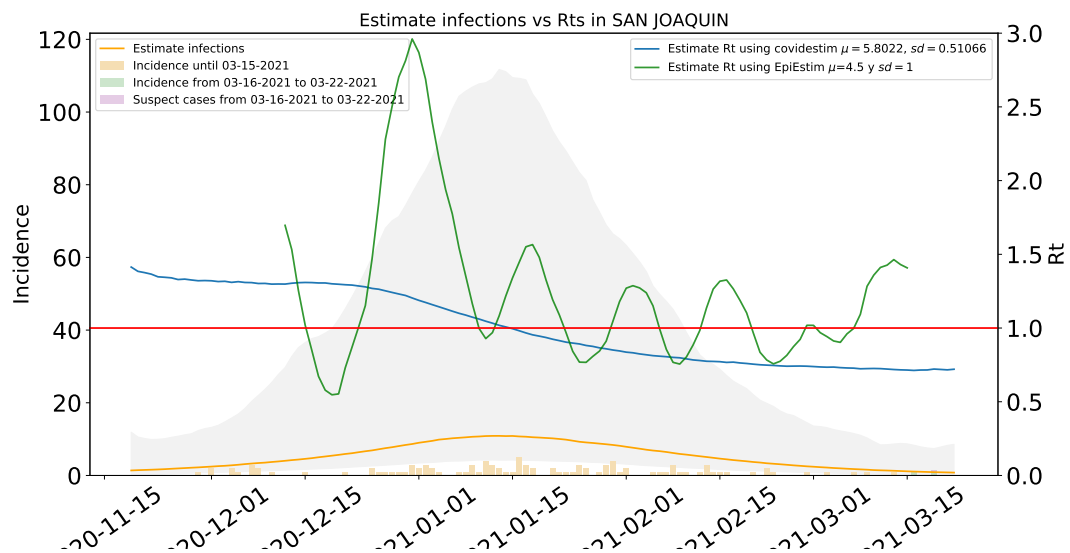


Figura 96: R_t y total de infecciones estimadas en San Joaquín usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.17. Estimaciones San Juan del Río

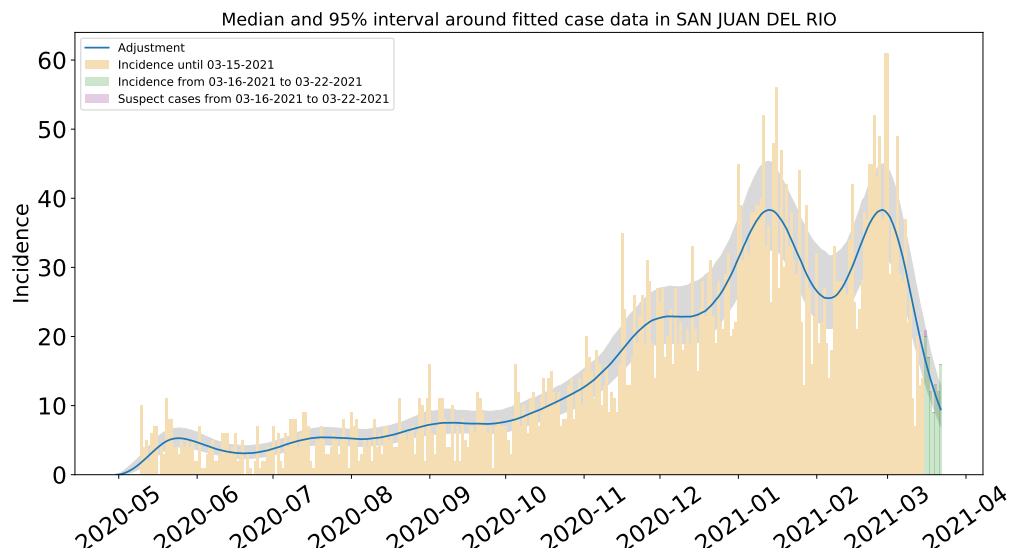


Figura 97: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en San Juan del Río usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

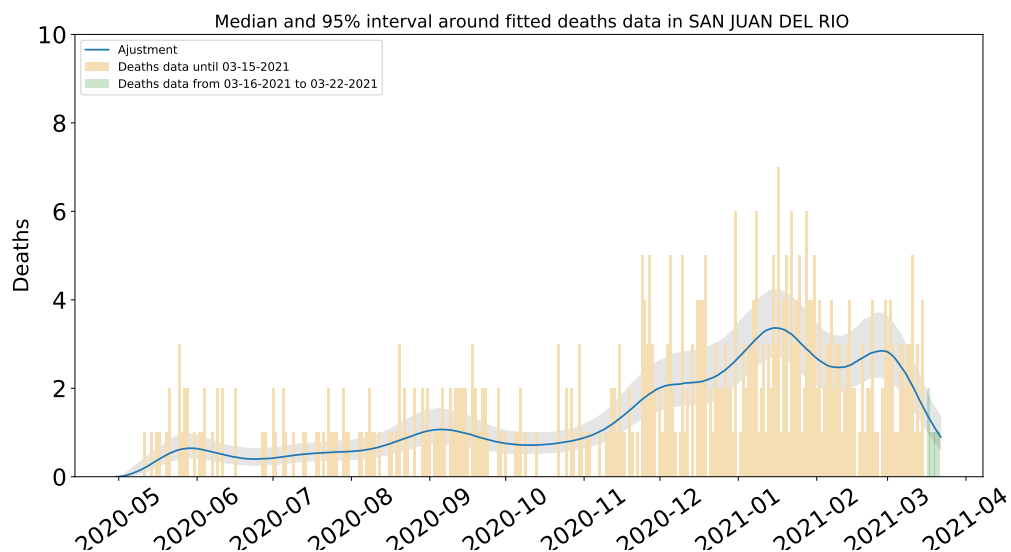


Figura 98: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de San Juan del Río usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

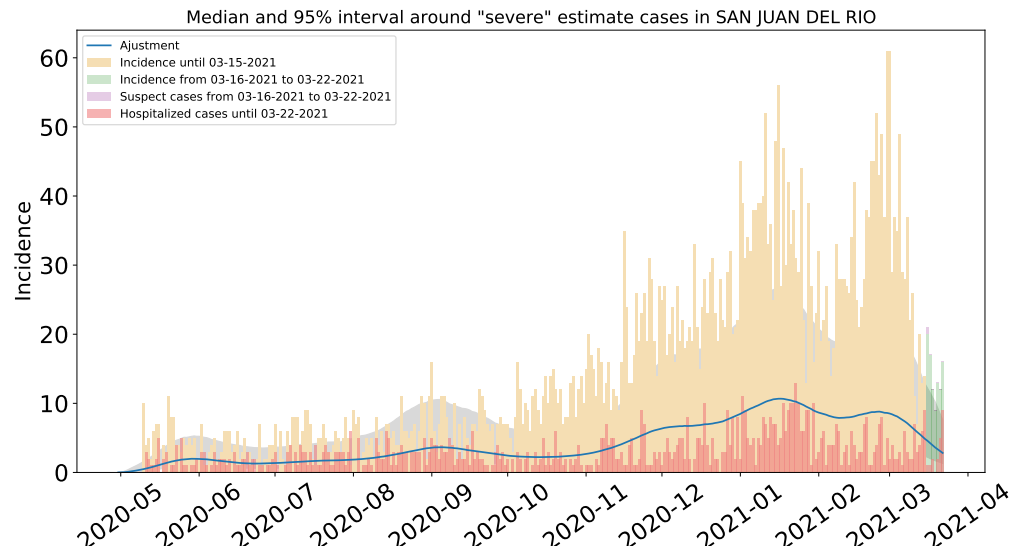


Figura 99: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de San Juan del Río usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

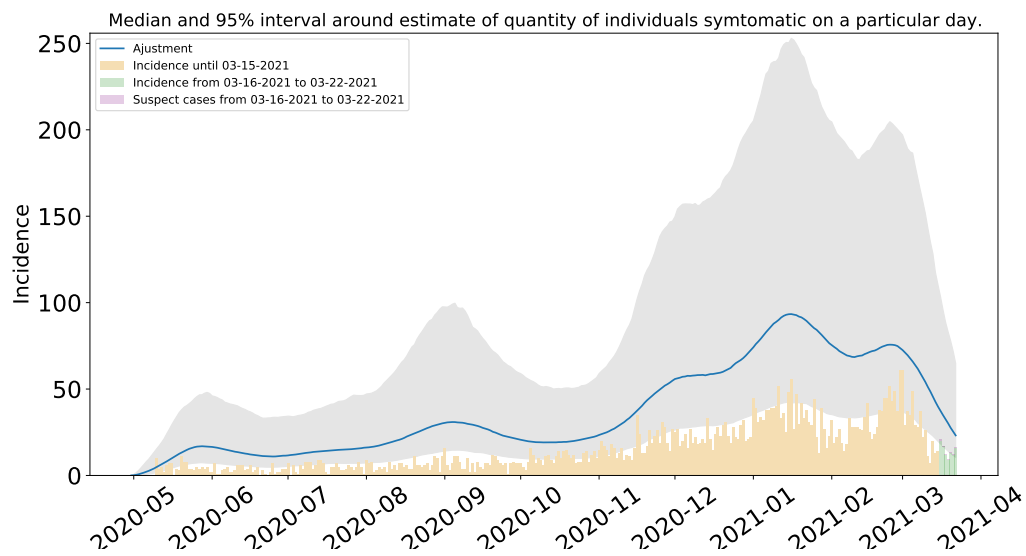


Figura 100: Estimación del número de enfermos sintomáticos en San Juan del Río usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

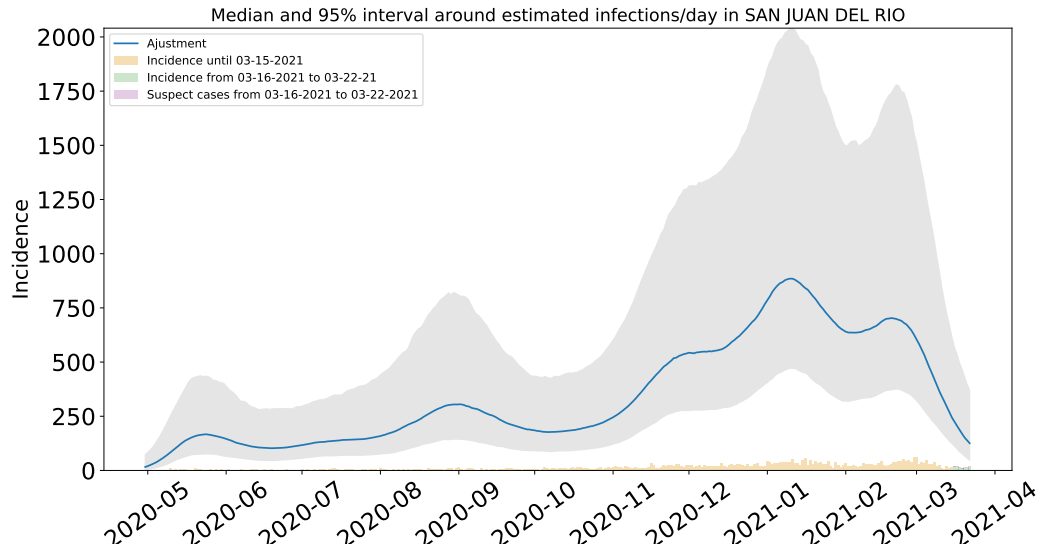


Figura 101: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en San Juan del Río usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

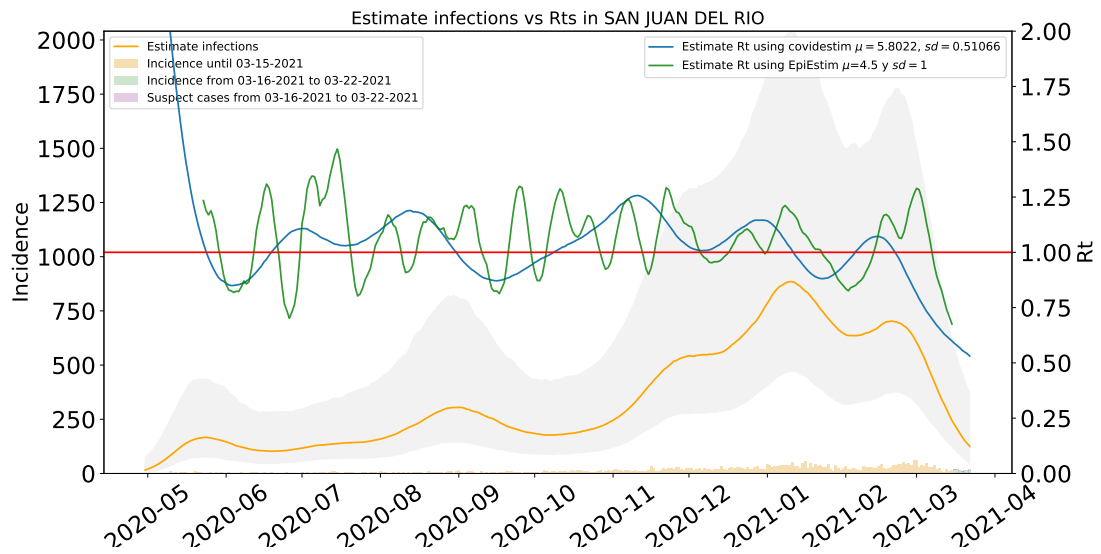


Figura 102: R_t y total de infecciones estimadas en San Juan del Río usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.18. Estimaciones Tequisquiapan

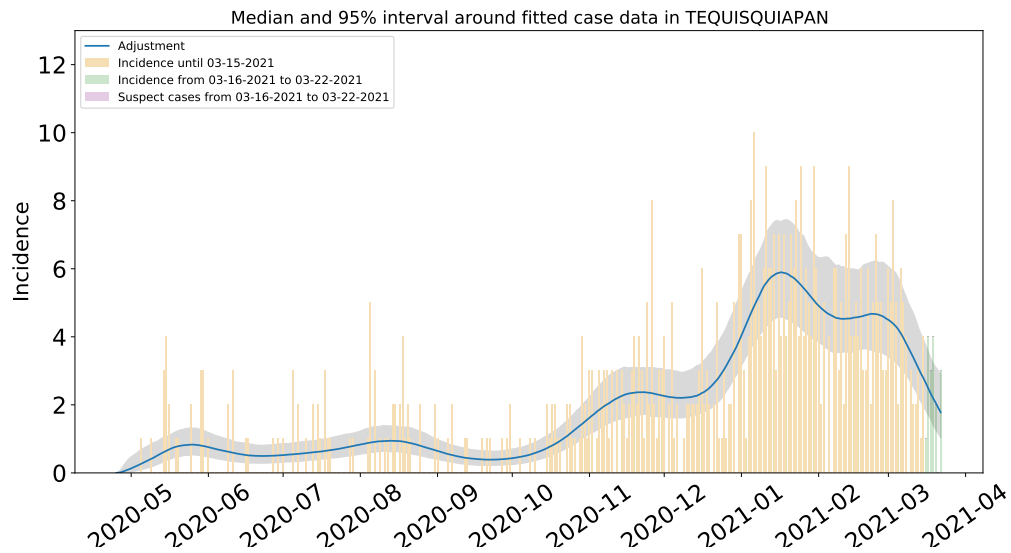


Figura 103: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Tequisquiapan usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

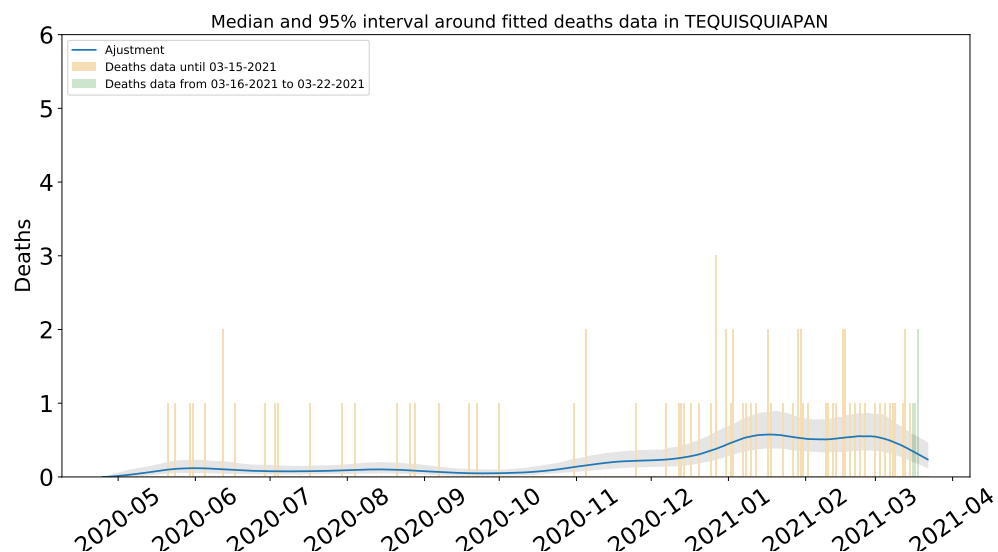


Figura 104: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Tequisquiapan usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

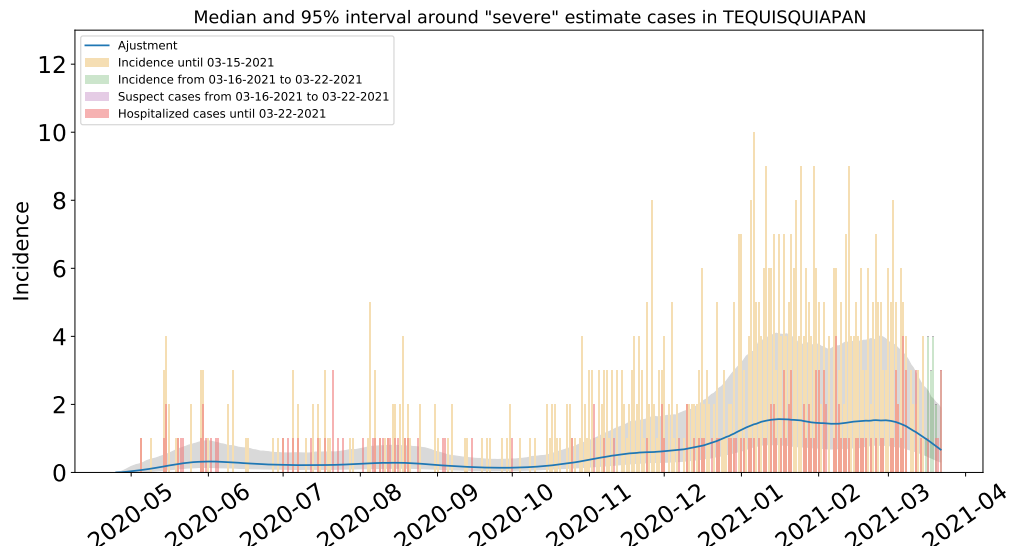


Figura 105: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Tequisquiapan usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

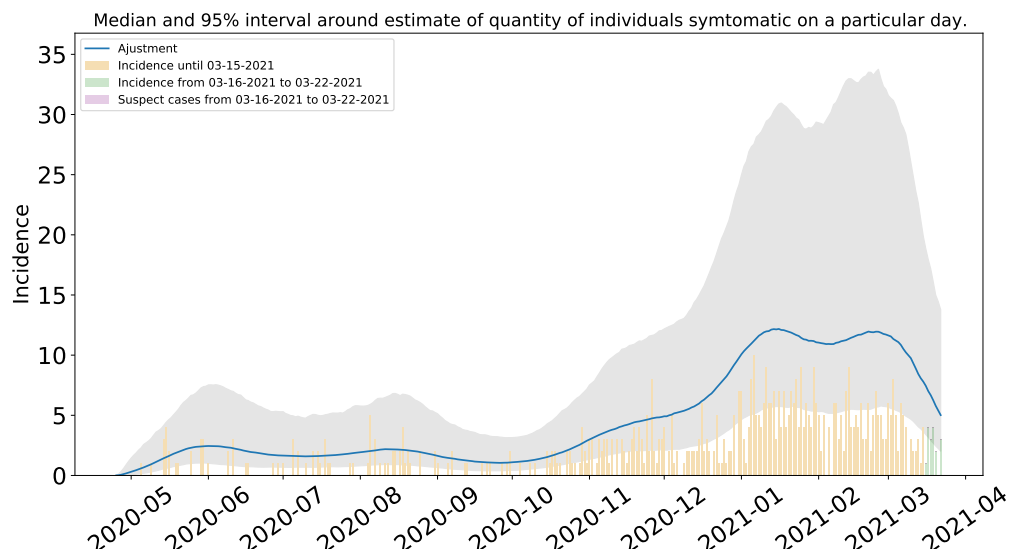


Figura 106: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Tequisquiapan usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

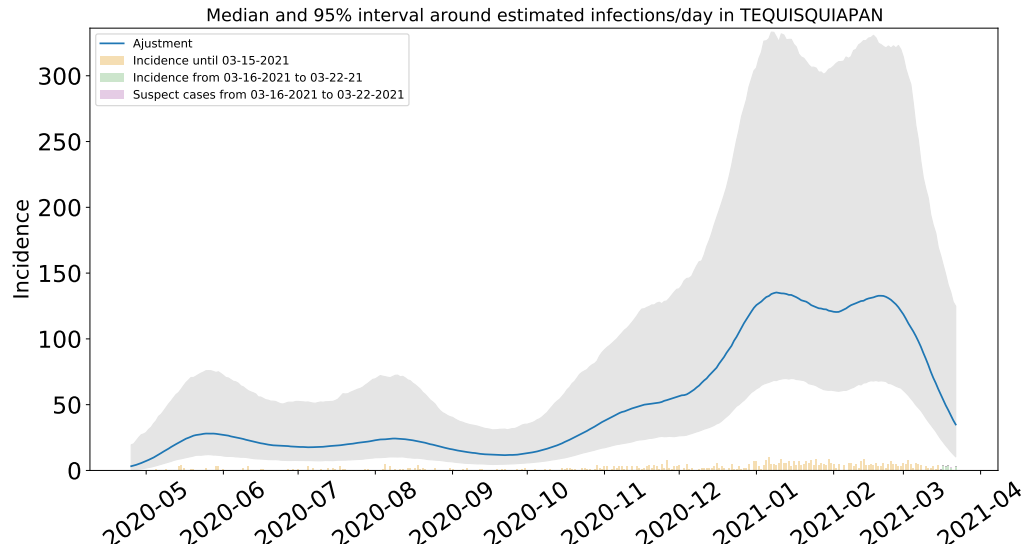


Figura 107: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Tequisquiapan usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

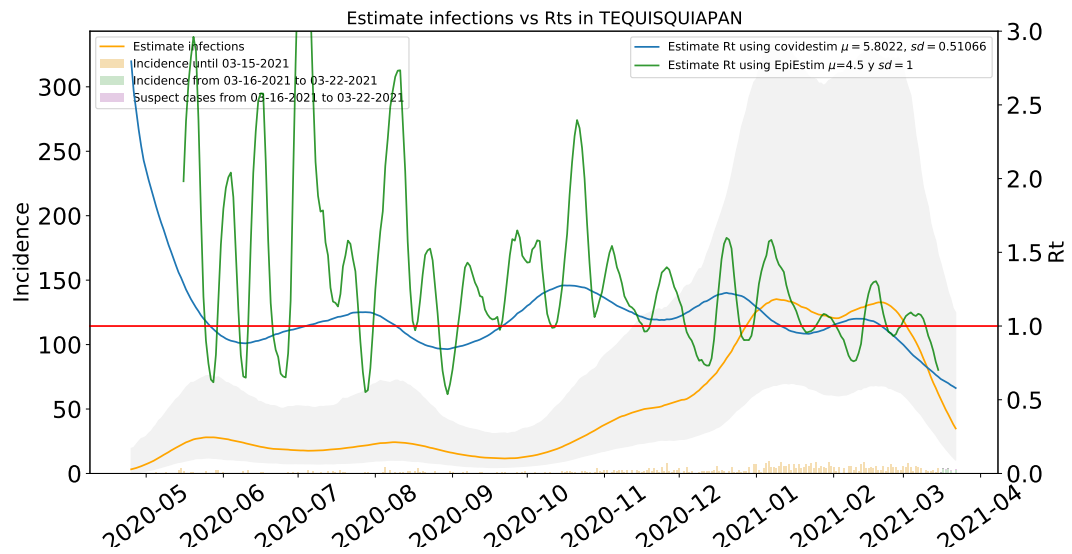


Figura 108: R_t y total de infecciones estimadas en Tequisquiapan usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

1.19. Estimaciones Tolimán

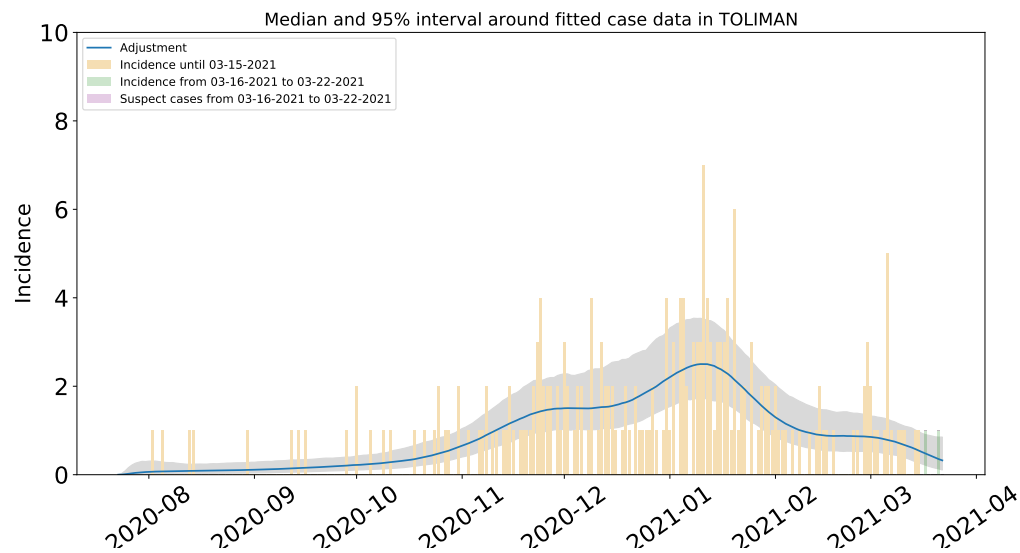


Figura 109: Ajuste y estimación de casos positivos de COVID-19 por inicio de síntomas en Tolimán usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

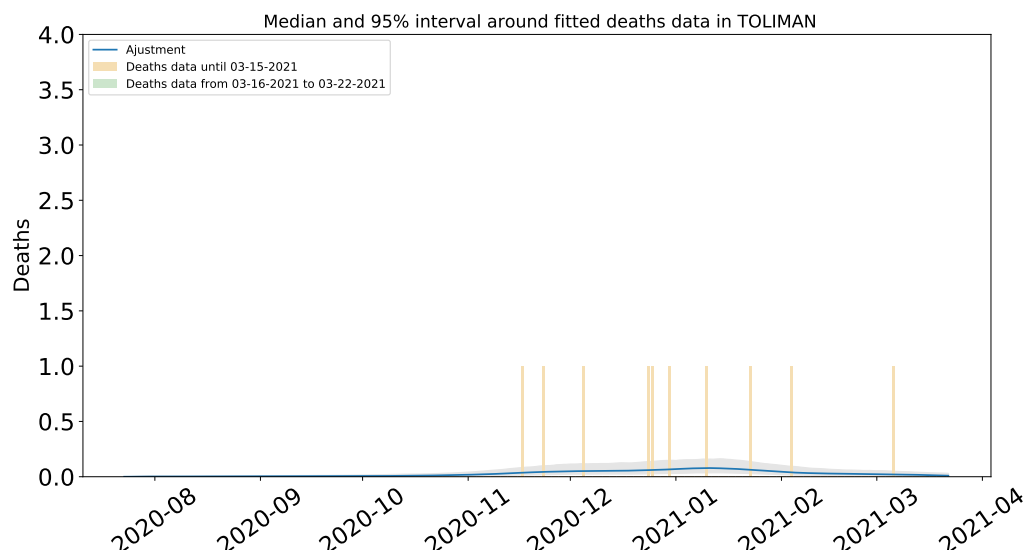


Figura 110: Ajuste y estimación de defunciones por COVID-19 para el municipio de Tolimán usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

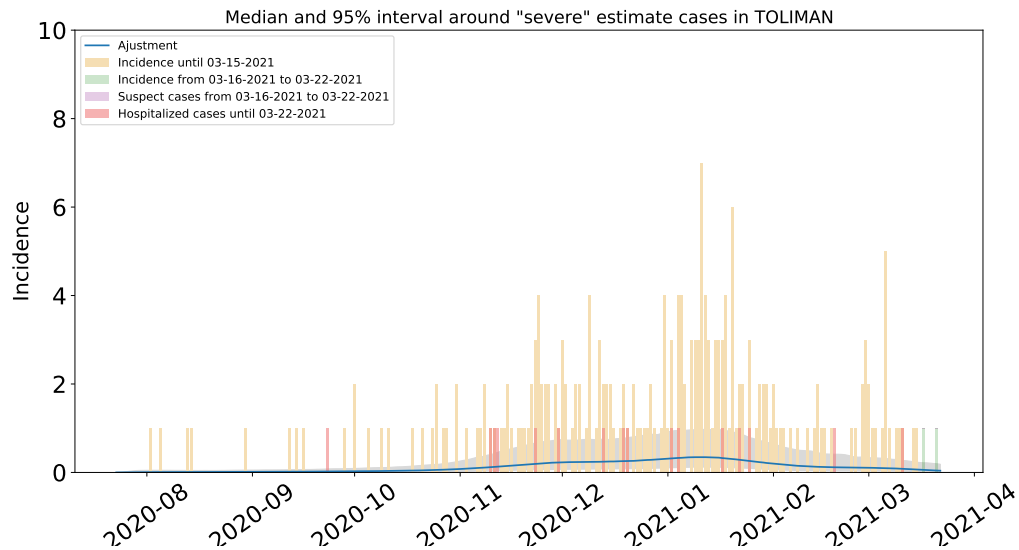


Figura 111: Estimación de casos severos de COVID-19 en el municipio de Tolinán usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

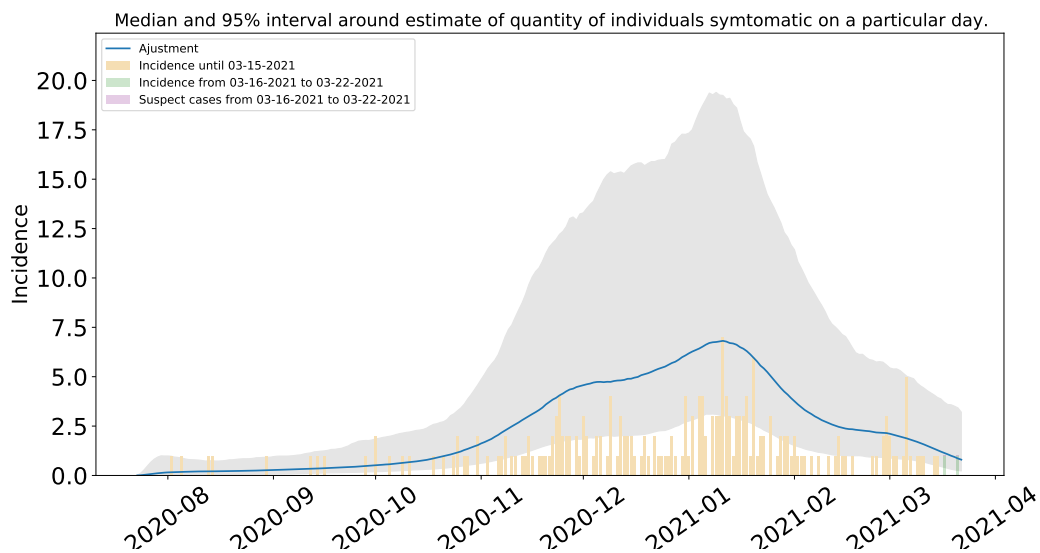


Figura 112: Estimación del número de enfermos sintomáticos en Tolinán usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

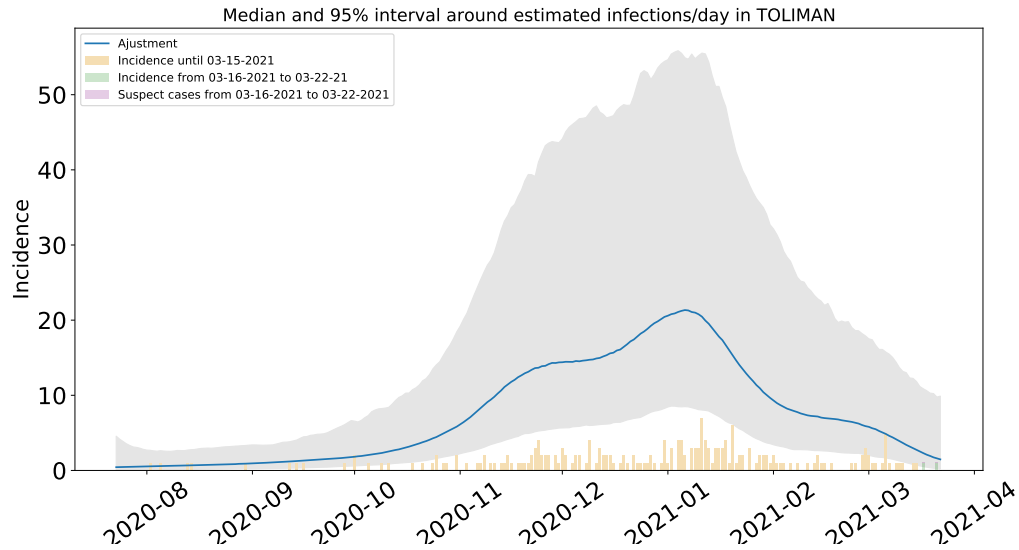


Figura 113: Estimación de infecciones diarias por COVID-19 en Tolimán usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.

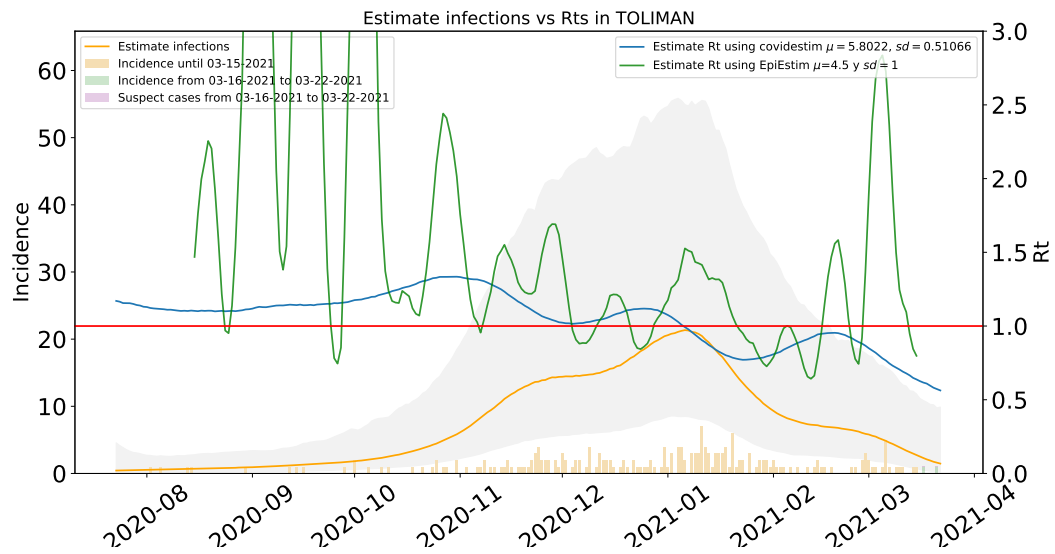


Figura 114: R_t y total de infecciones estimadas en Tolimán usando la paquetería covidestim con las densidades a priori nacionales y datos actualizados el 29 de marzo de 2021, recortados hasta el 22 de marzo de 2021.



2. Cuadros resumen de las estimaciones de principales indicadores

Lugar	AMEALCO_DE_BONFIL	PINAL_DE_AMOLES	ARROYO_SECO	CADEREYTA_DE_MONTES	COLON	CORREGIDORA
Fecha	2021-03-22	2021-03-22	2021-03-22	2021-03-22	2021-03-22	2021-03-22
Incidencia ajustada (Máximo)	1.45	0.80	0.23	3.15	1.86	7.97
Incidencia ajustada (Mediana)	0.72	0.21	0.04	1.78	1.00	5.66
Incidencia ajustada (Mínimo)	0.33	0.05	0.00	1.02	0.56	4.03
Incidencia total estimada (Máximo)	27.00	6.19	2.05	96.97	57.08	265.66
Incidencia total estimada (Mediana)	5.59	0.65	0.16	24.57	13.22	79.30
Incidencia total estimada (Mínimo)	1.23	0.06	0.00	6.47	3.47	27.91
Incidencia acumulada ajustada (Máximo)	6148.81	1476.86	963.79	38669.33	16061.61	101428.38
Incidencia acumulada ajustada (Mediana)	3152.21	559.17	365.54	15551.35	7807.11	39946.81
Incidencia acumulada ajustada (Mínimo)	1532.38	272.18	179.59	8542.82	4153.95	24736.01
Defunciones ajustadas (Máximo)	0.08	0.02	0.01	0.27	0.21	0.75
Defunciones ajustadas (Mediana)	0.03	0.00	0.00	0.14	0.09	0.42
Defunciones ajustadas (Mínimo)	0.01	0.00	0.00	0.07	0.04	0.24
Defunciones totales estimadas (Máximo)	0.13	0.03	0.01	0.53	0.33	1.43
Defunciones totales estimadas (Mediana)	0.04	0.00	0.00	0.19	0.12	0.56
Defunciones totales estimadas (Mínimo)	0.01	0.00	0.00	0.08	0.05	0.29
Sintomáticos estimados (Máximo)	5.45	2.30	0.78	14.57	8.55	72.03
Sintomáticos estimados (Mediana)	1.74	0.51	0.10	4.40	2.61	25.05
Sintomáticos estimados (Mínimo)	0.60	0.11	0.01	1.56	1.11	10.53
Casos Severos estimados (Máximo)	0.49	0.12	0.03	1.47	0.85	5.17
Casos severos estimados (Mediana)	0.12	0.02	0.00	0.45	0.27	1.66
Casos severos estimados (Mínimo)	0.04	0.00	0.00	0.17	0.11	0.67
Rt.EpiEstim	0.89	0.71	2.66	1.18	0.74	0.82
Rt.covidestim	0.69	0.55	0.73	0.68	0.62	0.70

Cuadro 1: Valores estimados y ajustados para cada lugar de interés al 22 de marzo de 2021 considerando las densidades del Cuadro 5.

Lugar	EZEQUIEL_MONTES	HUIMILPAN	JALPAN_DE_SERRA	LANDA_DE_MATAMOROS	EL_MARQUES	PEDRO_ESCOBEDO
Fecha	2021-03-22	2021-03-22	2021-03-22	2021-03-22	2021-03-22	2021-03-22
Incidencia ajustada (Máximo)	2.18	0.98	0.75	0.10	0.83	2.39
Incidencia ajustada (Mediana)	0.93	0.44	0.23	0.00	0.62	1.43
Incidencia ajustada (Mínimo)	0.42	0.15	0.07	0.00	0.39	0.81
Incidencia total estimada (Máximo)	61.19	17.95	6.82	1.00	1.00	47.28
Incidencia total estimada (Mediana)	13.29	2.80	0.99	0.02	1.00	11.91
Incidencia total estimada (Mínimo)	2.78	0.38	0.12	0.00	1.00	3.08
Incidencia acumulada ajustada (Máximo)	15137.59	9161.74	4608.49	1513.92	340.00	40464.99
Incidencia acumulada ajustada (Mediana)	6534.64	3539.01	2153.12	506.93	337.38	20548.56
Incidencia acumulada ajustada (Mínimo)	3334.26	1757.78	1202.53	213.80	330.63	11609.94
Defunciones ajustadas (Máximo)	0.16	0.08	0.01	0.00	0.02	0.21
Defunciones ajustadas (Mediana)	0.06	0.03	0.00	0.00	0.02	0.11
Defunciones ajustadas (Mínimo)	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	0.05
Defunciones totales estimadas (Máximo)	0.26	0.13	0.02	0.00	0.02	0.37
Defunciones totales estimadas (Mediana)	0.09	0.03	0.00	0.00	0.02	0.15
Defunciones totales estimadas (Mínimo)	0.03	0.01	0.00	0.00	0.02	0.07
Sintomáticos estimados (Máximo)	9.32	4.77	2.65	0.27	0.98	10.66
Sintomáticos estimados (Mediana)	2.53	1.14	0.59	0.01	0.94	3.75
Sintomáticos estimados (Mínimo)	0.83	0.34	0.14	0.00	0.82	1.55
Casos Severos estimados (Máximo)	0.80	0.38	0.10	0.01	0.08	1.03
Casos severos estimados (Mediana)	0.22	0.09	0.02	0.00	0.04	0.37
Casos severos estimados (Mínimo)	0.07	0.03	0.00	0.00	0.02	0.14
Rt.EpiEstim	1.15	1.16	1.12	1.38	0.85	1.04
Rt.covidestim	0.82	0.40	0.92	0.68	6457052.11	0.41

Cuadro 2: Valores estimados y ajustados para cada lugar de interés al 22 de marzo de 2021 considerando las densidades del Cuadro 5.



Lugar	PENAMILLER	QUERETARO_CAP	SAN_JOAQUIN	SAN_JUAN_DEL_RIO	TEQUISQUIAPAN	Tolimán
Fecha	2021-03-22	2021-03-22	2021-03-22	2021-03-22	2021-03-22	2021-03-22
Incidencia ajustada (Máximo)	1.99	82.18	0.60	12.88	2.91	0.85
Incidencia ajustada (Mediana)	0.64	64.87	0.17	9.45	1.78	0.32
Incidencia ajustada (Mínimo)	0.24	53.16	0.04	7.04	1.04	0.11
Incidencia total estimada (Máximo)	36.15	1934.12	8.56	370.76	124.83	9.89
Incidencia total estimada (Mediana)	4.65	975.88	0.79	125.50	34.92	1.47
Incidencia total estimada (Mínimo)	0.71	459.30	0.07	47.24	10.33	0.20
Incidencia acumulada ajustada (Máximo)	3003.57	807527.46	6251.87	265730.64	39504.45	4654.14
Incidencia acumulada ajustada (Mediana)	1127.69	550446.28	702.99	114535.80	17605.80	1933.44
Incidencia acumulada ajustada (Mínimo)	506.98	360566.40	313.78	64189.84	9735.58	900.57
Defunciones ajustadas (Máximo)	0.09	8.44	0.02	1.36	0.46	0.03
Defunciones ajustadas (Mediana)	0.02	6.36	0.00	0.90	0.24	0.01
Defunciones ajustadas (Mínimo)	0.01	4.66	0.00	0.61	0.13	0.00
Defunciones totales estimadas (Máximo)	0.14	11.38	0.03	2.93	0.82	0.05
Defunciones totales estimadas (Mediana)	0.03	7.59	0.00	1.27	0.33	0.01
Defunciones totales estimadas (Mínimo)	0.01	5.27	0.00	0.73	0.15	0.00
Sintomáticos estimados (Máximo)	8.57	450.56	3.24	64.86	13.78	3.20
Sintomáticos estimados (Mediana)	1.80	234.53	0.46	23.17	5.02	0.80
Sintomáticos estimados (Mínimo)	0.46	111.88	0.08	10.56	2.02	0.23
Casos Severos estimados (Máximo)	0.48	35.01	0.14	7.63	1.90	0.19
Casos severos estimados (Mediana)	0.11	17.82	0.02	2.82	0.67	0.04
Casos severos estimados (Mínimo)	0.02	10.33	0.00	1.30	0.31	0.01
Rt.EpiEstim	0.74	0.82	1.41	0.68	0.70	0.80
Rt.covidestim	0.70	0.64	0.72	0.53	0.58	0.56

Cuadro 3: Valores estimados y ajustados para cada lugar de interés al 22 de marzo de 2021 considerando las densidades del Cuadro 5.

3. Observaciones

1. En los municipios con baja densidad poblacional y, por consiguiente, con proporcionalmente pocos casos, la estimación del R_t usando epiestim es altamente inexacta pues este método es muy sensible a la existencia de ceros en la serie de tiempo, es decir, a días sin casos reportados. La metodología usada en covidestim, por el contrario, dado que se basa en la estimación de la incidencia real, no tiene este problema y refleja considerablemente menor incertidumbre en la estimación de R_t .
2. En todas los casos mostrados, los casos severos se ajustan correctamente a los casos hospitalizados cuando se usa la parametrización del modelo basada en la información nacional. Señalamos que la serie de tiempo de hospitalizaciones no es un insumo de covidestim.
3. Usando la parametrización nacional se observa que los R_t estimados con EpiEstim y con covidestim son similares en cuanto a la tendencia general y difieren cerca de la fecha de corte de los datos. La curva del R_t de covidestim estimado con un intervalo serial de media=5.8022 y sd=0.51066 es similar al R_t usando epiestim con intervalo serial de media=4.5 y sd=1.
4. 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 subreportaje 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].
5. Nuestro equipo de trabajo está mejorando las estimaciones de las distribuciones presentadas en el Apéndice pues son piezas fundamentales de las estimaciones presentadas en este trabajo. Esperamos en las semanas venideras, ir ajustando paulatinamente las estimaciones.



6. 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. Esperamos en las semanas venideras, ir ajustando paulatinamente las estimaciones.

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

La elaboración de 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, 2021.
- [9] SSA. Información referente a casos covid-19 en México, 2020.

5. Apéndice metodológico

5.1. 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 115 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 29 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 115.

	Probabilidades de diagnóstico
$p_diag_if_sym \sim Beta(2, 2)$	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.
	Probabilidades de retraso en reportaje
$dx_delay_sym \sim Beta(2, 2)$	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.
	Valores fijos en el retraso de progresión
$inf_prg_delay \sim Gamma(5, 202, 0, 946)$	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
	Tiempo de retraso en reportaje
$cas_rep_delay \sim Gamma(2, 2, 1)$	Describe retraso en el reportaje de casos.
$die_rep_delay \sim Gamma(2, 2, 1)$	Describe retraso en el reportaje de defunciones.
	Probabilidades de transición
$p_sym_if_inf \sim Beta(44, 9, 9, 9)$	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.

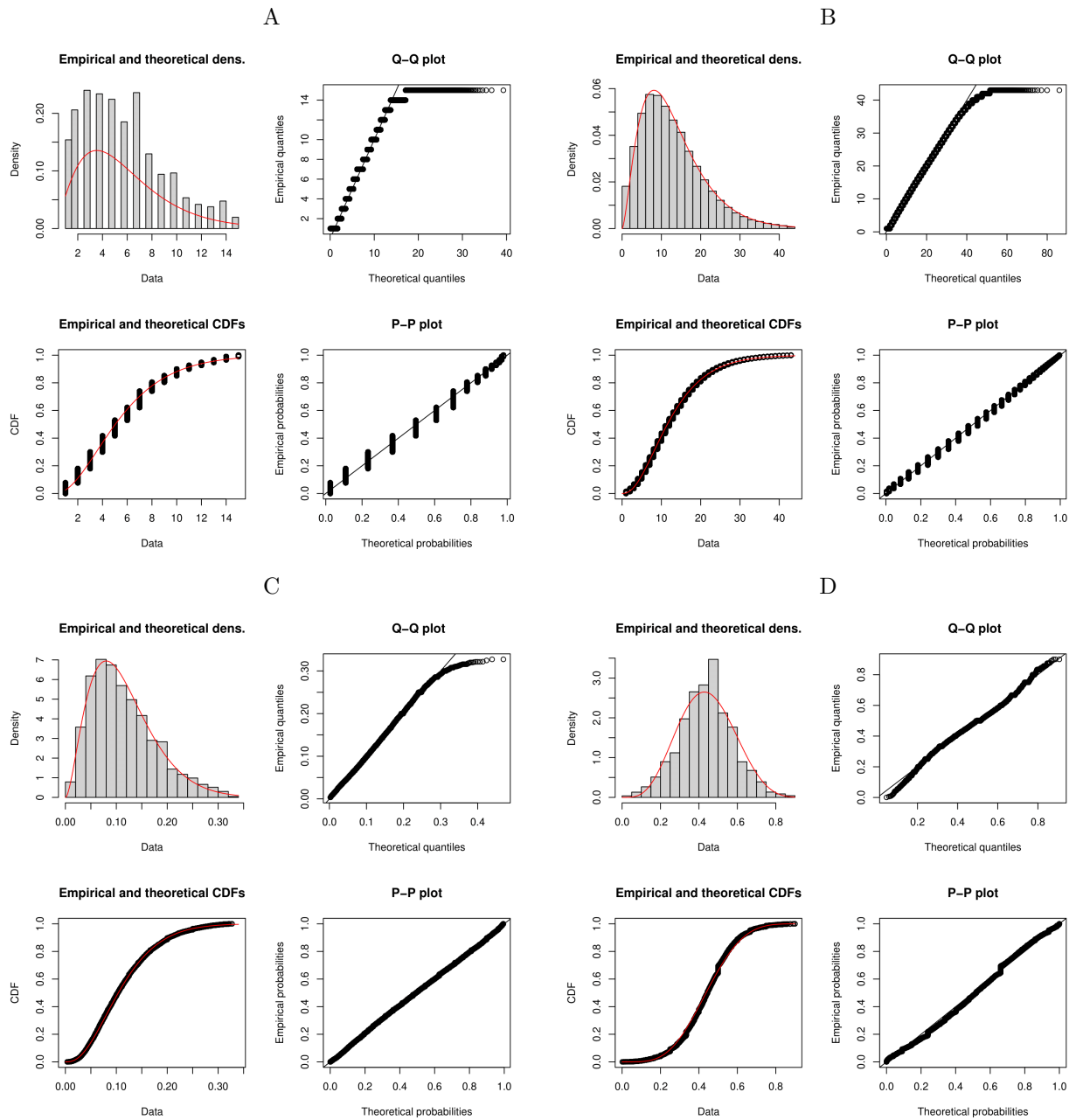


Figura 115: Gráficas de ajustes de las funciones de densidad a priori, descritas en Cuadro 5 derivadas de la base de datos abierta del gobierno federal [9] actualizada el 23 de febrero de 2021. A) Gráficas de ajuste de la función de densidad del tiempo desde la aparición de síntomas severos hasta la 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 El Marqués [9] correspondientes a cada localidad. Los cálculos se realizaron en la supercomputadora del LAVIS de la UNAM-Juriquilla.