



Modelo ama-2 Informe: 25.02.2021

- Marcos A. Capistrán Ocampo (CIMAT-CONACYT)  
- Antonio Capella Kort (IMATE, UNAM)  
- J. Andrés Christen Gracia (CIMAT-CONACYT)  

(*) Parte del grupo del grupo de respuesta COVID19 del CONACYT.

Técnicos: Judith Esquivel Vázquez (CIMAT-CONACYT), Oscar González Vázquez (CIMAT-CONACYT).

Antecedentes

Entre finales de marzo y principios de abril de 2020 se desarrolló un modelo llamado ama (a partir de ahora ama-1) para asistir las decisiones de la Secretaría de Salud durante el brote epidémico de COVID-19 que estaba iniciando.

El modelo ama-1 se desarrolló con los siguientes objetivos y limitaciones:

- Hacer pronósticos probabilísticos a mediano plazo (varias semanas) de la presión hospitalaria de COVID-19, a saber, la demanda de camas de hospital y soporte respiratorio o ventilación mecánica (UTI).
- Para hacer nuestros pronósticos utilizamos los registros de casos confirmados de ingreso hospitalario (en los últimos reportes se usó el día de inicio de síntomas) y decesos.
- El modelo ama-1 asume una tasa de ataque constante e idéntica para todos las zonas metropolitanas y estados simulados.
- Nuestro modelo no considera efectos de granularidad, percepción de riesgo de los individuos o eventos de super-dispersión en la fuerza de infección. Esto disminuye la capacidad predictiva del modelo después del acmén.
- A partir de los últimos reportes es claro que el modelo ama-1 ha perdido capacidad predictiva y no ajusta bien la dinámica de la epidemia después de los acmés.

Alcances y limitaciones del modelo ama-2

El modelo ama-2 se desarrolló con la finalidad de hacer pronósticos probabilísticos a mediano plazo (algunas semanas) de la presión hospitalaria de COVID-19, **después del acmén y/o ante cambios en la tasa de ataque**.

El modelo ama-2 se desarrolló con los siguientes objetivos y limitaciones:

- El modelo dinámico y de inferencia para presión hospitalaria es el mismo que se desarrolló para ama-1.
- Las tasas de contacto β antes y después de un punto de intervención están correlacionadas a priori.
- Se infieren las tasas de ataque ω (como porcentaje de la población total) para antes y después de los **días de relajación**. En este mismo día se asume además un cambio de la tasa de contacto β .
- La tasa de ataque ω depende de la fracción de asintomáticos f del modelo. Dado el efecto confundido de f y N_{eff} la tasa de ataque ω cambia si se varía la f , pero esto no cambia los pronósticos del modelo. Para ama-2 se tomó $f = 0,4$.
- El modelo ama-2 potencialmente es capaz de ajustar múltiples brotes. El alcance de esto se definirá a medida que se tengan más datos post acmén.
- Dado que se está estimando la tasa de ataque en general los pronósticos de ama-2 proyectan una mayor incertidumbre.

Selección del día de relajación

Los criterios para elegir el **día de relajación** son:

- Se examina la serie de valores de R_t buscando el primer mínimo. La fecha de este mínimo define la fecha del día de relajación.
- Cuando el número de incidencia de casos es bajo es posible elegir algún mínimo posterior en la serie de R_t .
- En algunos casos cuando aun no se ha pasado el acmé se elige una fecha temprana para estimar la tasa de ataque.

Consideraciones

Selección de las zonas metropolitanas

- En este reporte se presentan los pronósticos de las 69 zonas metropolitanas definidas por el INEGI en el inter-censo de 2015. No se consideran 5 zonas metropolitanas con un número muy bajo de casos.
- La población de cada zona metropolitana se tomó en base al inter-censo de 2015.

Sobre los datos

1. Los pronósticos dependen de la calidad y consistencia de los datos de los reportes diarios.
2. Los pronósticos se realizaron con los datos de los reportes diarios de la Secretaría de Salud sobre el COVID-19.
3. En ama-2 se utiliza los datos de casos confirmados por fecha de inicio de síntomas eliminando los últimos 11 días de datos para compensar el retraso en el reporte de información y se recorren las fechas 4 días hacia adelante.

Otras consideraciones

1. Los tiempos de residencia de la dinámica hospitalaria determinan las predicciones de ocupación hospitalaria y UCI.
2. La duración y tamaño de pico del brote depende fuertemente del tiempo de residencia de los asintomáticos (tiempo en que son contagiosos).
3. Especialmente en este momento que hay muy poca movilidad, **el modelo no es aplicable a escala nacional**, especialmente debido a la poca movilidad que se tiene en este momento. Por esto no se presenta un análisis a esta escala.
4. El modelo considera la intervención del día 22 de marzo (línea negra vertical) y días de relajación para los cambios en la tasa de ataque (línea roja vertical).

Nota metodológica I

1. En este reporte se incluye un cálculo para la tasa de *número de replazo* R_t como indicador de la tasa de transmisión comunitaria.
2. El cálculo de R_t se hizo usando la metodología de Anne Cori, Neil M. Ferguson, Christophe Fraser, Simon Cauchemez, A New Framework and Software to Estimate Time-Varying Reproduction Numbers During Epidemics, American Journal of Epidemiology, Volume 178, Issue 9, 1 November 2013, Pages 1505-512, <https://doi.org/10.1093/aje/kwt133>

Nota metodológica II

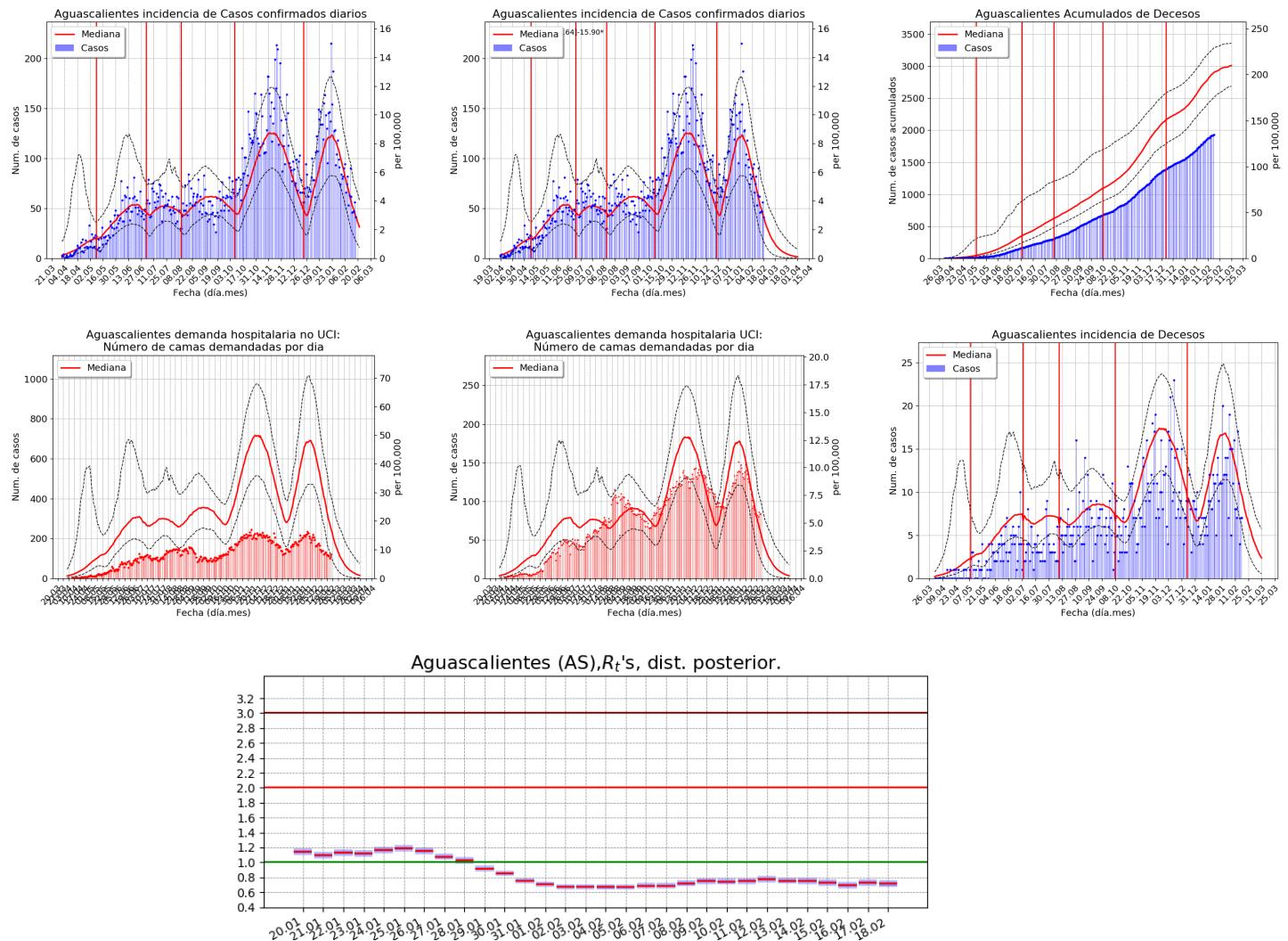
1. Para ajustar las zonas metropolitanas con un número bajo de casos se incluyó un punto de cambio para la tasa de contagio β el día en que cumplen 10 casos reportados. Esto se hace para dar flexibilidad al modelo y distinguir entre la transmisión comunitaria e importada.

Índice

1. Aguascalientes (1)	7
2. Baja California (2)	8
3. Baja California Sur (3)	9
4. Campeche (4)	10
5. Coahuila de Zaragoza (5)	11
6. Colima (6)	12
7. Chiapas (7)	13
8. Chihuahua (8)	14
9. Ciudad de México (9)	15
10.Durango (10)	16
11.Guanajuato (11)	17
12.Guerrero (12)	18
13.Hidalgo (13)	19
14.Jalisco (14)	20
15.México* (15)	21
16.Michoacán de Ocampo (16)	22
17.Morelos (17)	23
18.Nayarit (18)	24
19.Nuevo León (19)	25
20.Oaxaca (20)	26
21.Puebla (21)	27
22.Querétaro (22)	28
23.Quintana Roo (23)	29
24.San Luis Potosí (24)	30

25.Sinaloa (25)	31
26.Tabasco (27)	32
27.Tlaxcala (29)	33
28.Veracruz de Ignacio de la Llave (30)	34
29.Yucatán (31)	35
30.Zacatecas (32)	36

1. Aguascalientes (1)

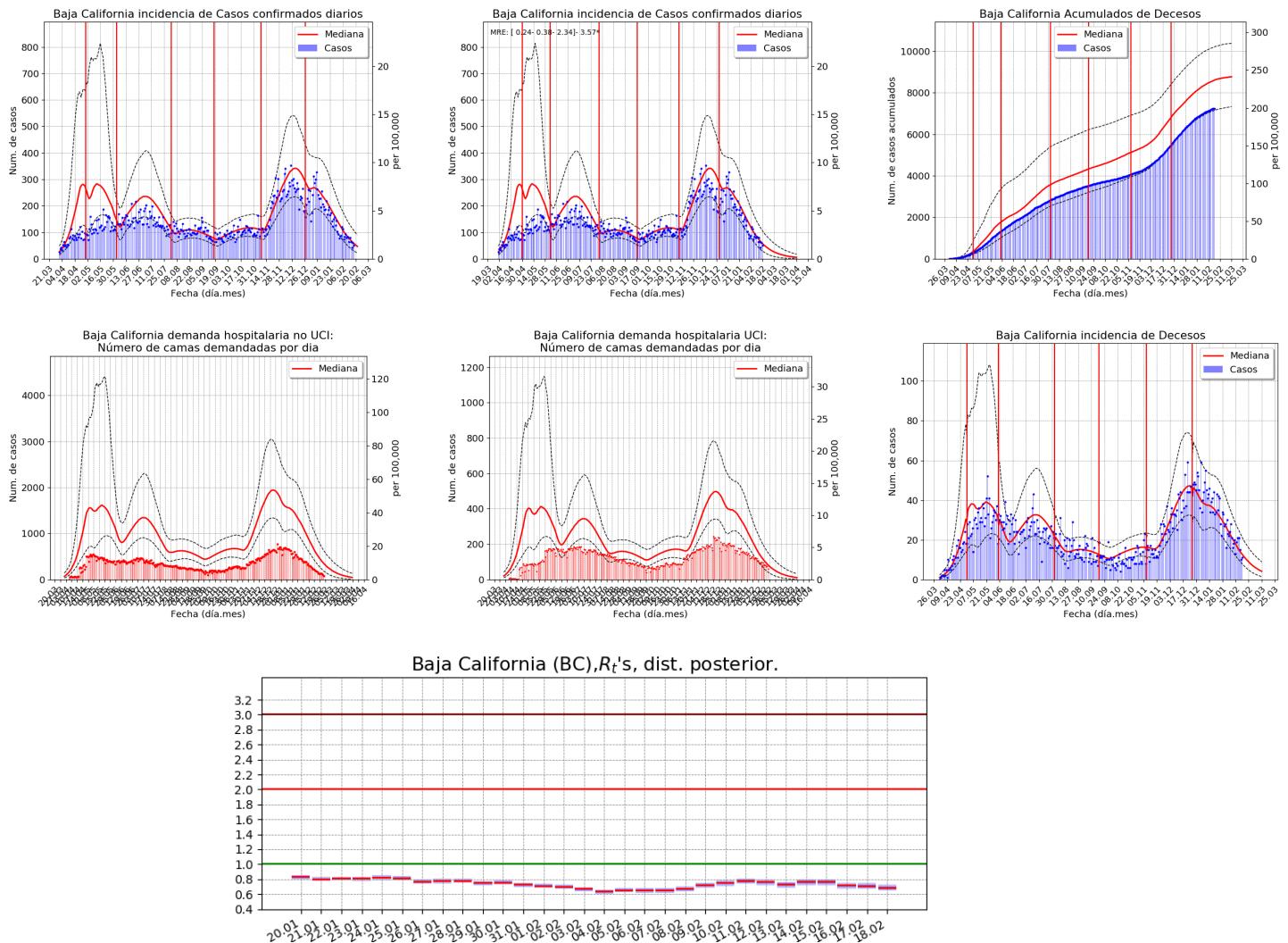


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	125	[90, 182]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	717	[515, 1016]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	183	[132, 263]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

2. Baja California (2)

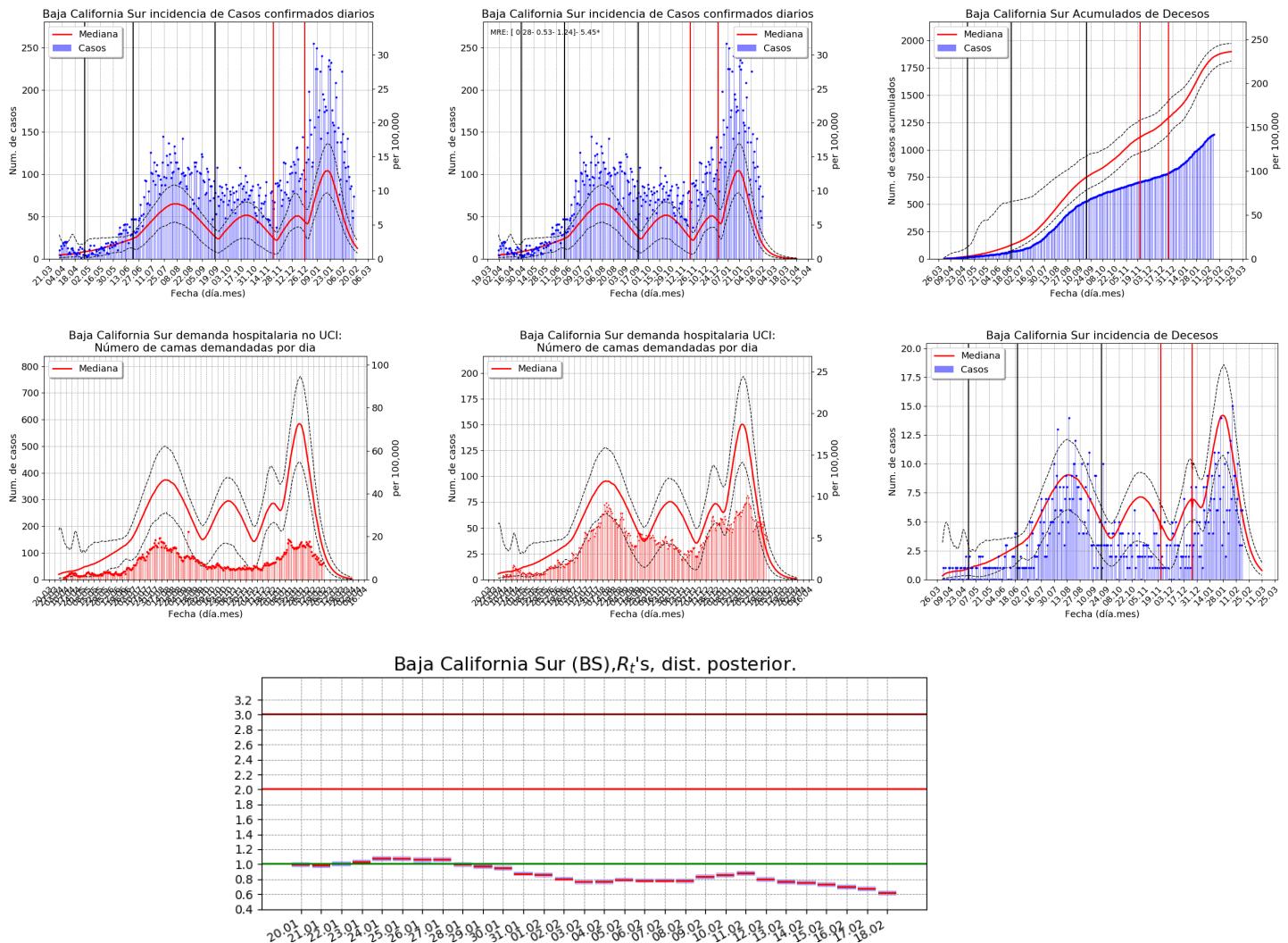


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	342	[234, 814]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1944	[1339, 4414]	Demand total/día
Altura del pico UCI	498	[342, 1149]	Demand total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

3. Baja California Sur (3)

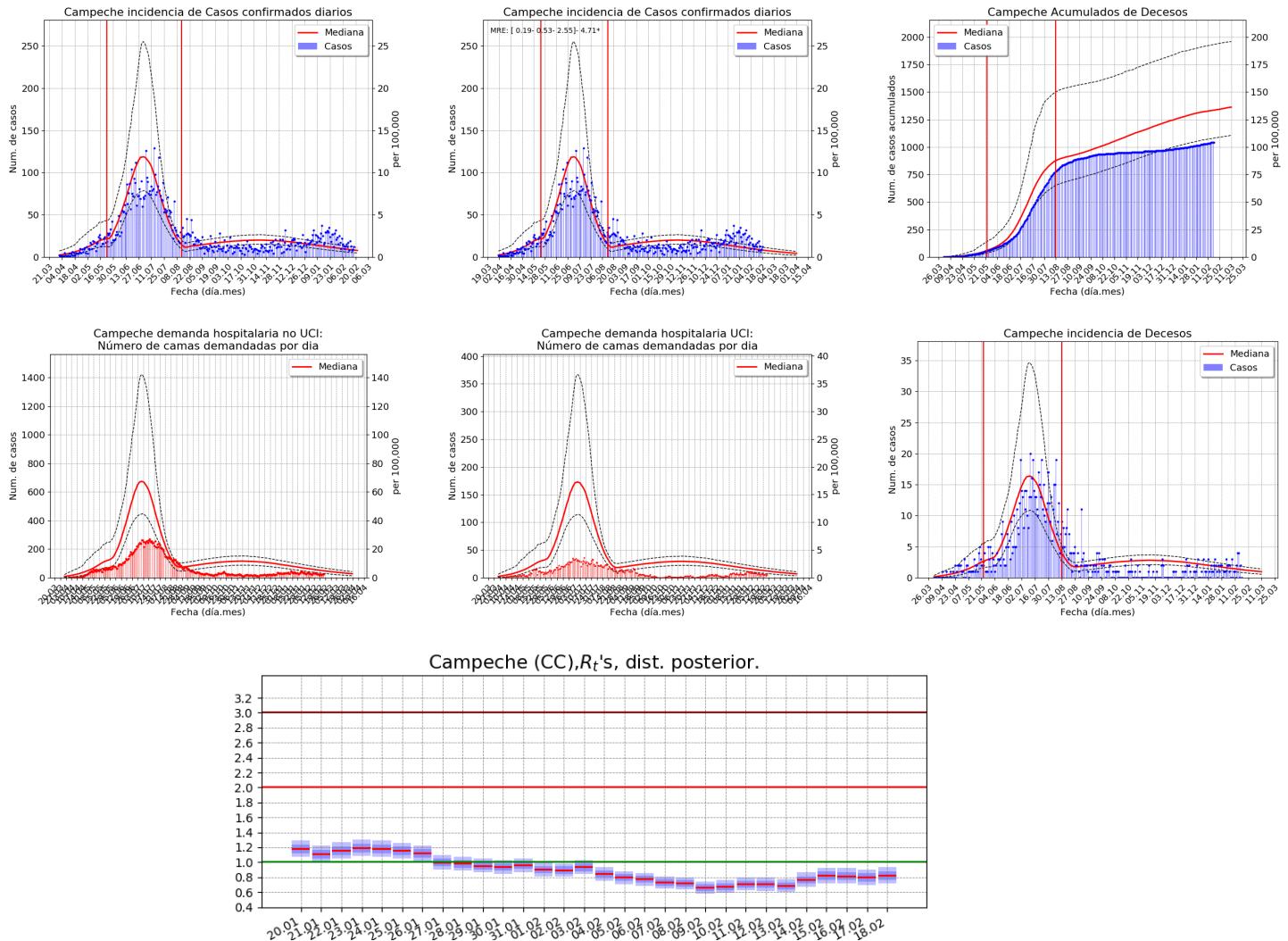


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	104	[78, 136]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	584	[441, 762]	Demand total/día
Altura del pico UCI	150	[114, 197]	Demand total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

4. Campeche (4)

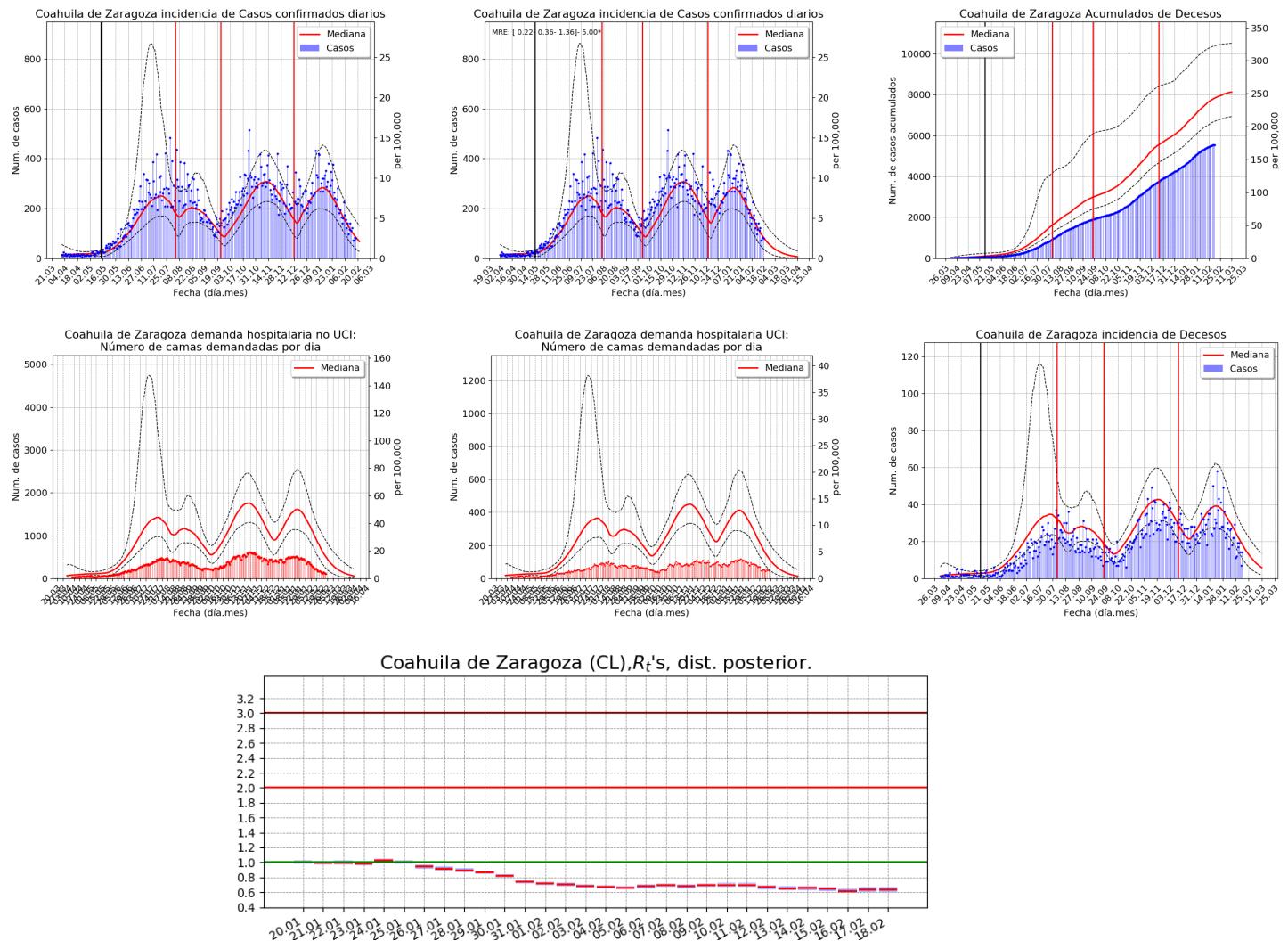


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	119	[79, 255]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	674	[447, 1422]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	173	[114, 367]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

5. Coahuila de Zaragoza (5)

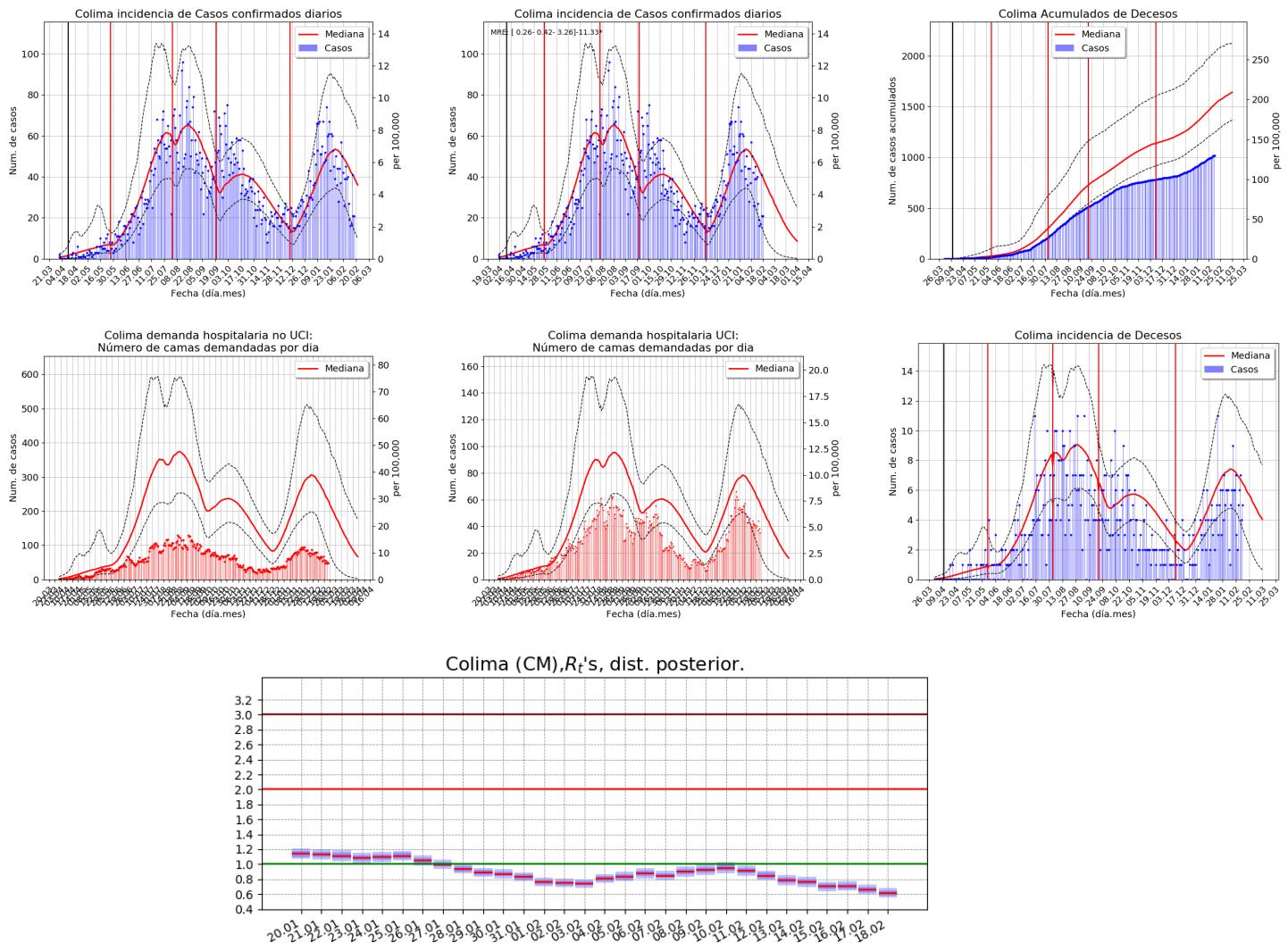


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	308	[228, 862]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1757	[1303, 4738]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	449	[333, 1229]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

6. Colima (6)

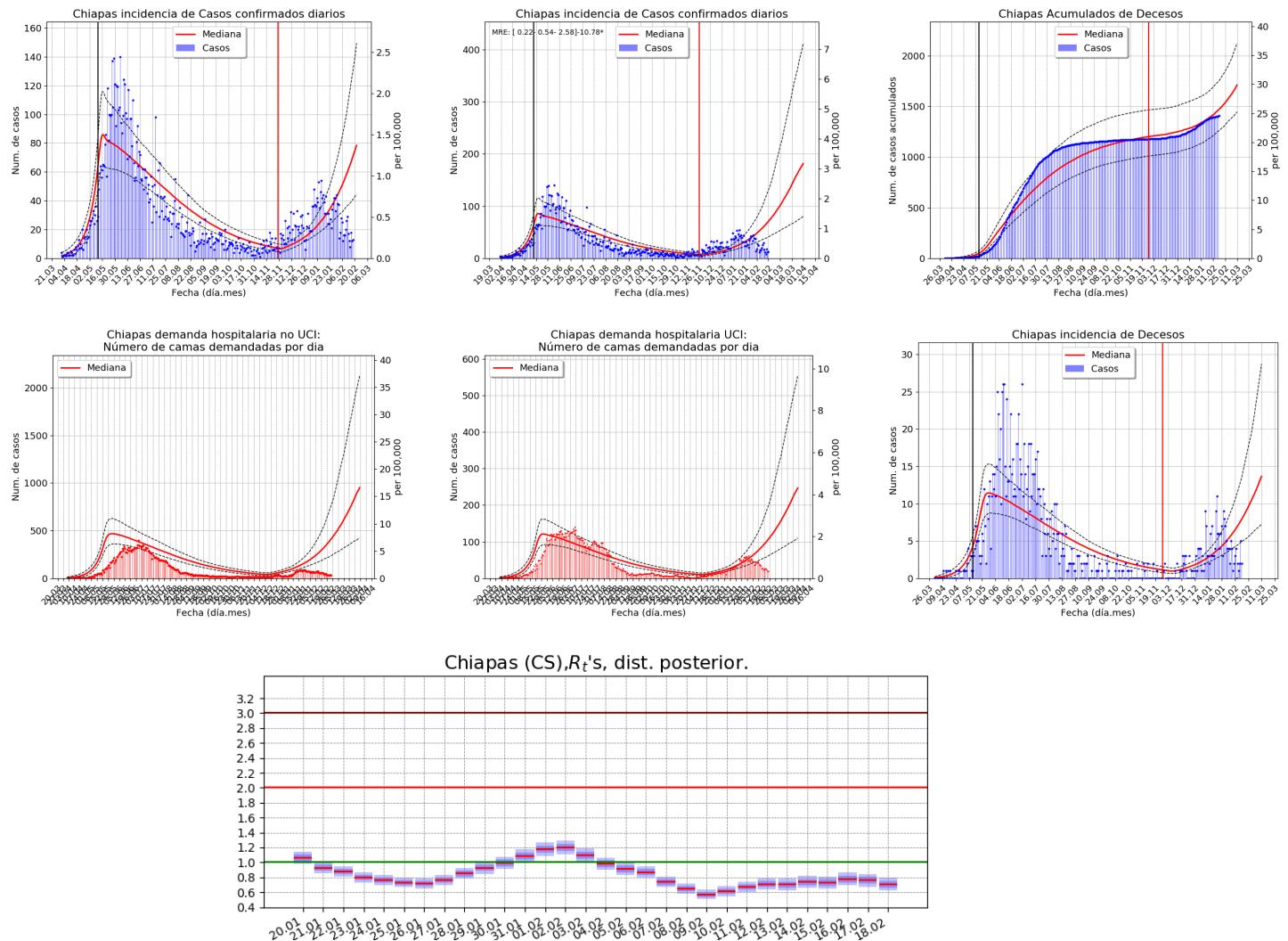


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	65	[44, 105]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	374	[254, 594]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	95	[65, 152]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

7. Chiapas (7)

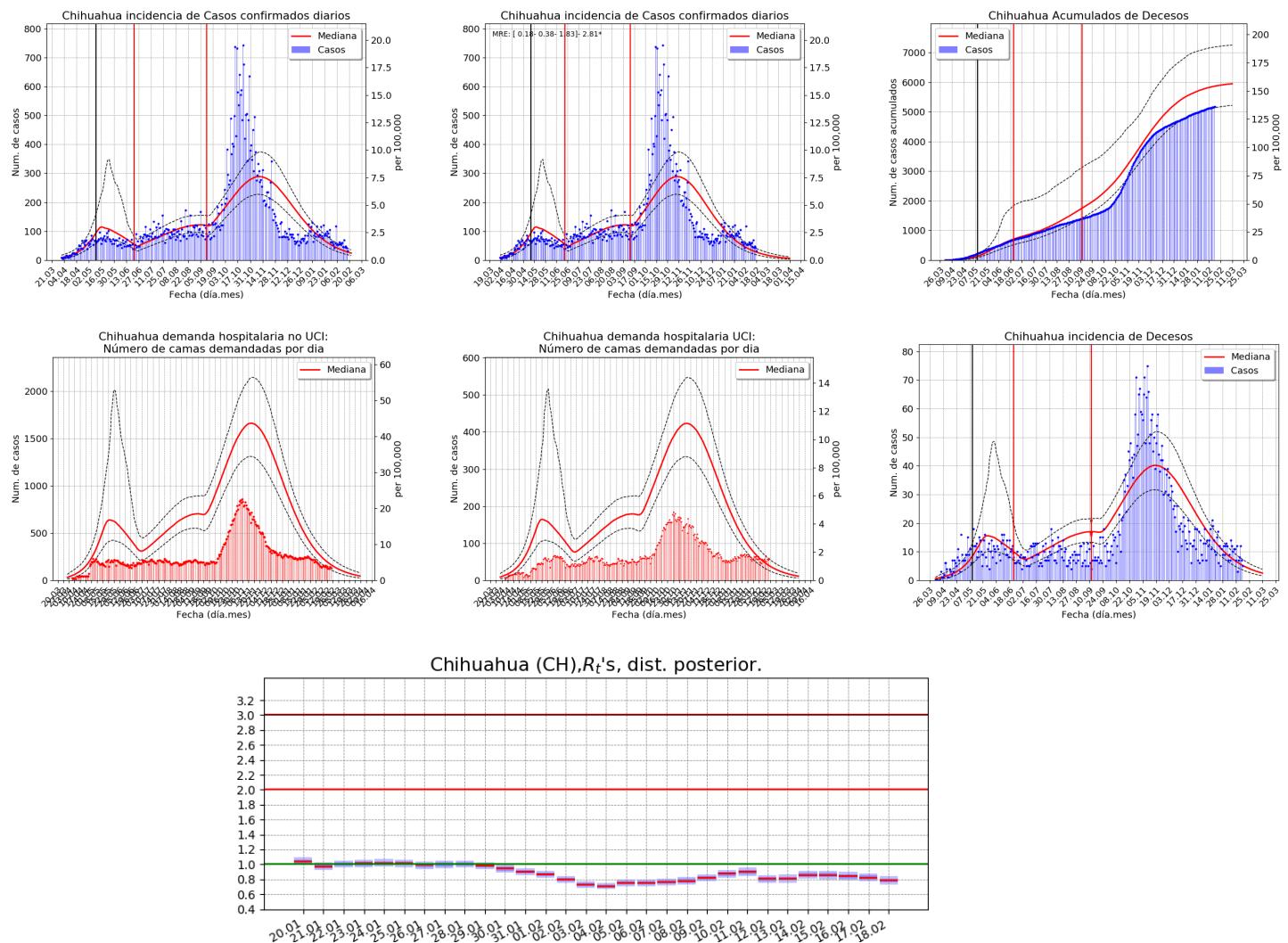


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	182	[80, 412]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	951	[425, 2127]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	247	[110, 554]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

8. Chihuahua (8)

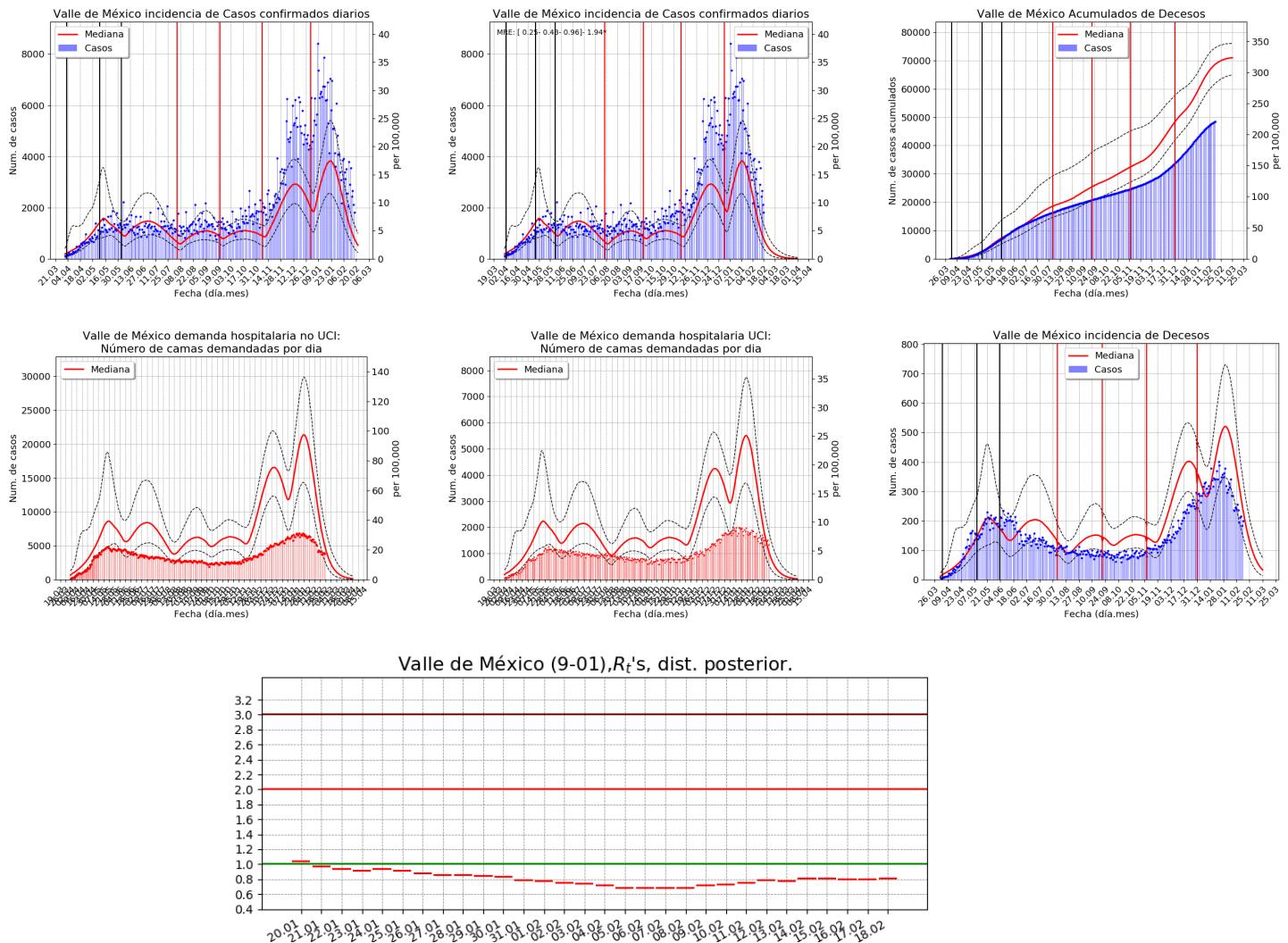


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	289	[227, 373]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1660	[1309, 2144]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	423	[334, 547]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

9. Ciudad de México (9)

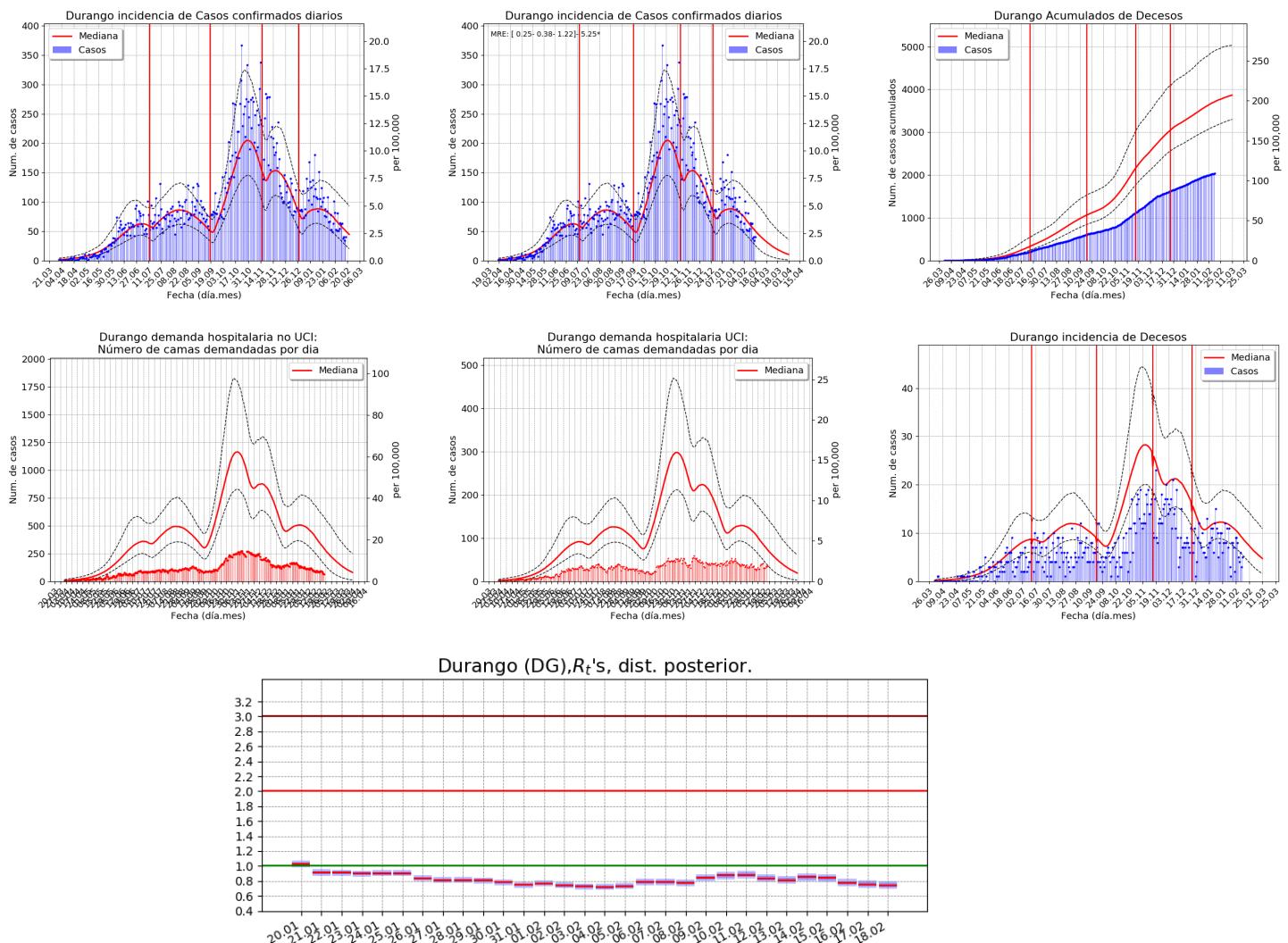


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	3824	[2557, 5409]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	21386	[14364, 29894]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	5507	[3695, 7745]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

10. Durango (10)

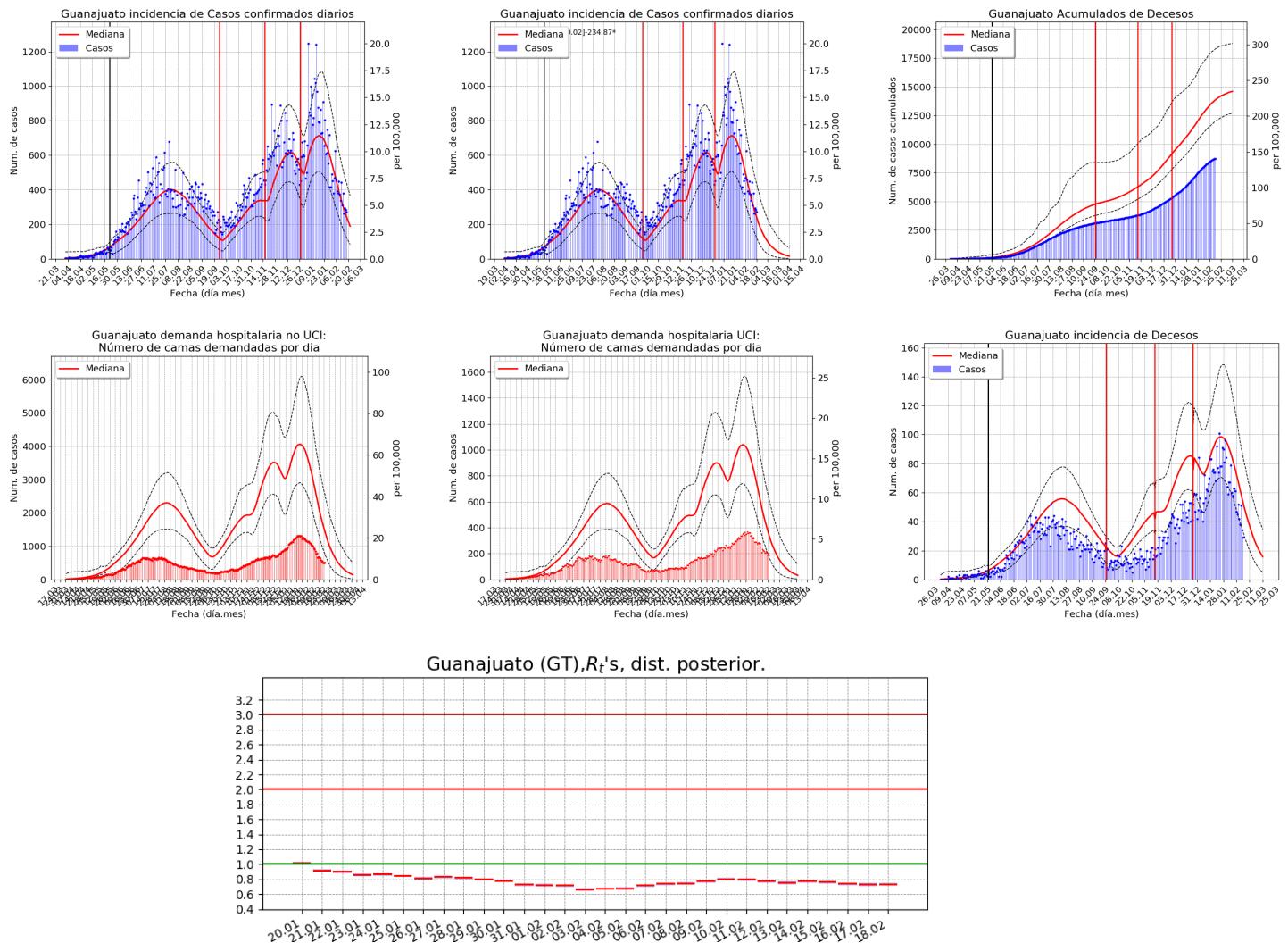


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	205	[145, 325]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1164	[827, 1828]	Demand total/día
Altura del pico UCI	298	[211, 470]	Demand total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

11. Guanajuato (11)

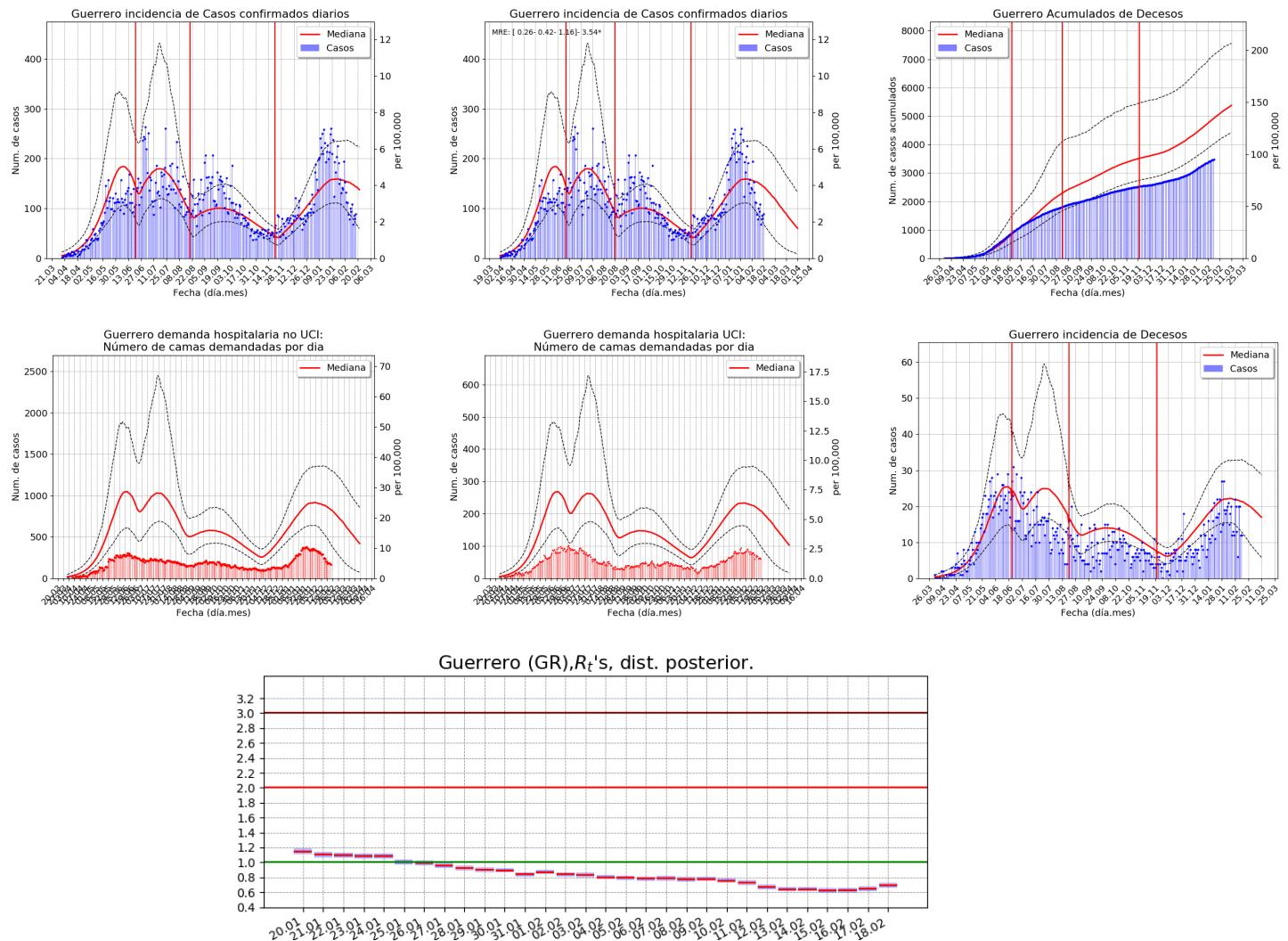


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	713	[507, 1083]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	4060	[2907, 6097]	Demand total/día
Altura del pico UCI	1039	[741, 1567]	Demand total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

12. Guerrero (12)

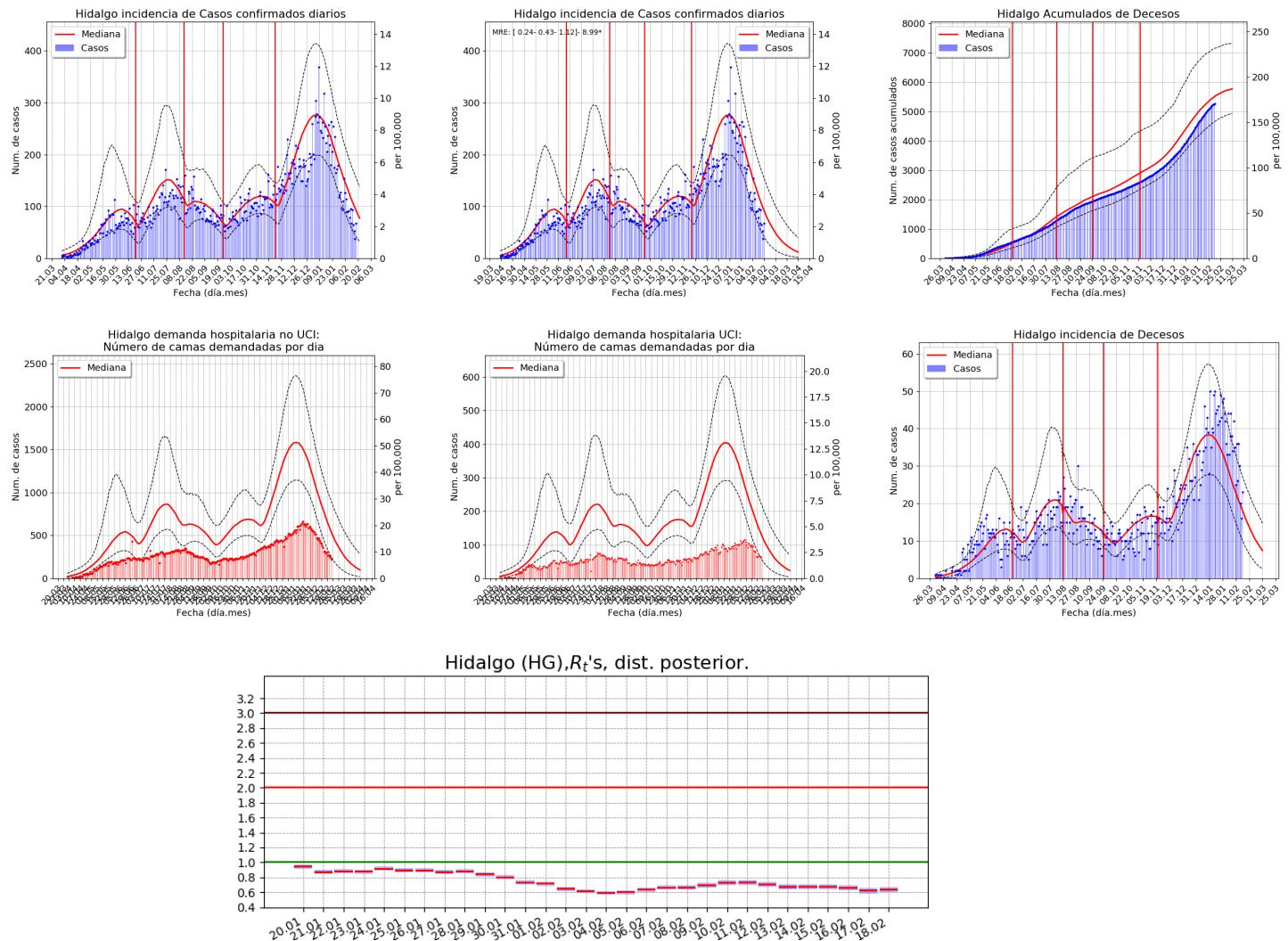


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	184	[120, 431]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1048	[689, 2449]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	268	[176, 628]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

13. Hidalgo (13)

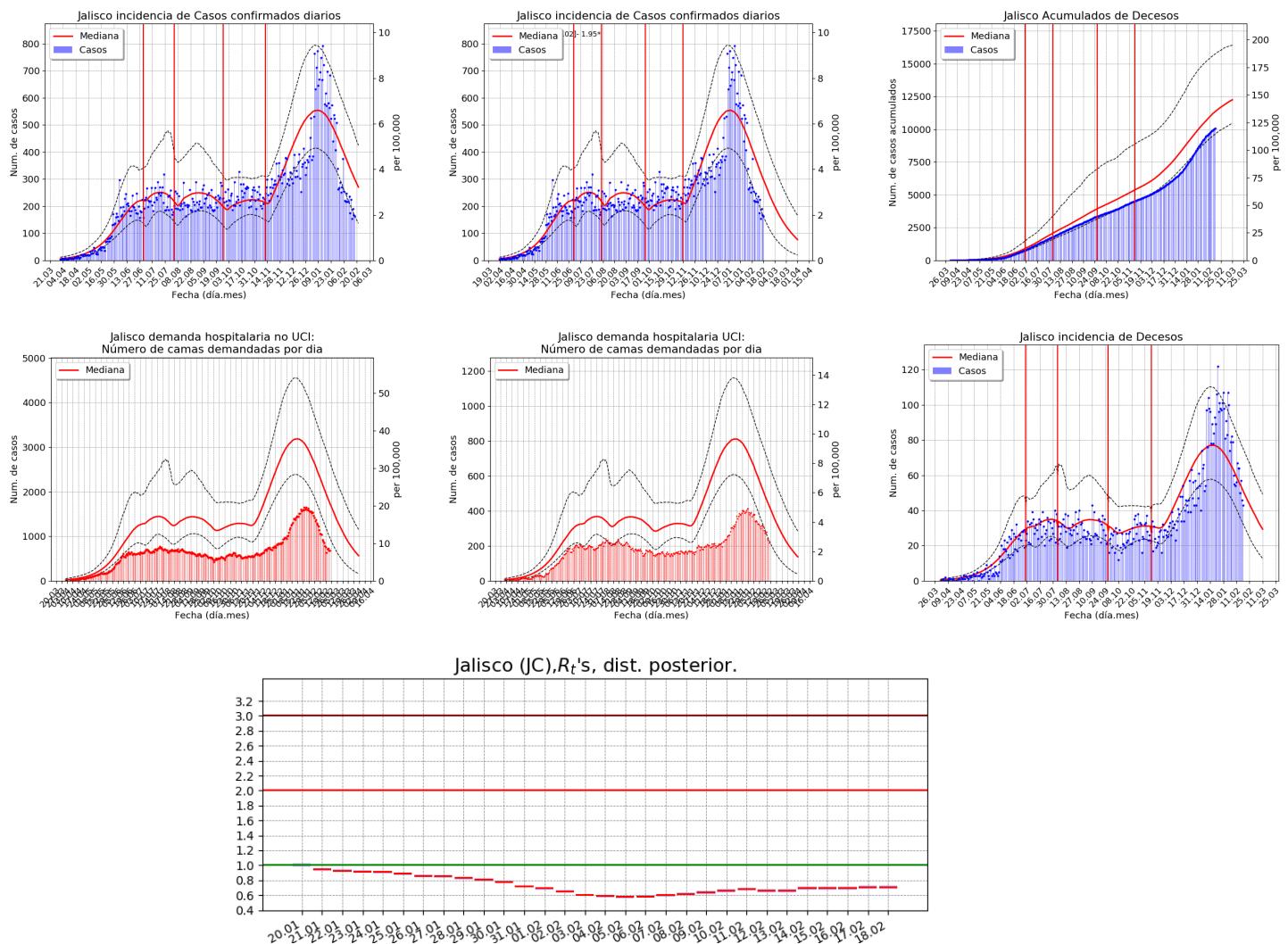


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	276	[199, 415]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1582	[1143, 2360]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	404	[291, 604]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

14. Jalisco (14)



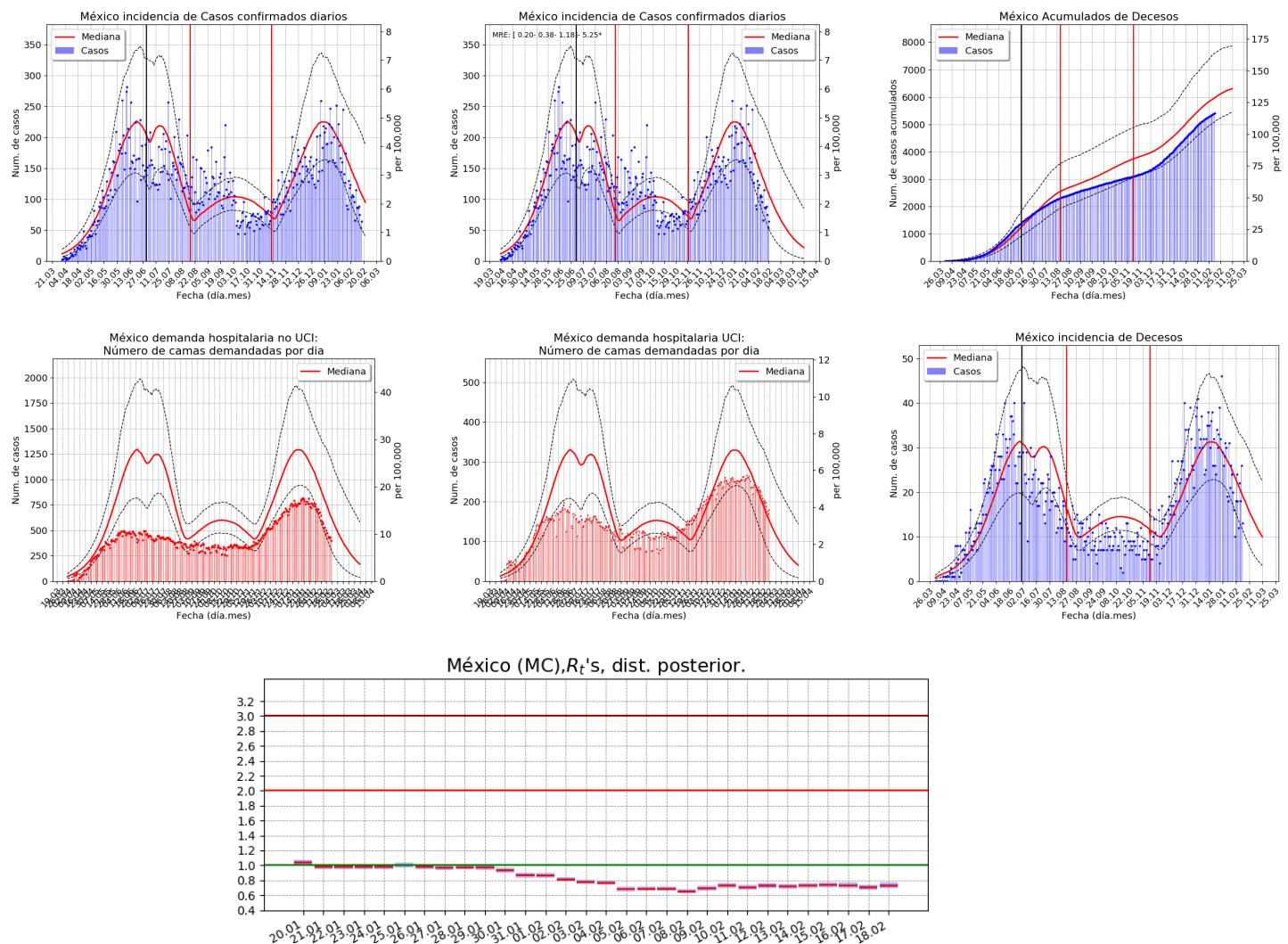
Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	554	[414, 795]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	3184	[2387, 4553]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	812	[608, 1162]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

15. México* (15)

(*) Se tratan de los municipios que no se encuentran en la zona metropolitana de Valle de México

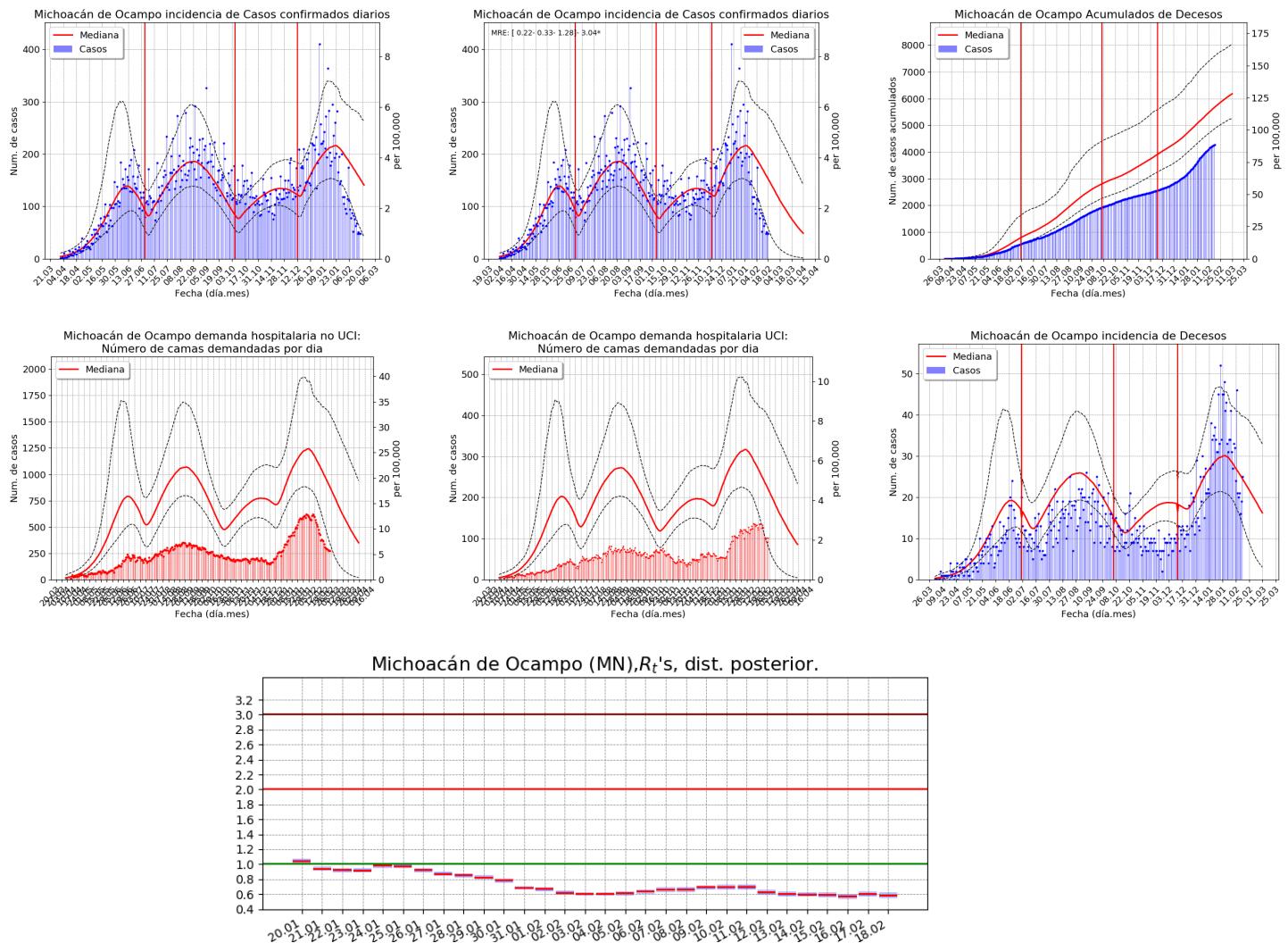


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	226	[164, 348]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1295	[944, 1986]	Demandta total/día
Altura del pico UCI	331	[240, 508]	Demandta total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

16. Michoacán de Ocampo (16)

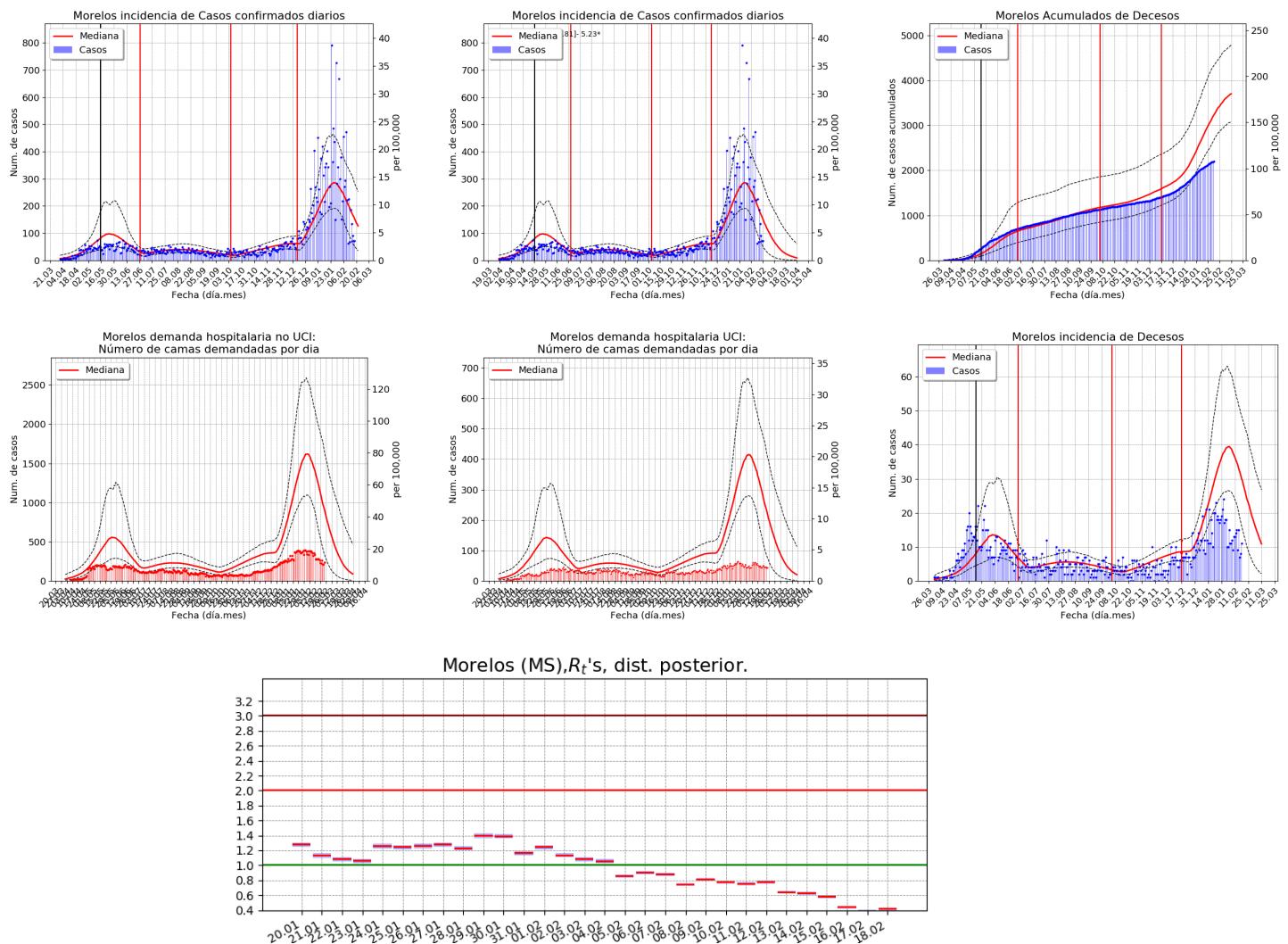


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	216	[154, 339]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1243	[885, 1924]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	317	[226, 493]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

17. Morelos (17)

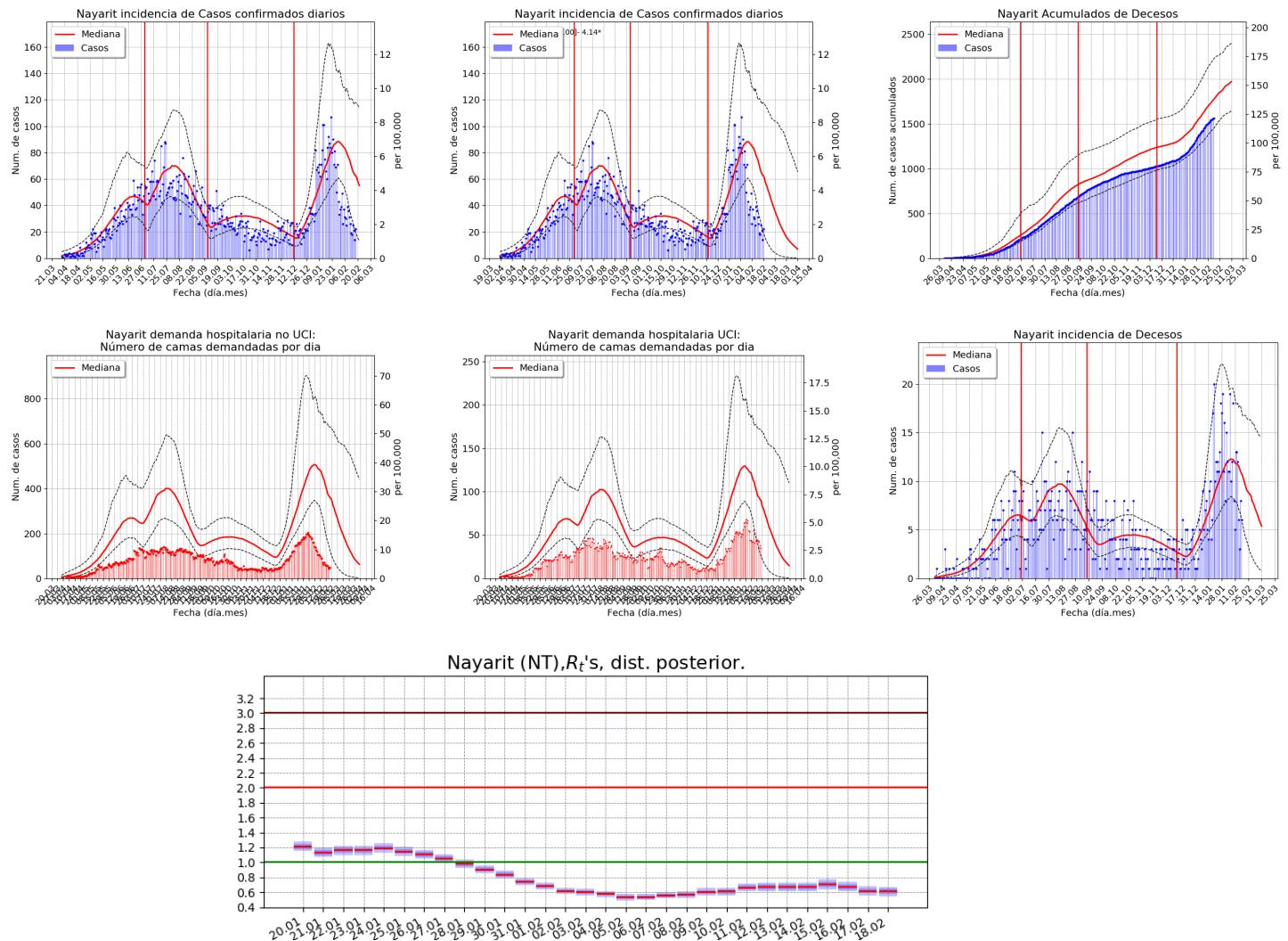


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	286	[192, 463]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1620	[1096, 2593]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	416	[280, 668]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

18. Nayarit (18)

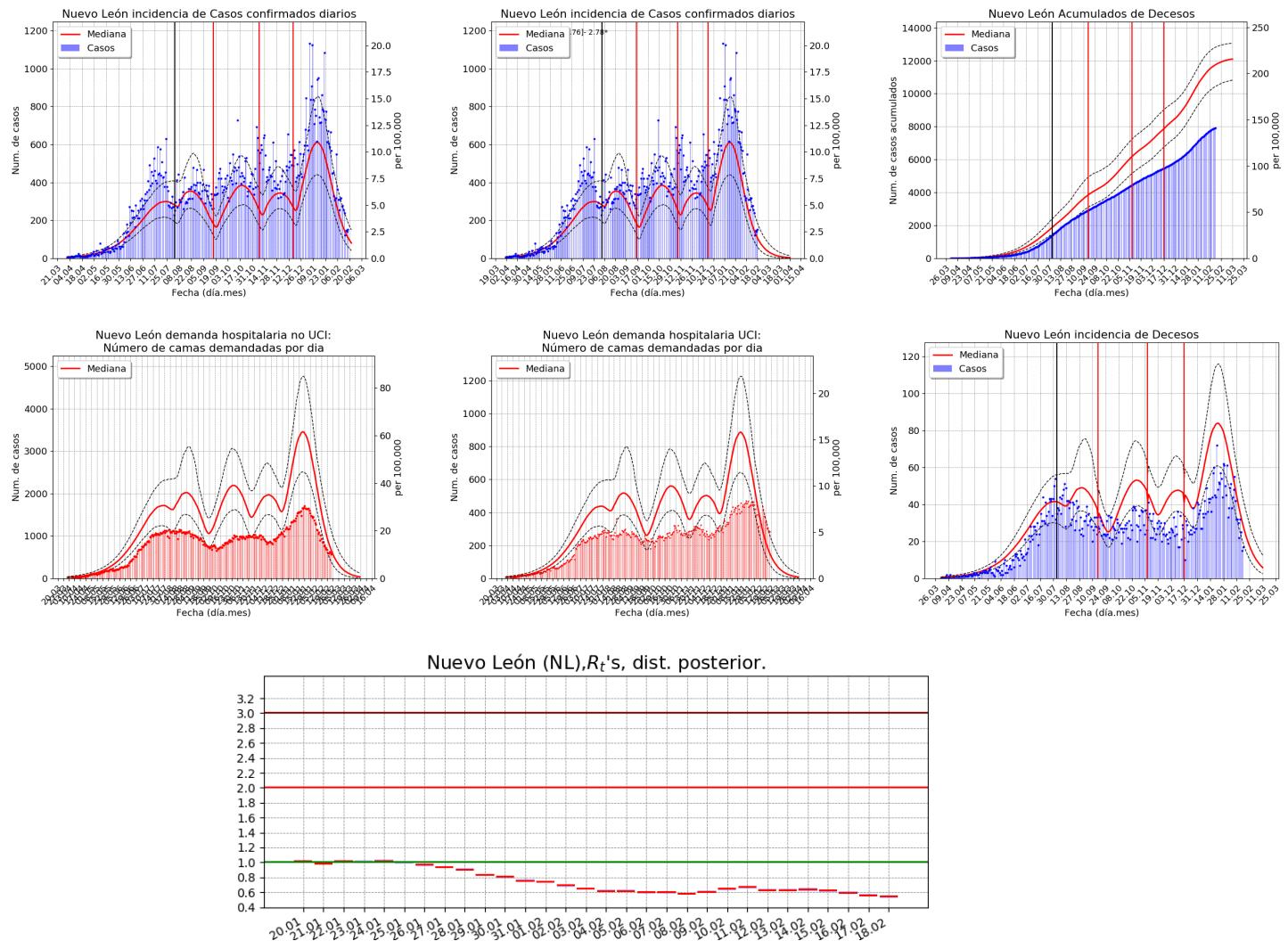


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	88	[61, 163]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	507	[347, 903]	Demand total/día
Altura del pico UCI	130	[89, 234]	Demand total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

19. Nuevo León (19)

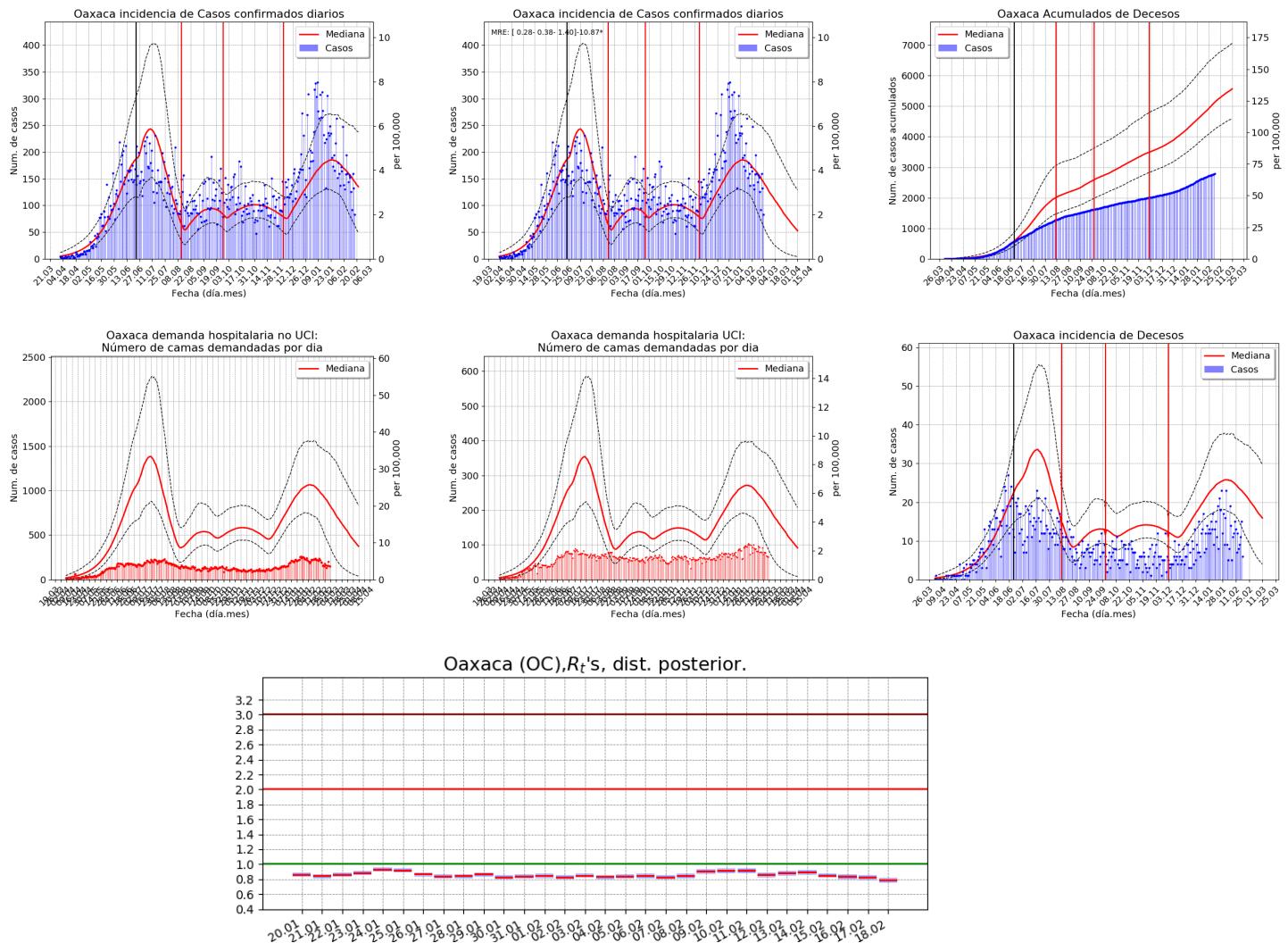


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	611	[441, 852]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	3453	[2509, 4761]	Demand total/día
Altura del pico UCI	887	[642, 1226]	Demand total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

20. Oaxaca (20)

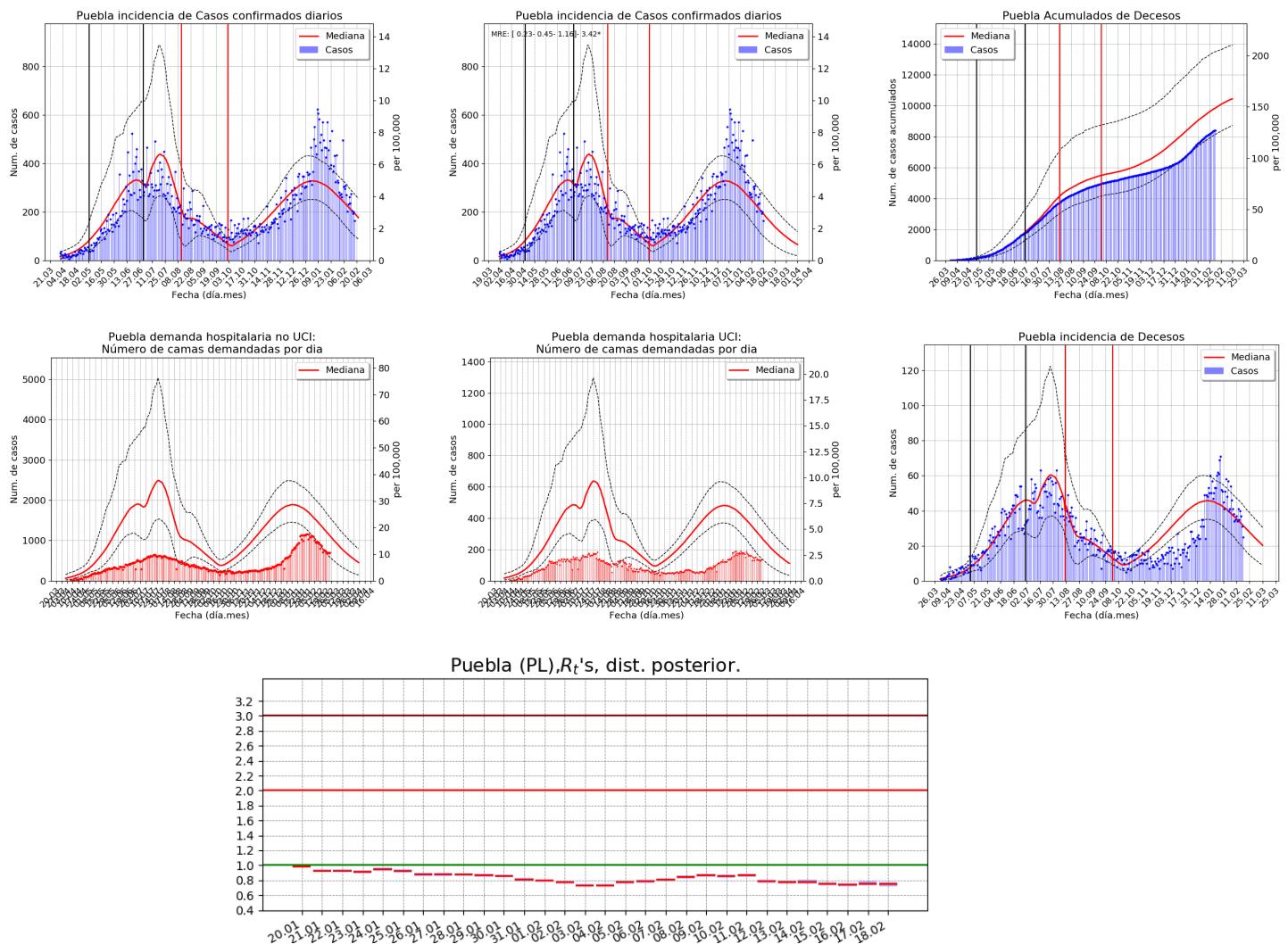


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	243	[152, 404]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1383	[878, 2283]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	354	[225, 585]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

21. Puebla (21)

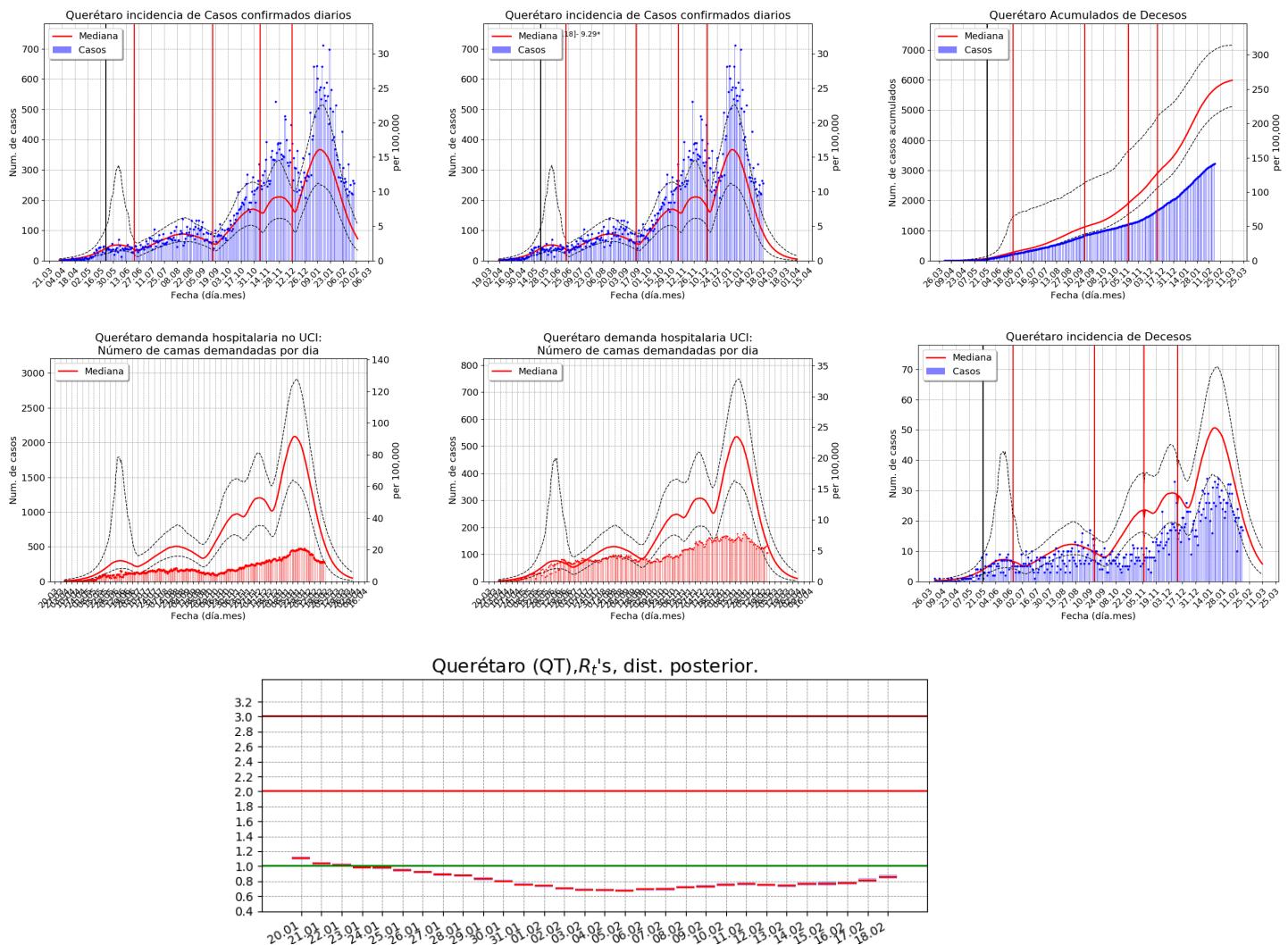


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	439	[267, 889]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	2491	[1534, 5036]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	637	[391, 1296]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

22. Querétaro (22)

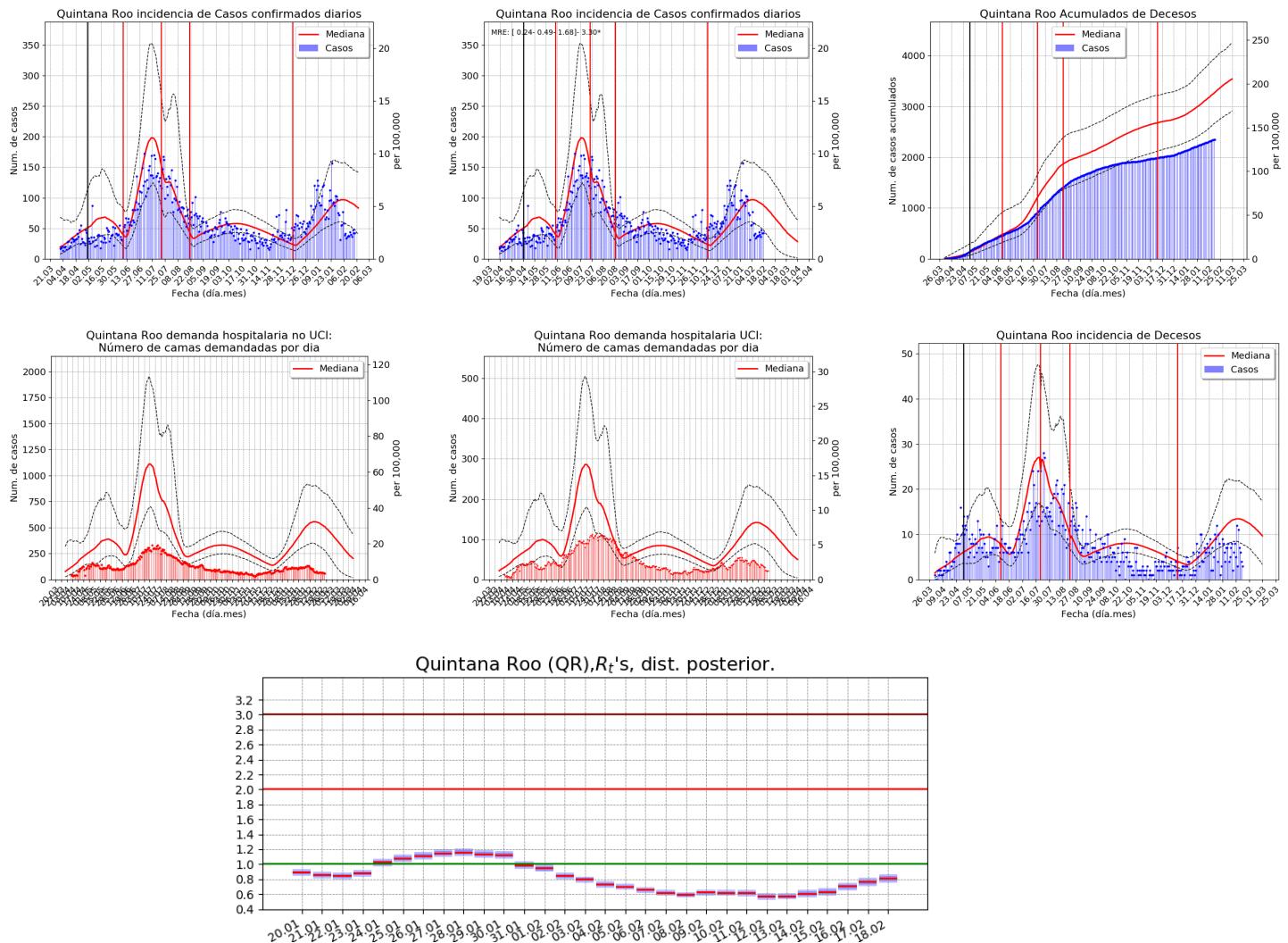


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	367	[256, 515]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	2088	[1458, 2916]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	535	[373, 748]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

23. Quintana Roo (23)

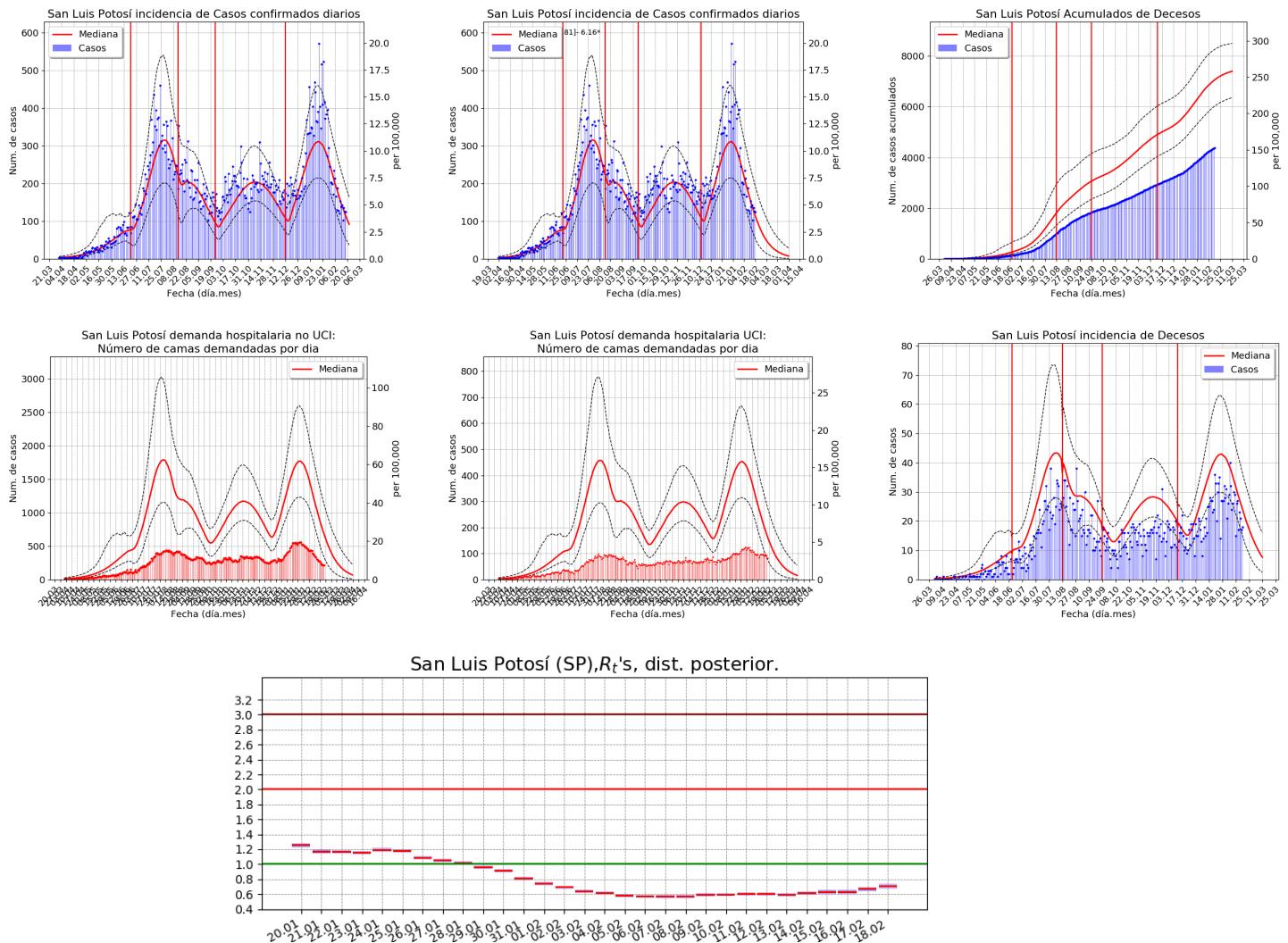


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	198	[125, 353]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1110	[701, 1954]	Demand total/día
Altura del pico UCI	286	[180, 505]	Demand total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

24. San Luis Potosí (24)

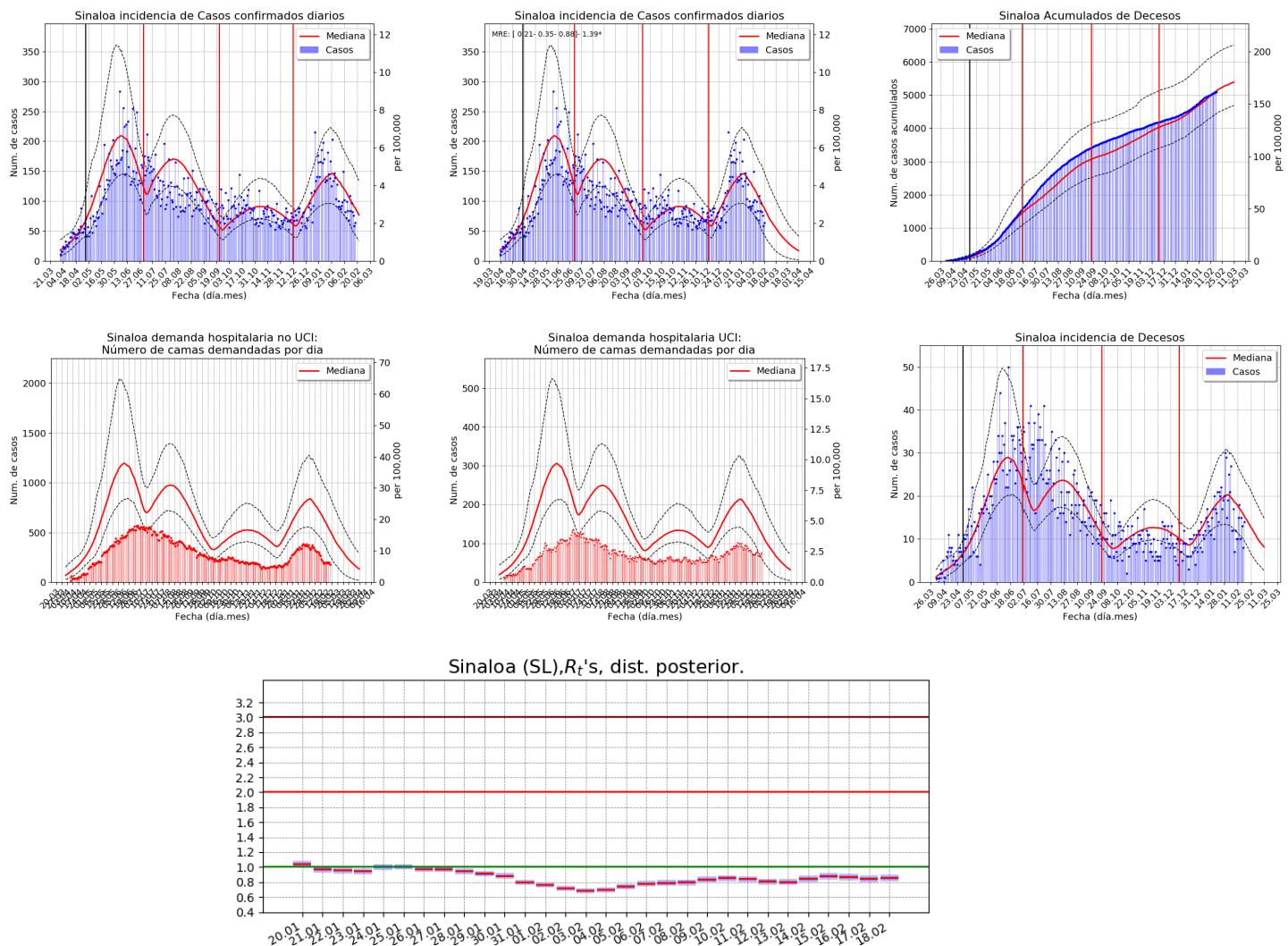


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	315	[215, 541]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1786	[1229, 3026]	Demand total/día
Altura del pico UCI	457	[314, 778]	Demand total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

25. Sinaloa (25)

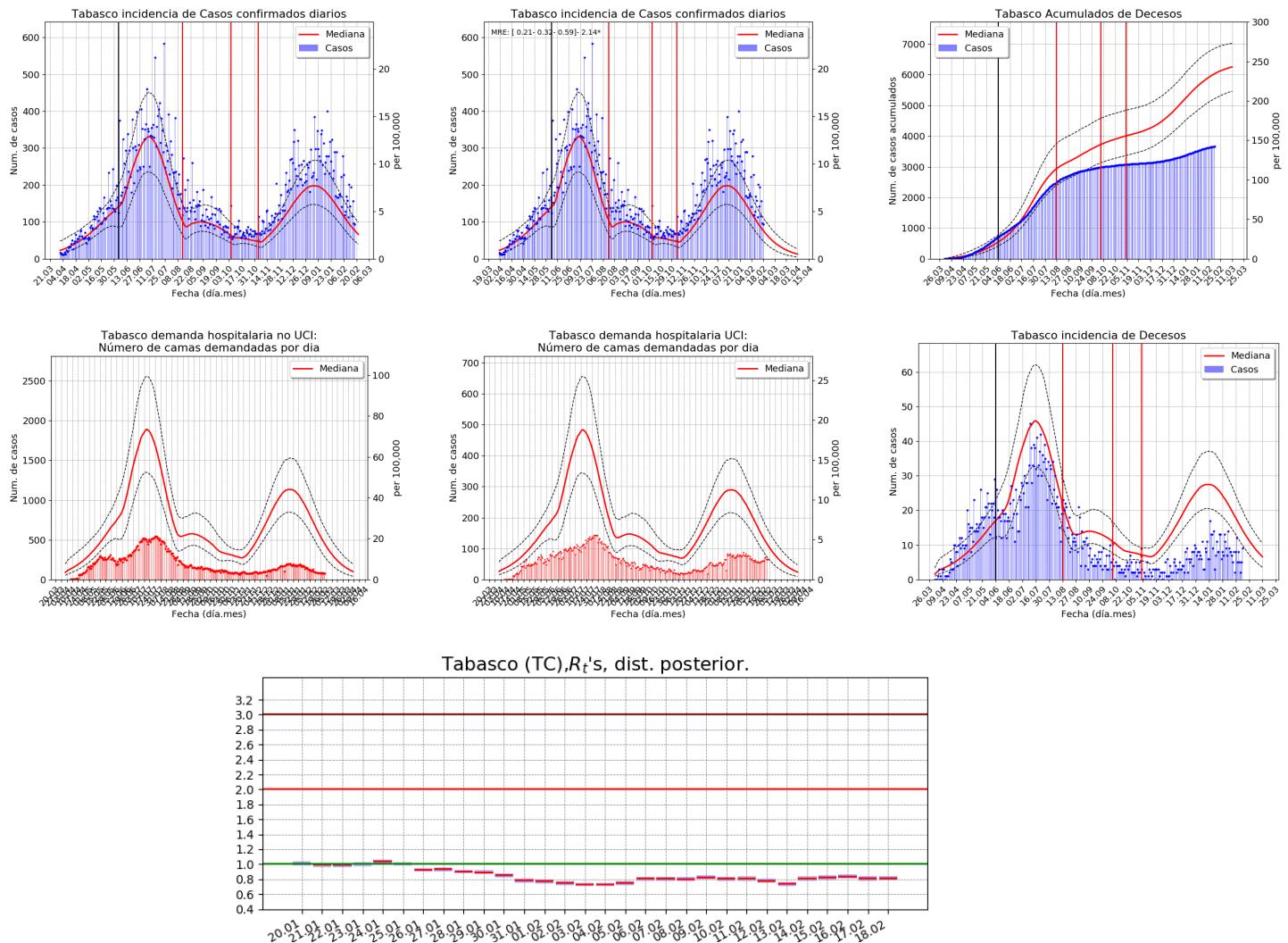


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	209	[147, 361]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1196	[844, 2048]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	306	[215, 525]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

26. Tabasco (27)

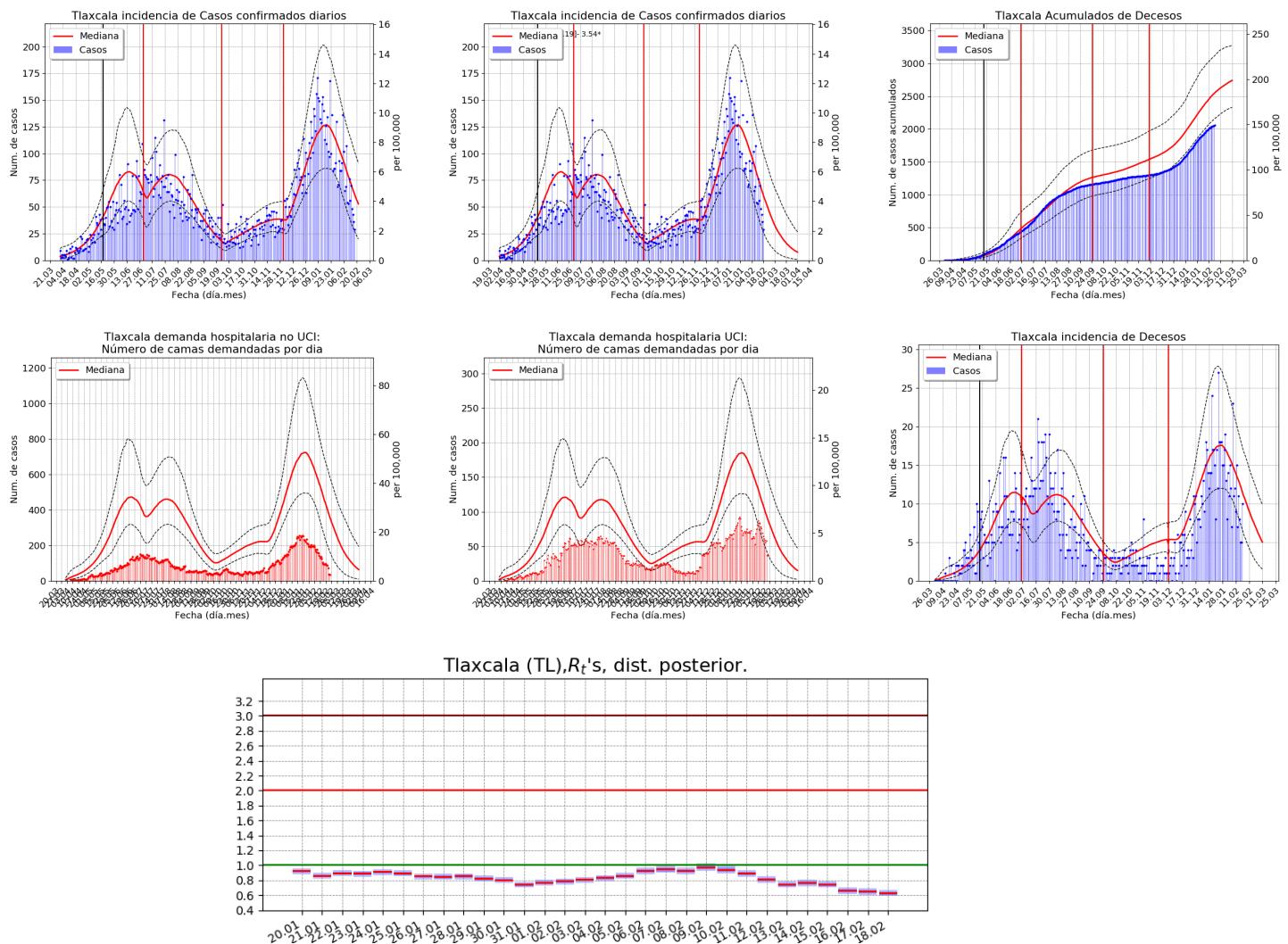


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	331	[236, 452]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1891	[1350, 2557]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	484	[344, 656]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

27. Tlaxcala (29)

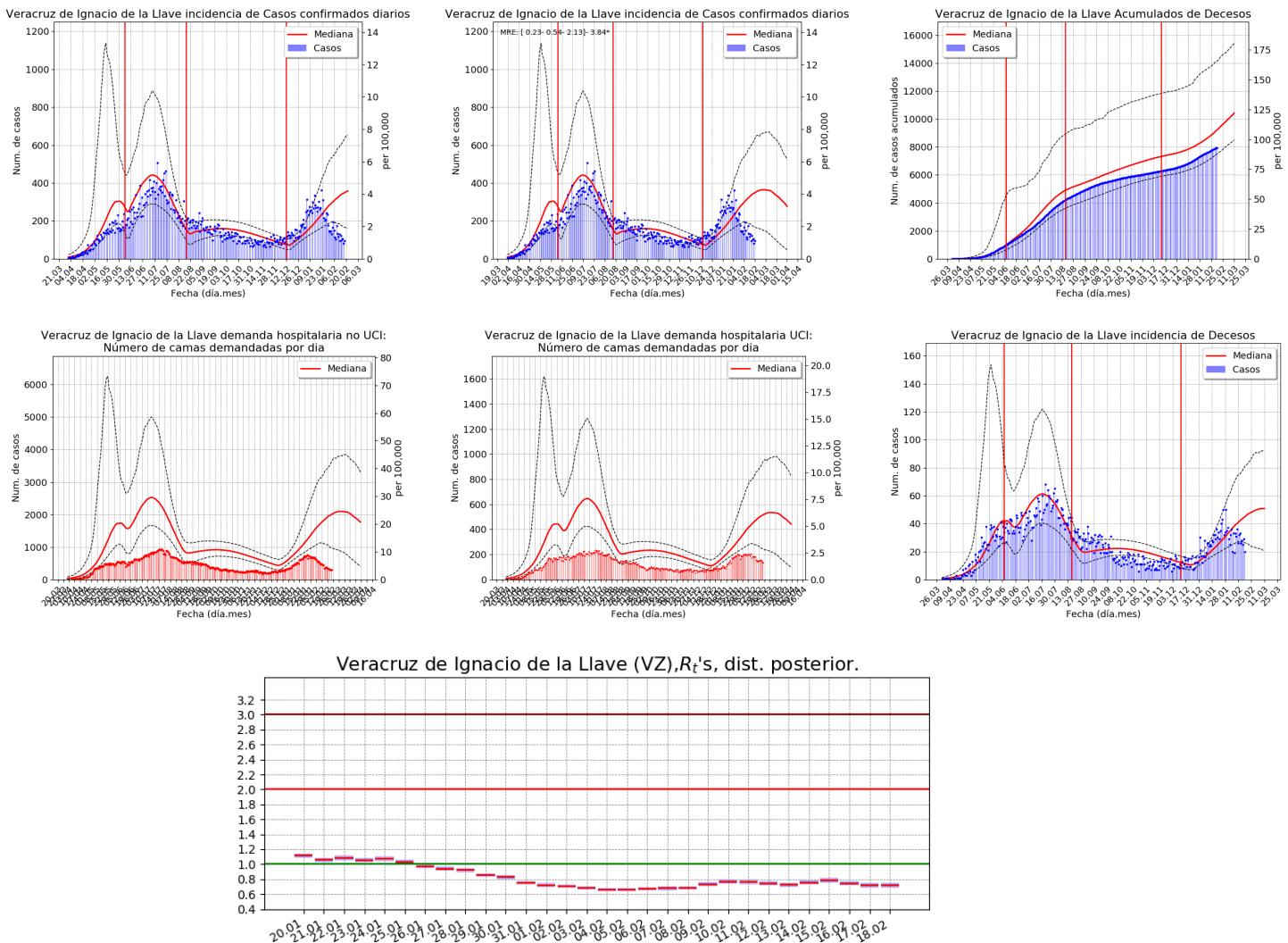


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	127	[86, 201]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	725	[495, 1145]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	185	[126, 294]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

28. Veracruz de Ignacio de la Llave (30)

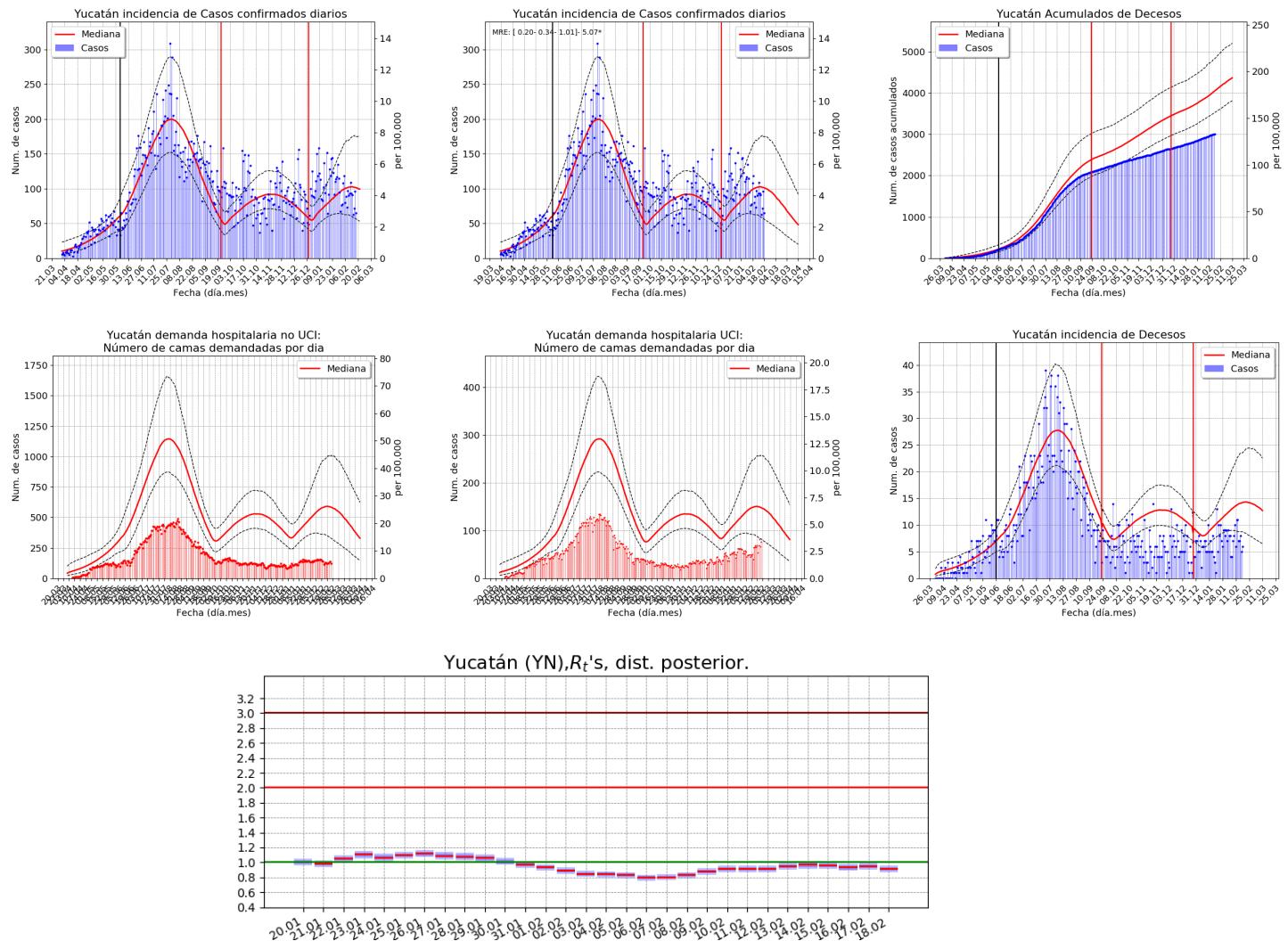


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	442	[290, 1136]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	2527	[1664, 6253]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	646	[424, 1620]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

29. Yucatán (31)

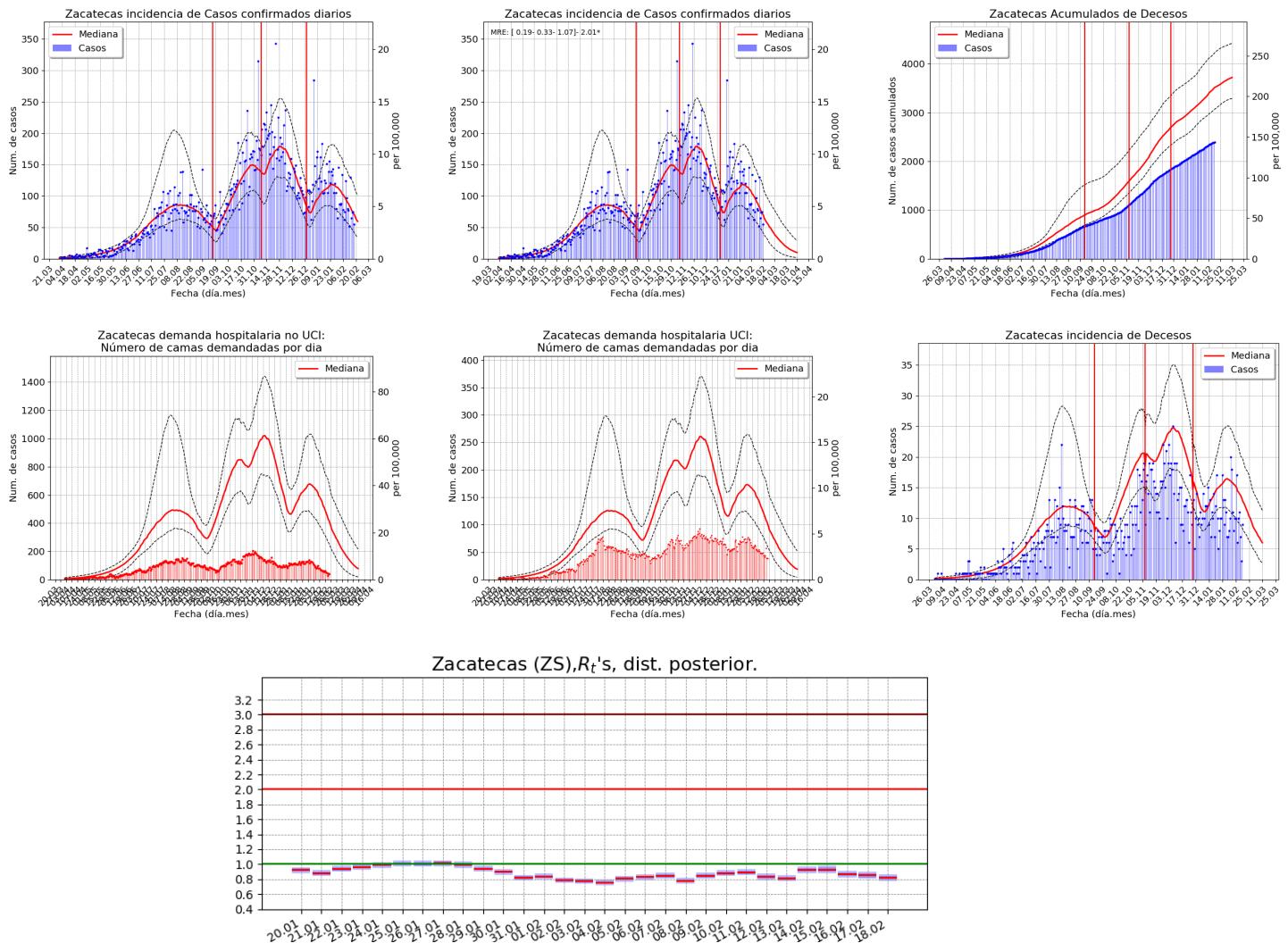


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	200	[152, 290]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1145	[874, 1660]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	292	[223, 423]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.

30. Zacatecas (32)



Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	179	[131, 256]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1021	[751, 1441]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	261	[192, 370]	Demanda total/día

Notas: (1) Calculado de la gráfica de infectados confirmados.