



Modelo ama-2 Informe

- 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

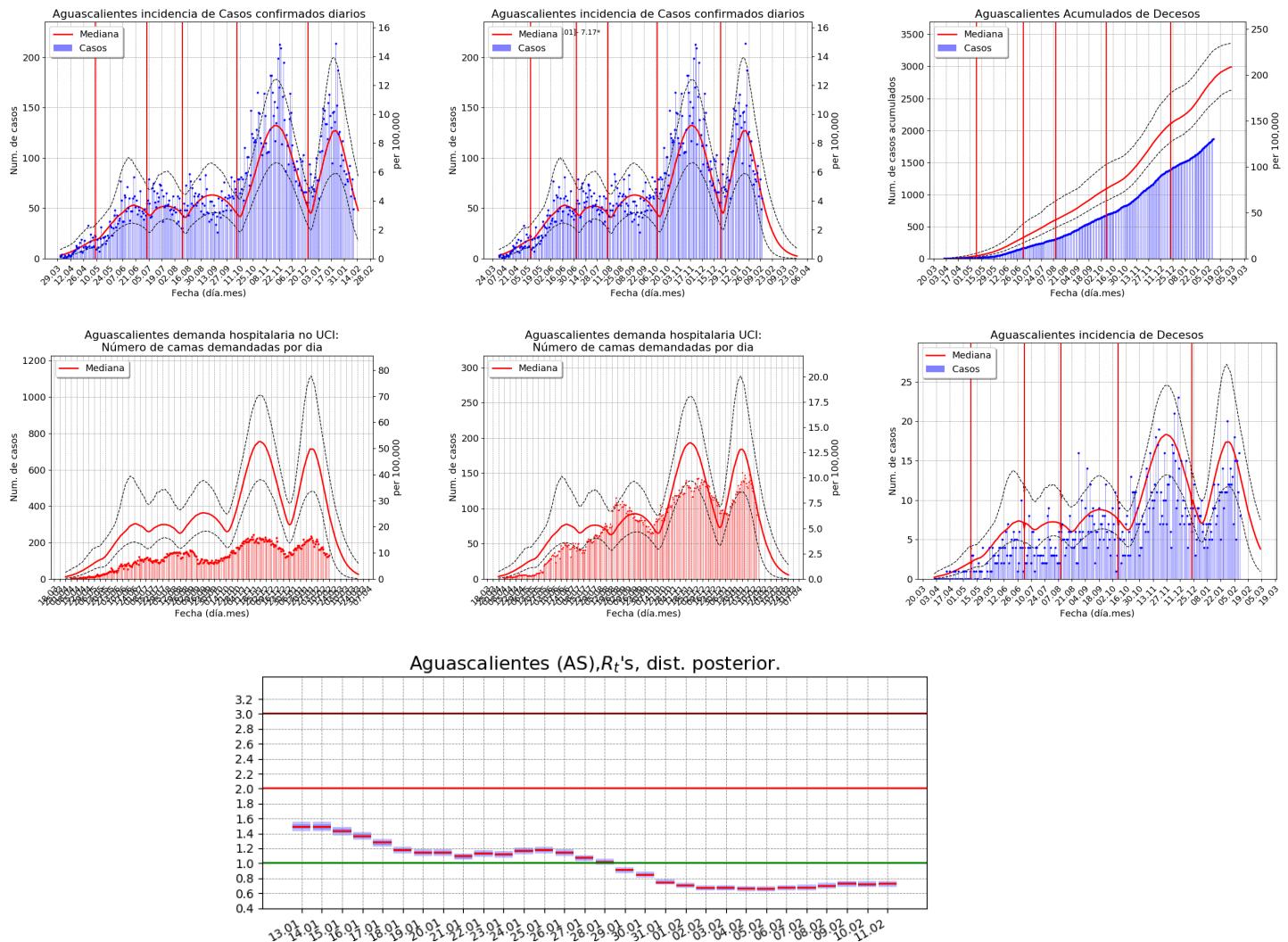
1. Para ajustar las zonas metropolitanas con un número bajo de casos se incluyó un punto de cambio para la tasa de contagio β el día en que cumplen 10 casos reportados. Esto se hace para dar flexibilidad al modelo y distinguir entre la transmisión comunitaria e importada.

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
9.1. Valle de México (9-01)	15
10. Durango (10)	16
11. Guanajuato (11)	17
12. Guerrero (12)	18
13. Hidalgo (13)	19
13.1. Valle de México (9-01)	20
14. Jalisco (14)	21
15. México (15)	22
15.1. Valle de México (9-01)	23
16. Michoacán de Ocampo (16)	24
17. Morelos (17)	25
18. Nayarit (18)	26
19. Nuevo León (19)	27
20. Oaxaca (20)	28
21. Puebla (21)	29
22. Querétaro (22)	30

23.Qintana Roo (23)	31
24.San Luis Potosí (24)	32
25.Sinaloa (25)	33
26.Sonora (26)	34
27.Tabasco (27)	35
28.Tamaulipas (28)	36
29.Tlaxcala (29)	37
30.Veracruz de Ignacio de la Llave (30)	38
31.Yucatán (31)	39
32.Zacatecas (32)	40

1. Aguascalientes (1)

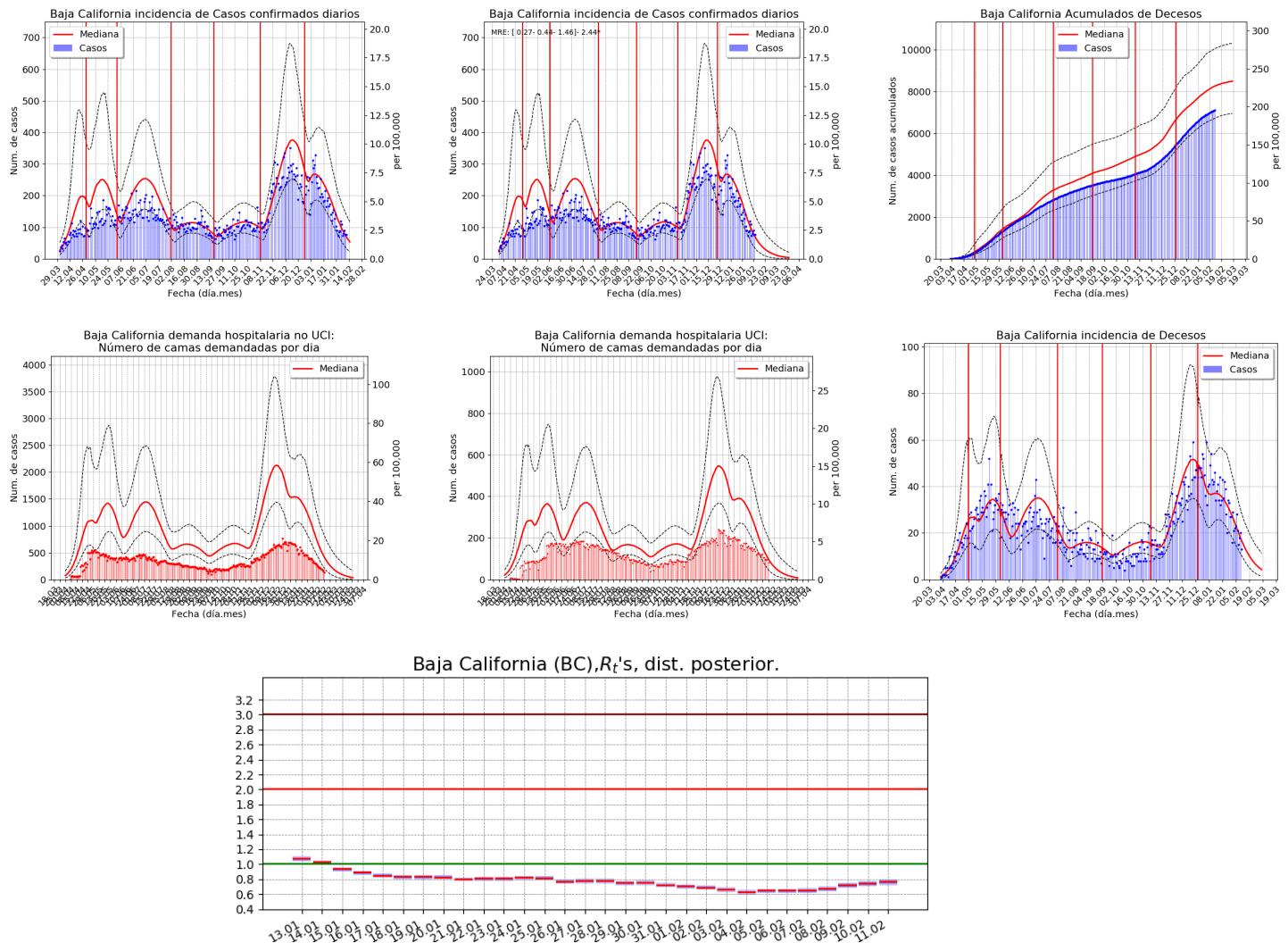


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	132	[95, 200]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	755	[545, 1116]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	193	[139, 288]	Demanda total/día

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

2. Baja California (2)

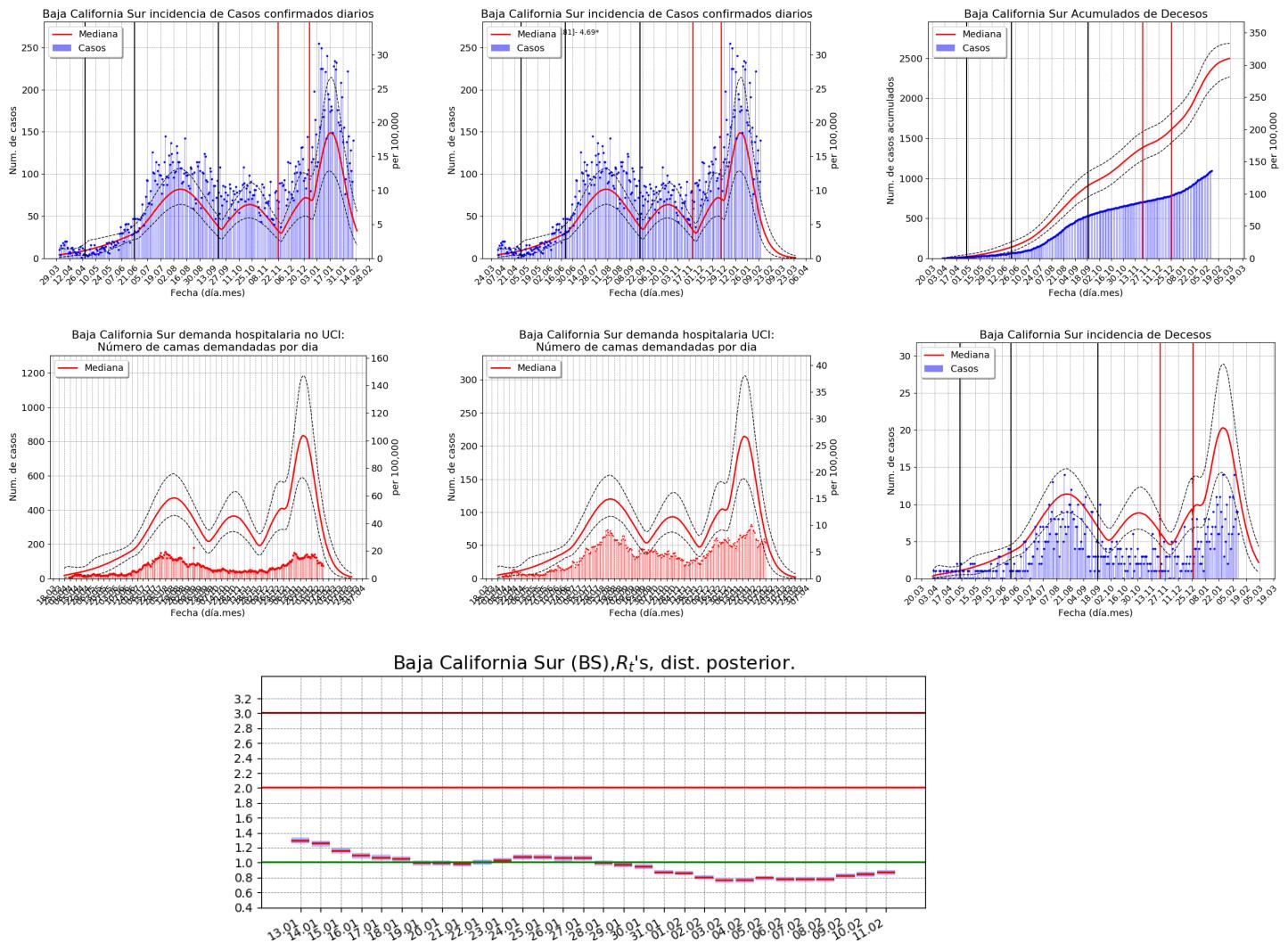


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	376	[252, 682]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	2127	[1442, 3782]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	546	[368, 977]	Demanda total/día

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

3. Baja California Sur (3)

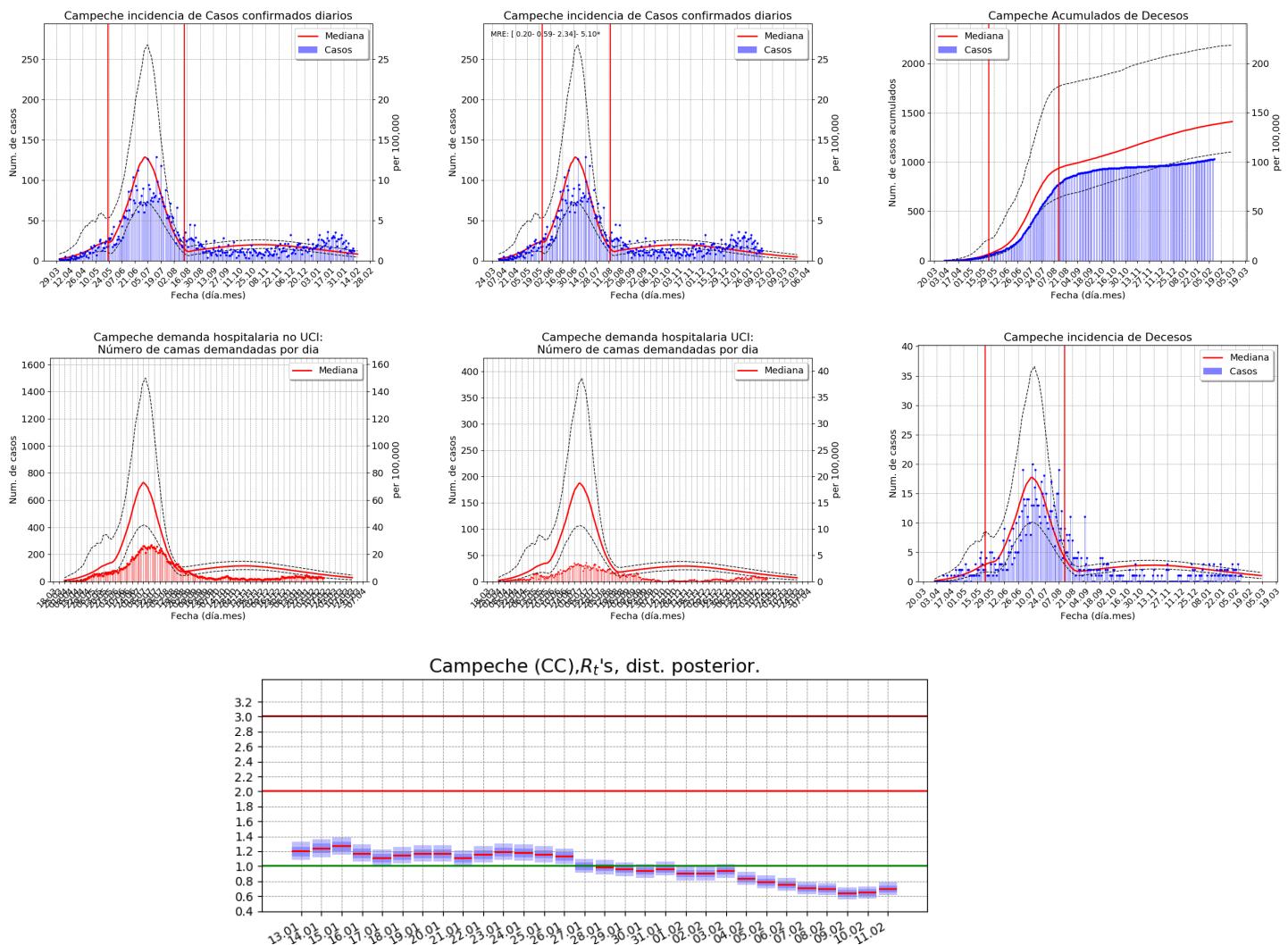


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	149	[104, 214]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	835	[589, 1184]	Demandta total/día
Altura del pico UCI	215	[151, 306]	Demandta total/día

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

4. Campeche (4)

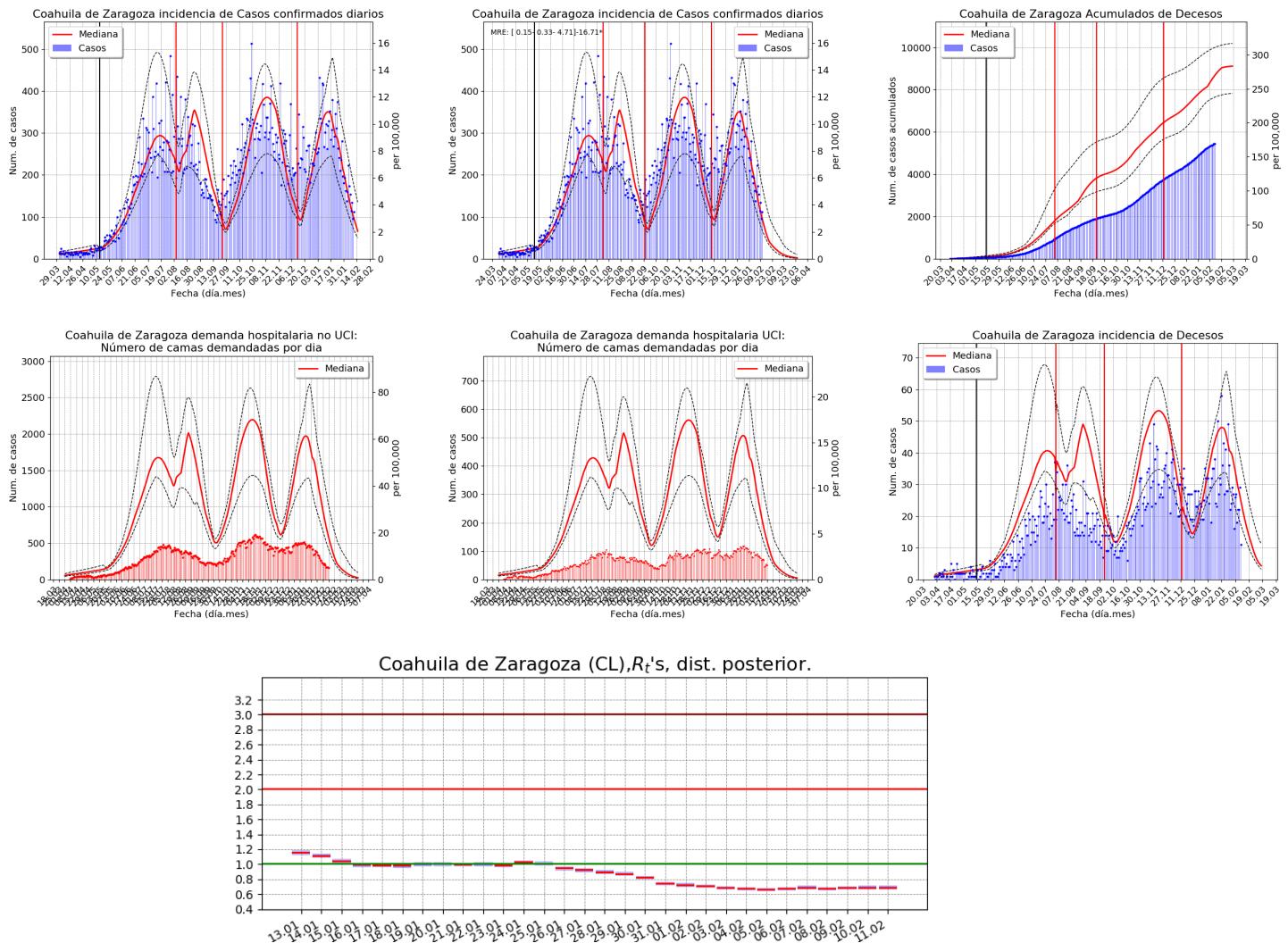


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	129	[73, 268]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	730	[416, 1499]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	187	[106, 387]	Demanda total/día

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

5. Coahuila de Zaragoza (5)

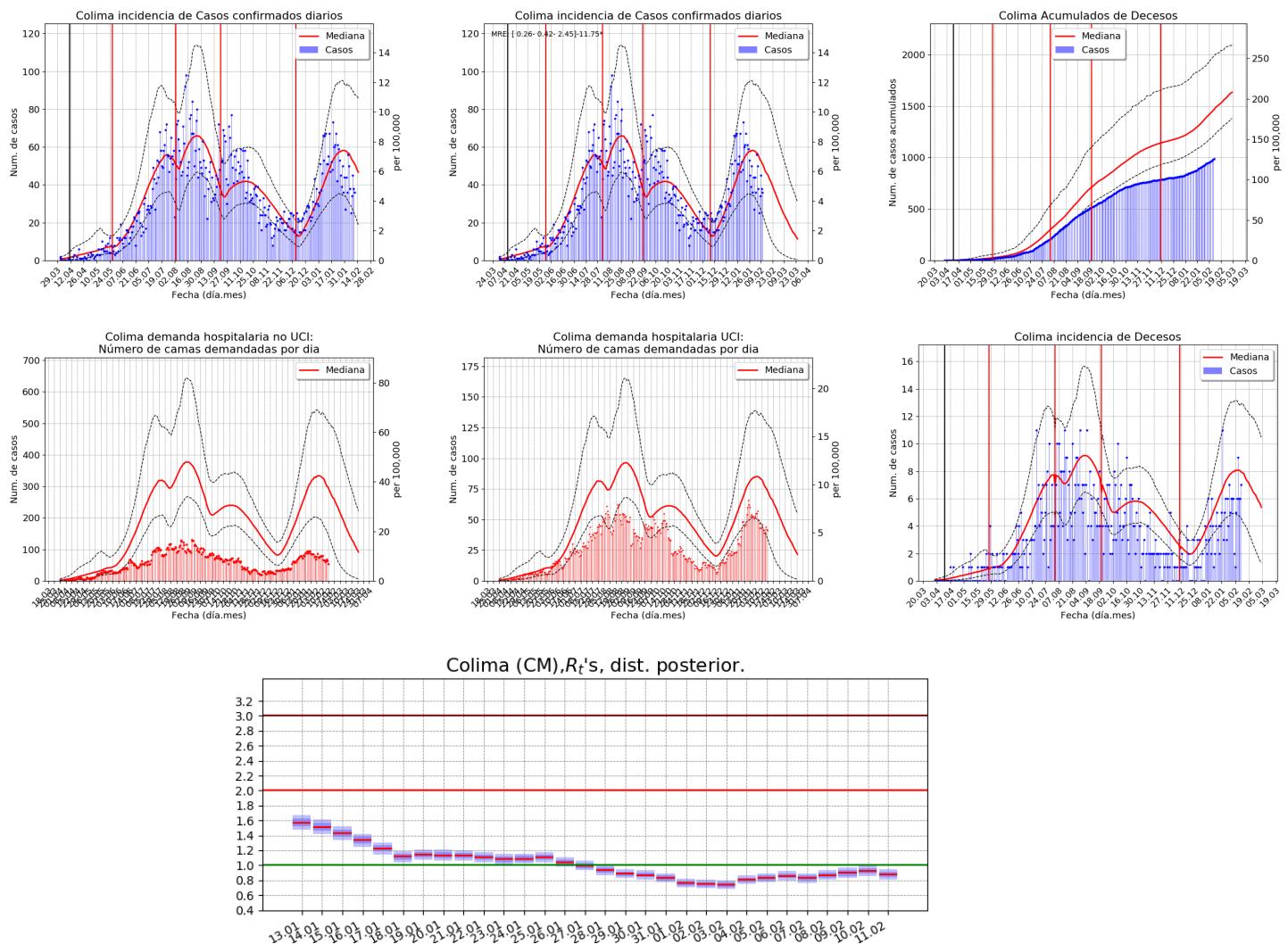


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	385	[251, 492]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	2196	[1432, 2791]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	562	[366, 716]	Demanda total/día

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

6. Colima (6)

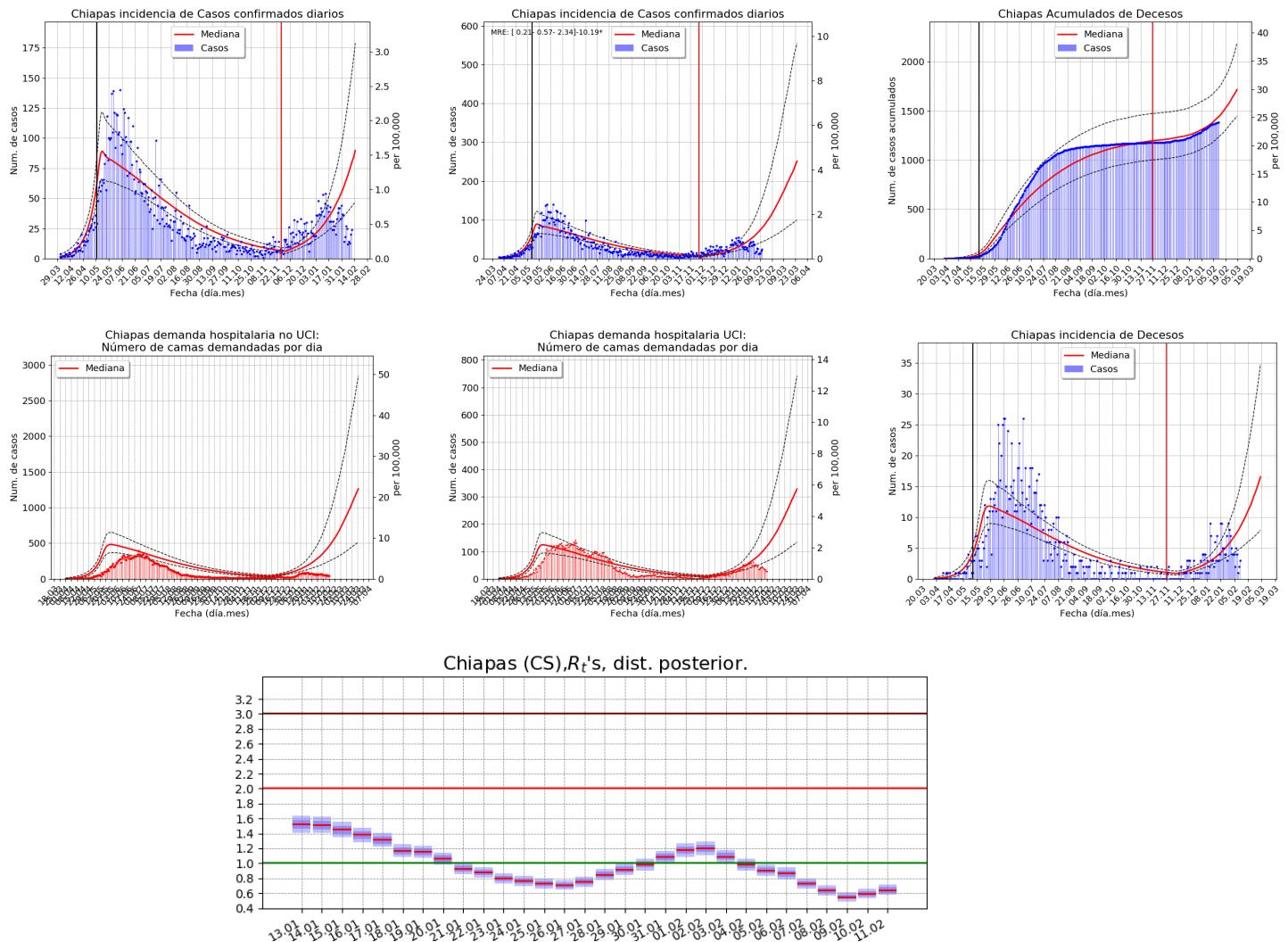


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	66	[47, 114]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	377	[267, 644]	Demand total/día
Altura del pico UCI	96	[68, 166]	Demand total/día

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

7. Chiapas (7)

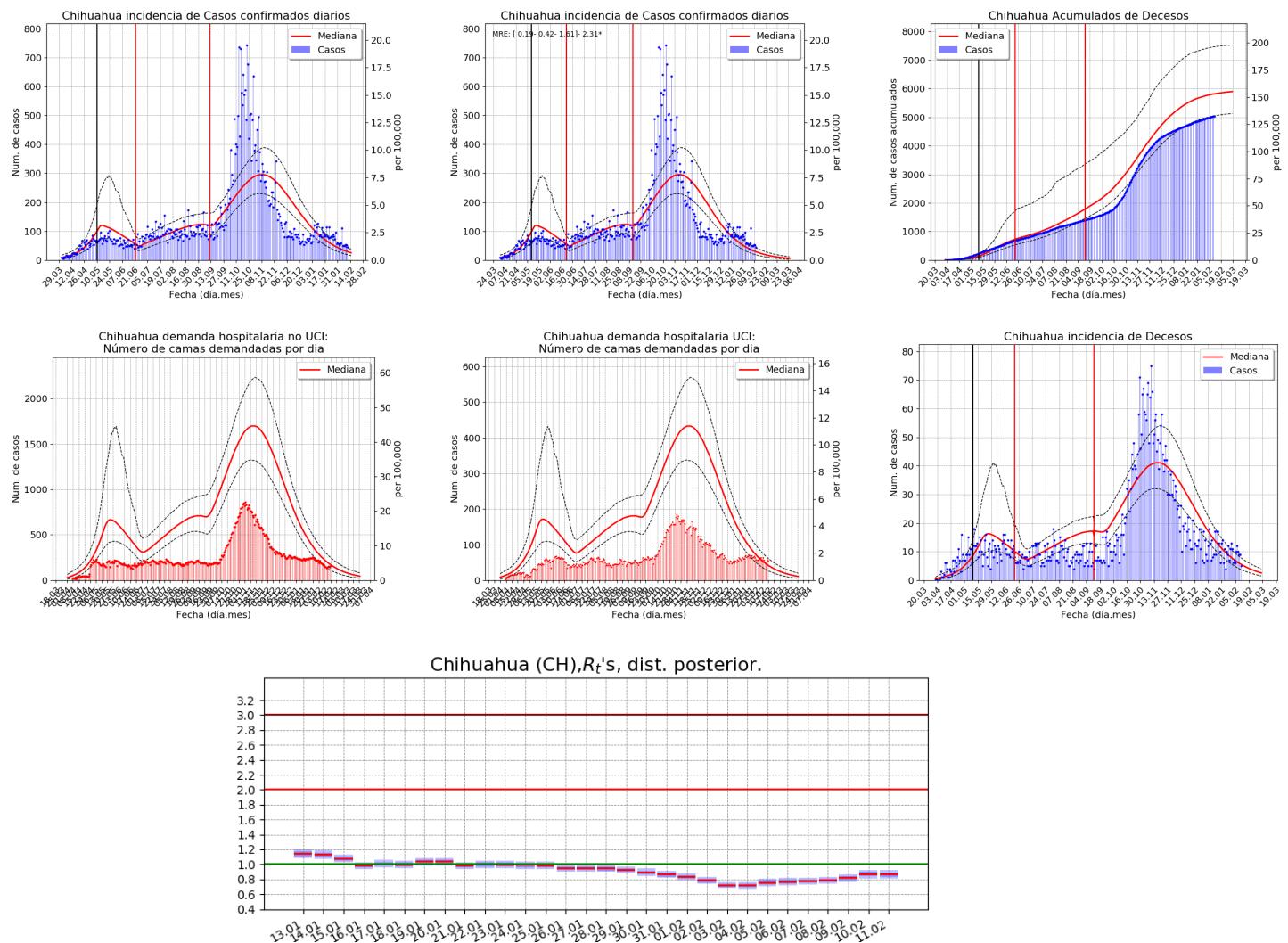


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	251	[99, 555]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1262	[518, 2844]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	328	[134, 742]	Demanda total/día

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

8. Chihuahua (8)



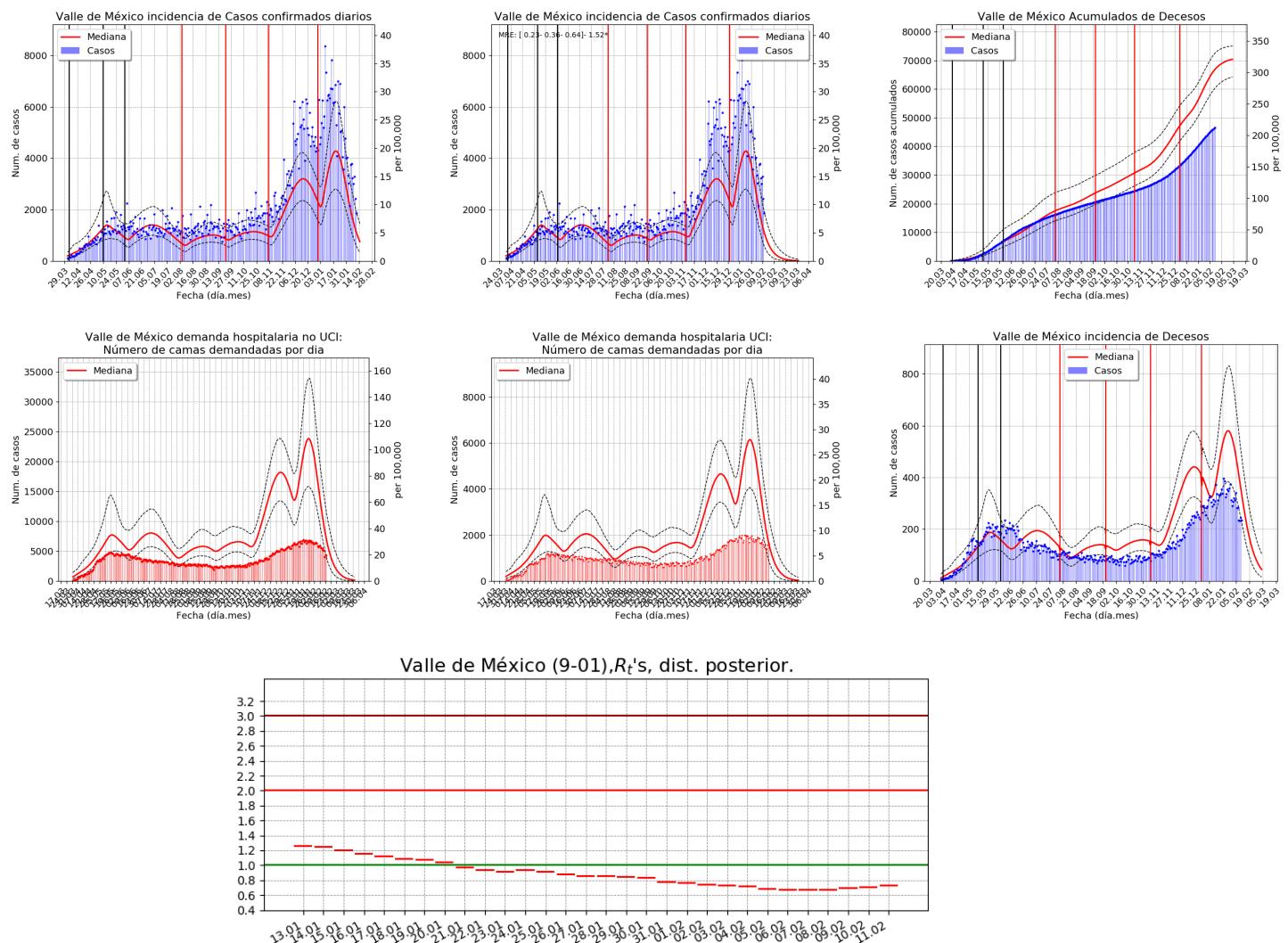
Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	295	[230, 389]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1697	[1323, 2231]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	433	[337, 569]	Demanda total/día

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

9. Ciudad de México (9)

9.1. Valle de México (9-01)

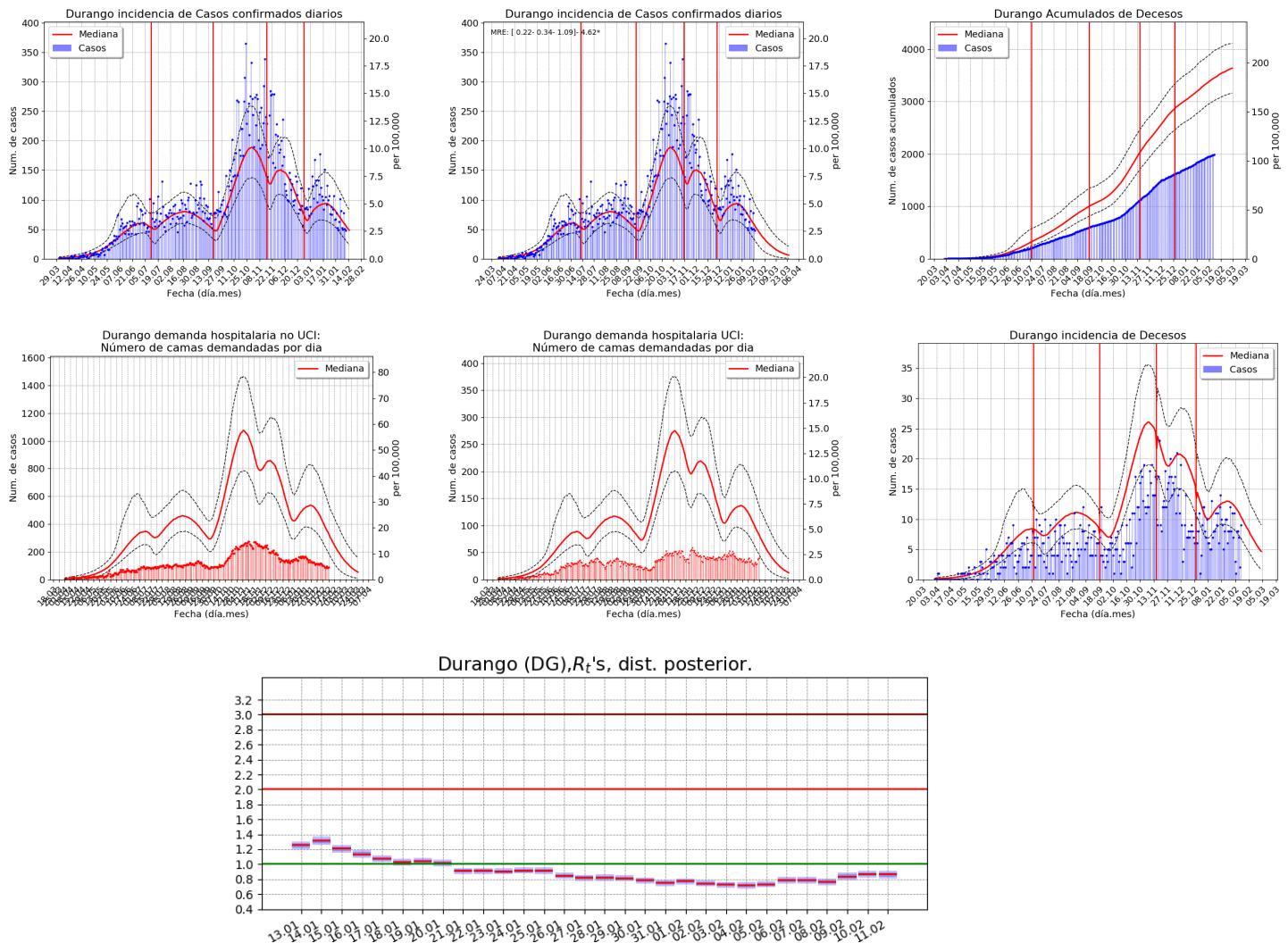


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	4275	[2803, 6211]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	23792	[15818, 33880]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	6142	[4064, 8809]	Demanda total/día

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

10. Durango (10)

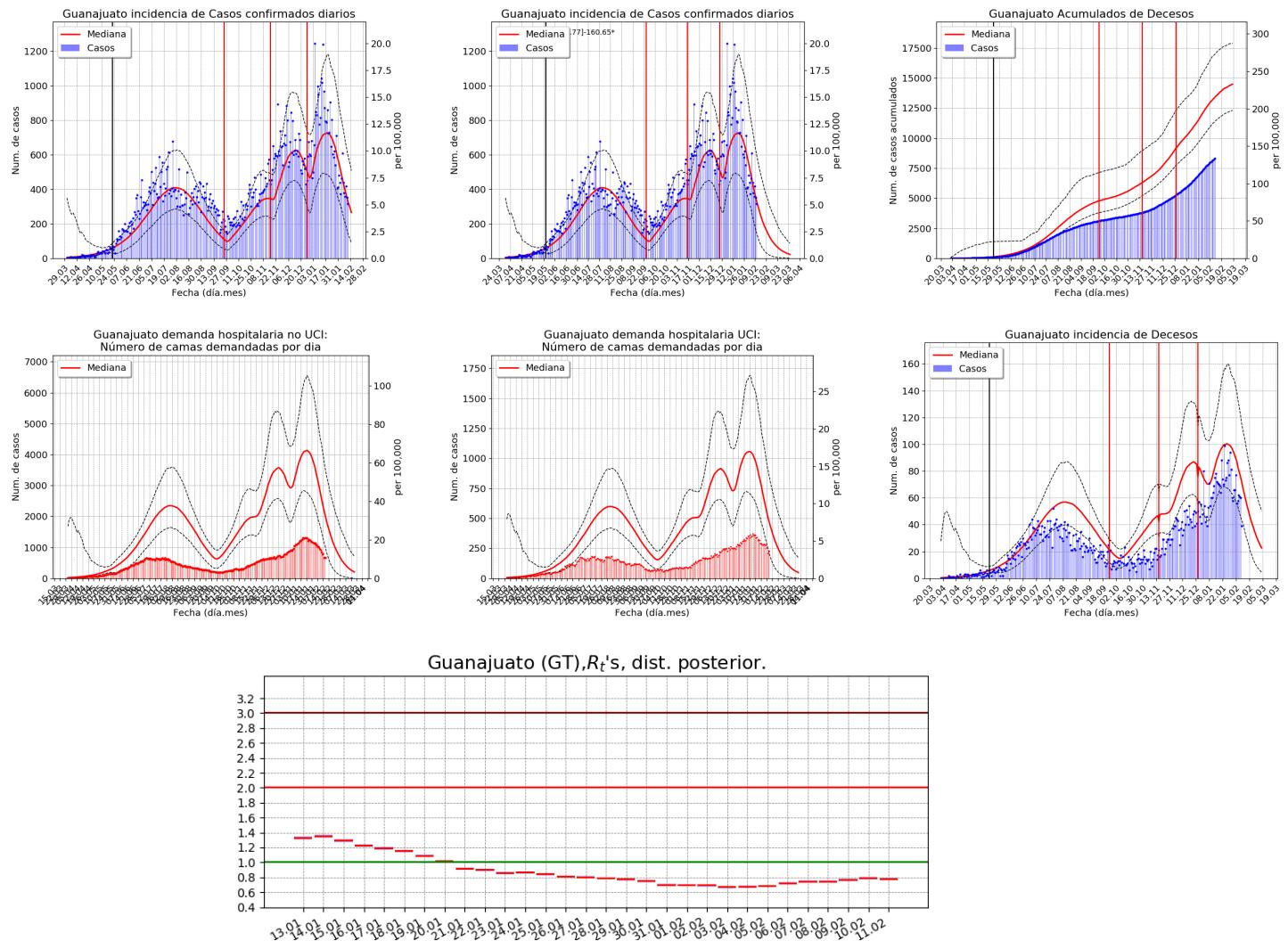


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	189	[138, 259]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1075	[785, 1465]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	275	[201, 376]	Demanda total/día

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

11. Guanajuato (11)

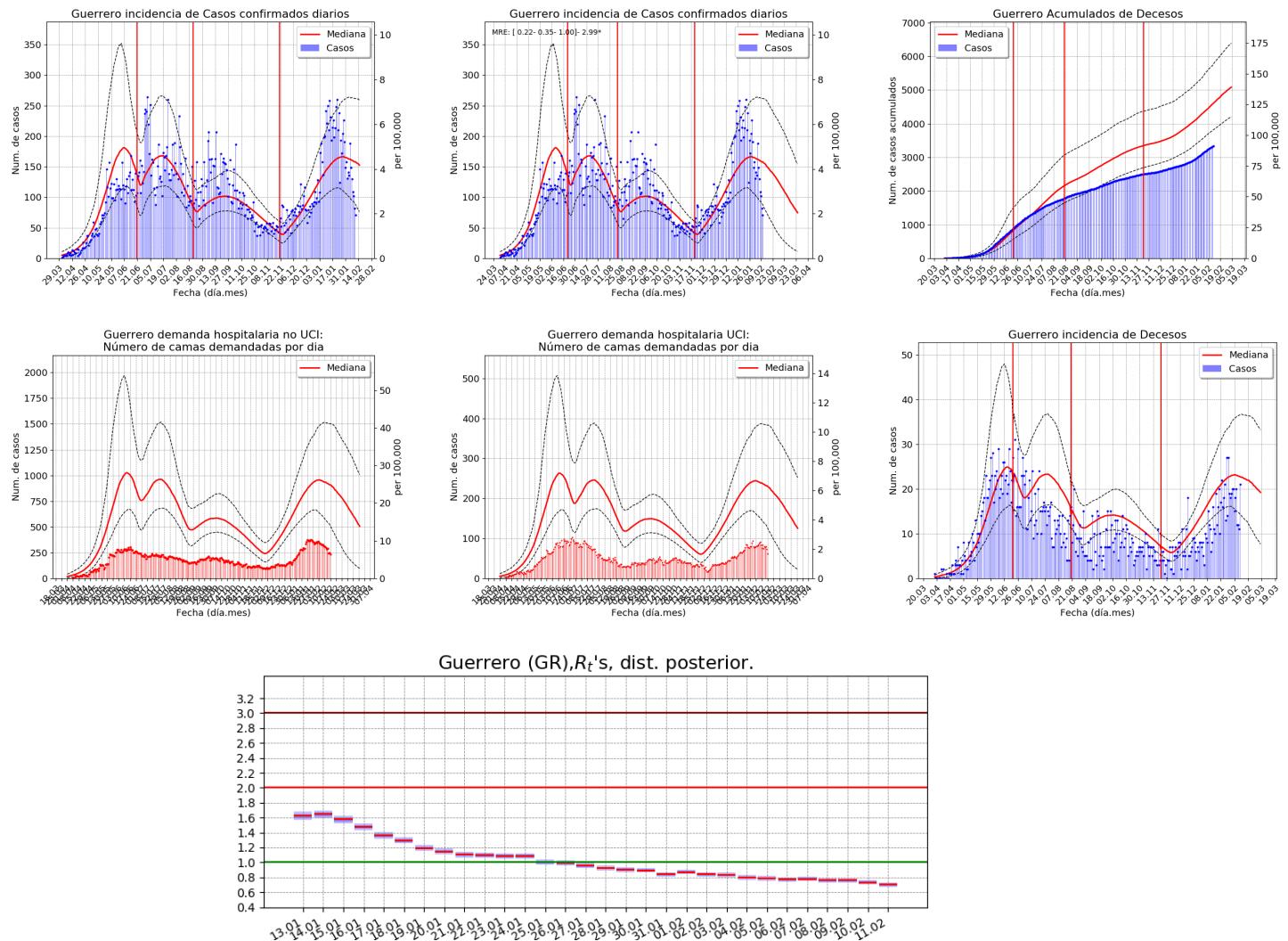


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	726	[494, 1184]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	4135	[2837, 6554]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	1057	[723, 1690]	Demanda total/día

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

12. Guerrero (12)

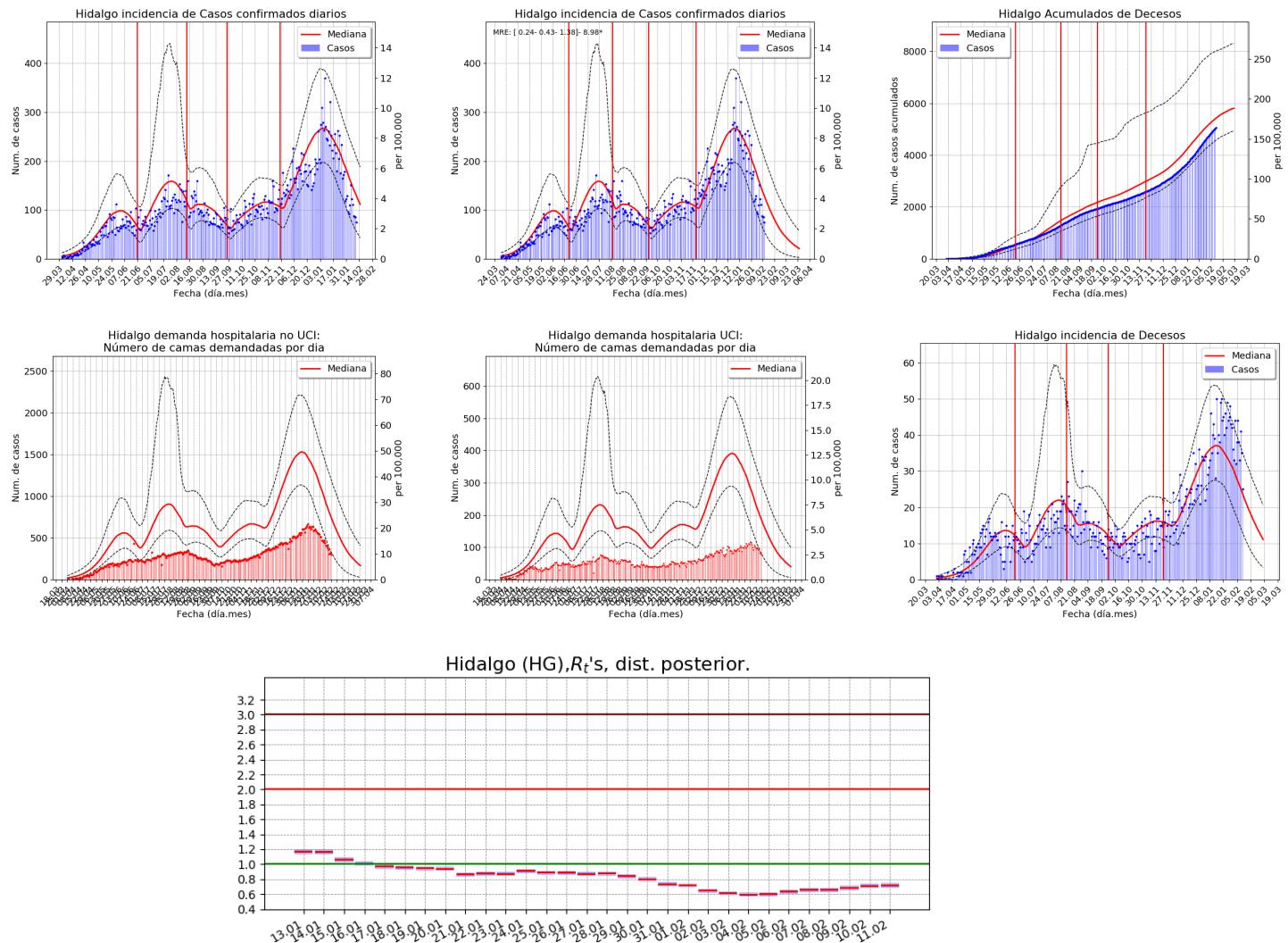


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	181	[119, 352]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1026	[682, 1970]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	263	[174, 507]	Demanda total/día

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

13. Hidalgo (13)



Resumen:

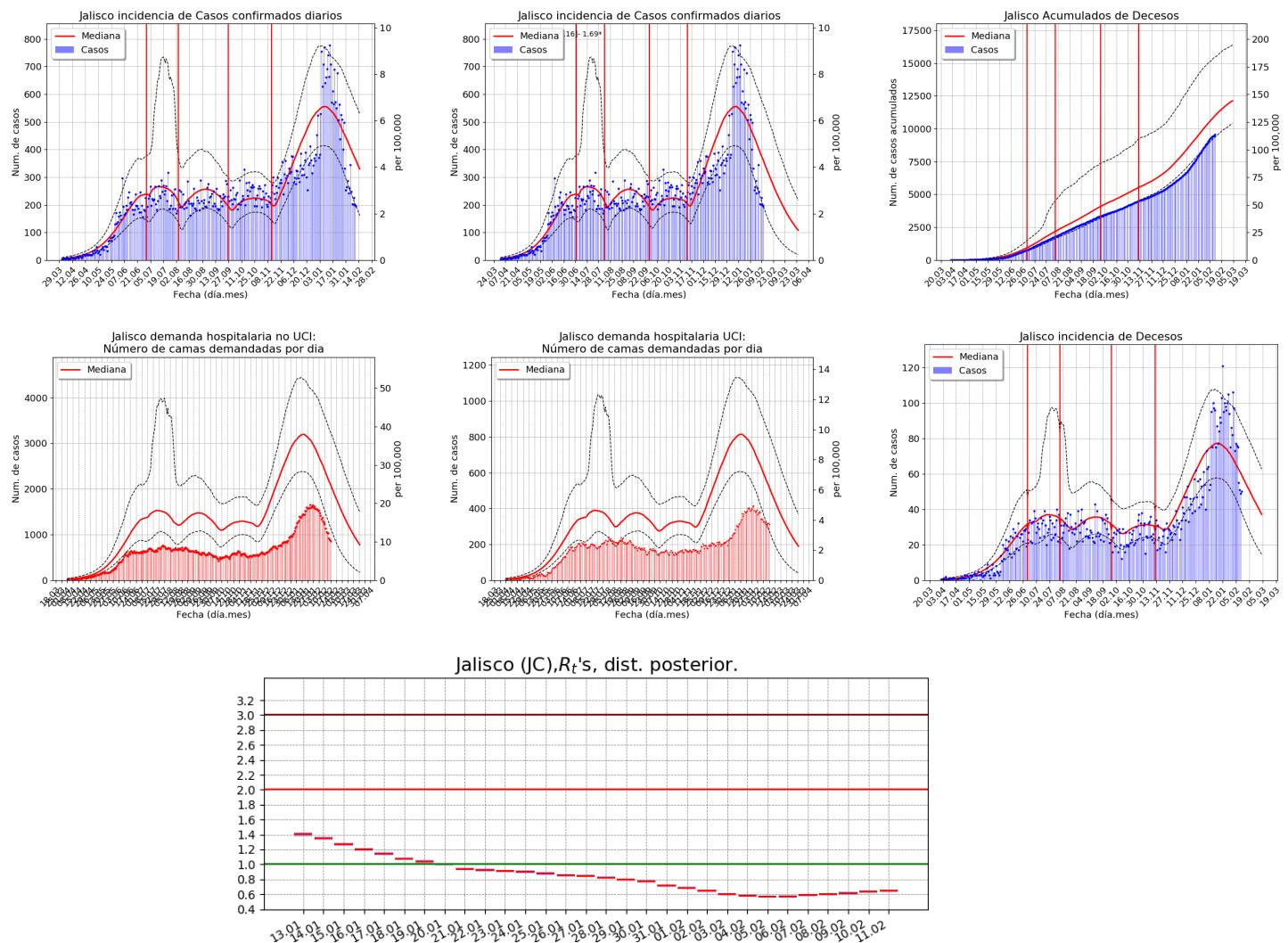
	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	268	[198, 441]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1532	[1136, 2438]	Demand total/día
Altura del pico UCI	391	[290, 630]	Demand total/día

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

13.1. Valle de México (9-01)

Ver [9.1](#)

14. Jalisco (14)

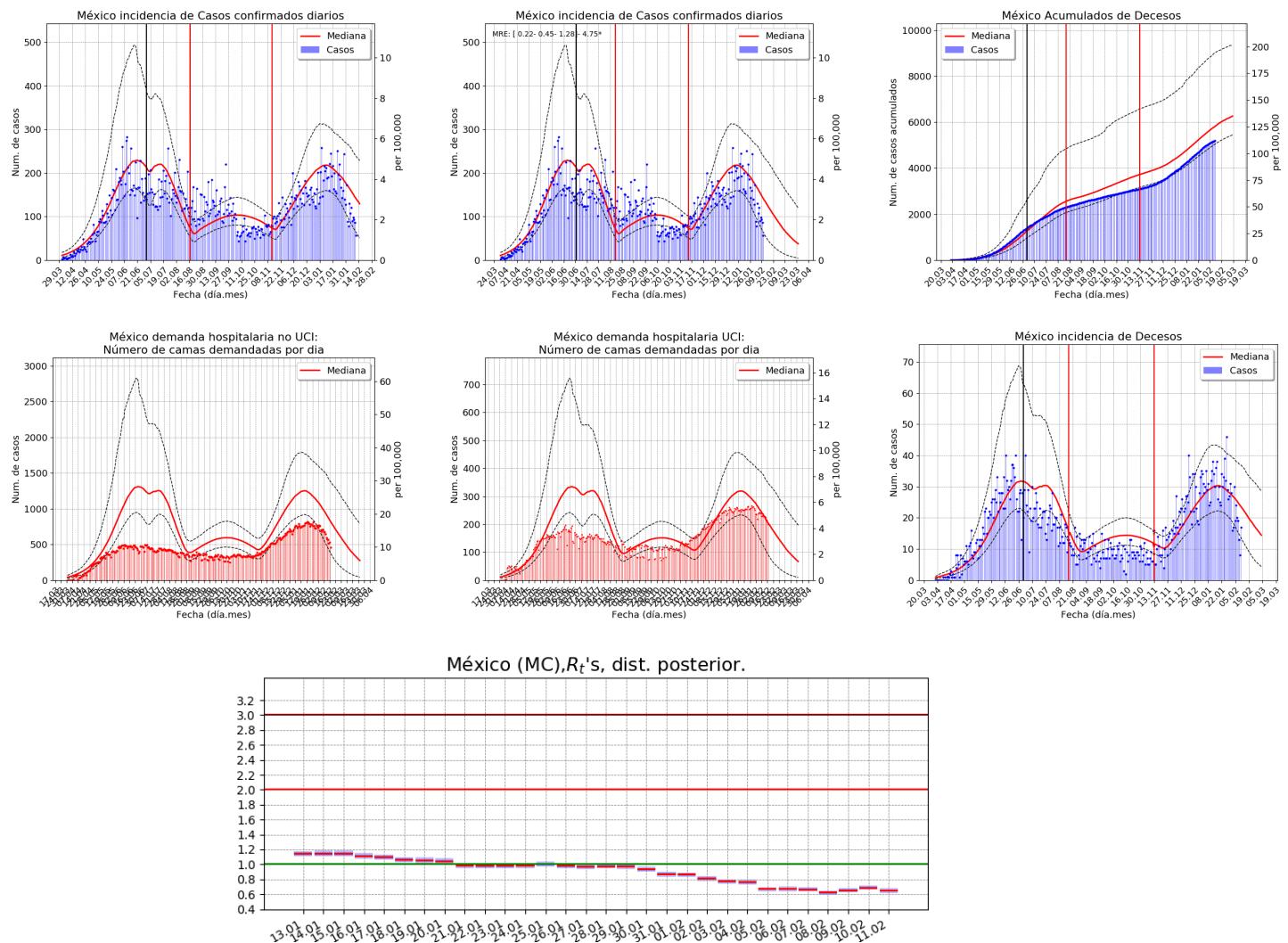


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	556	[414, 774]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	3194	[2383, 4443]	Demand total/día
Altura del pico UCI	814	[607, 1132]	Demand total/día

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

15. México (15)



Resumen:

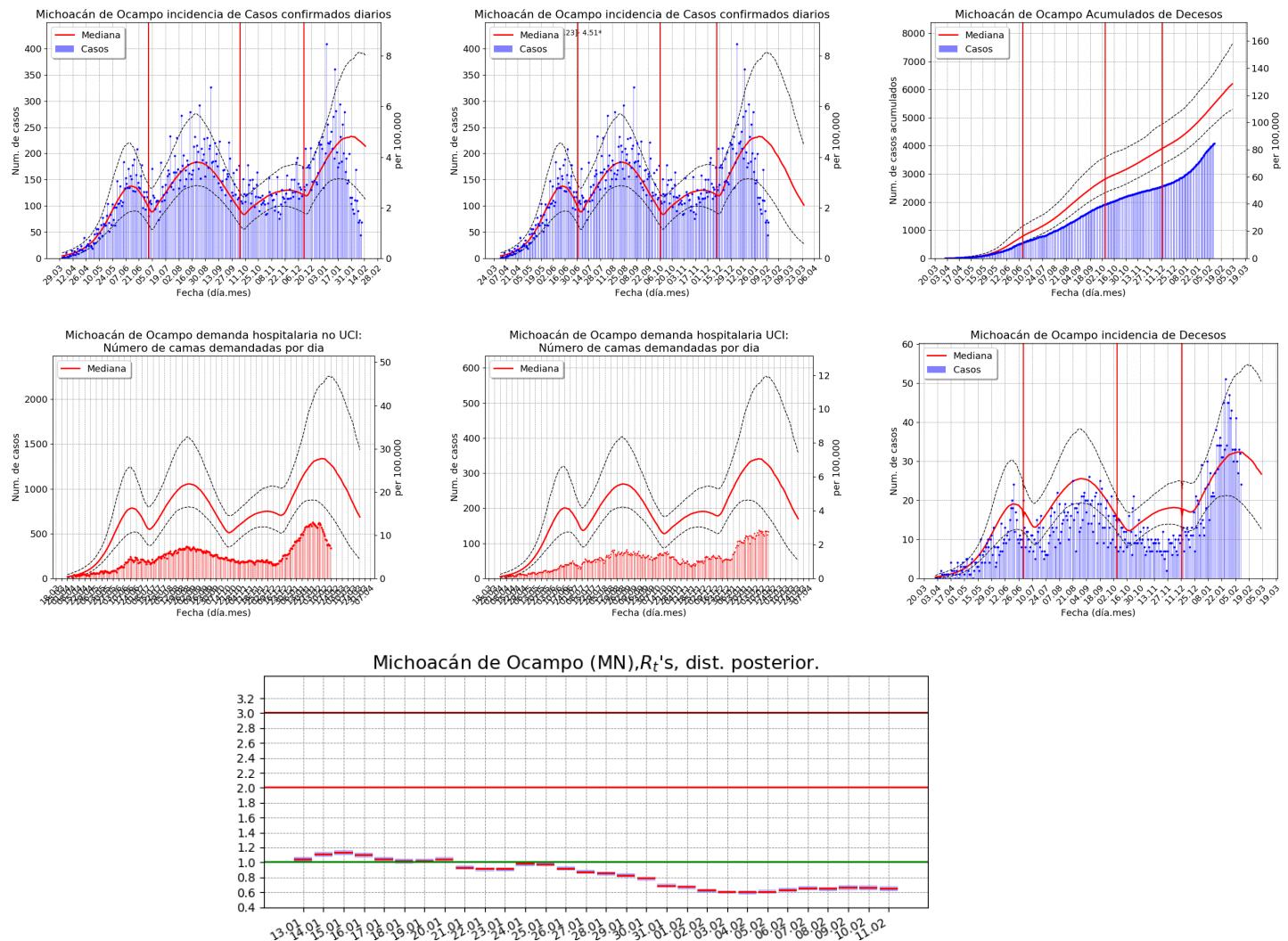
	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	229	[166, 494]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1310	[948, 2828]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	335	[242, 723]	Demanda total/día

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

15.1. Valle de México (9-01)

Ver [9.1](#)

16. Michoacán de Ocampo (16)

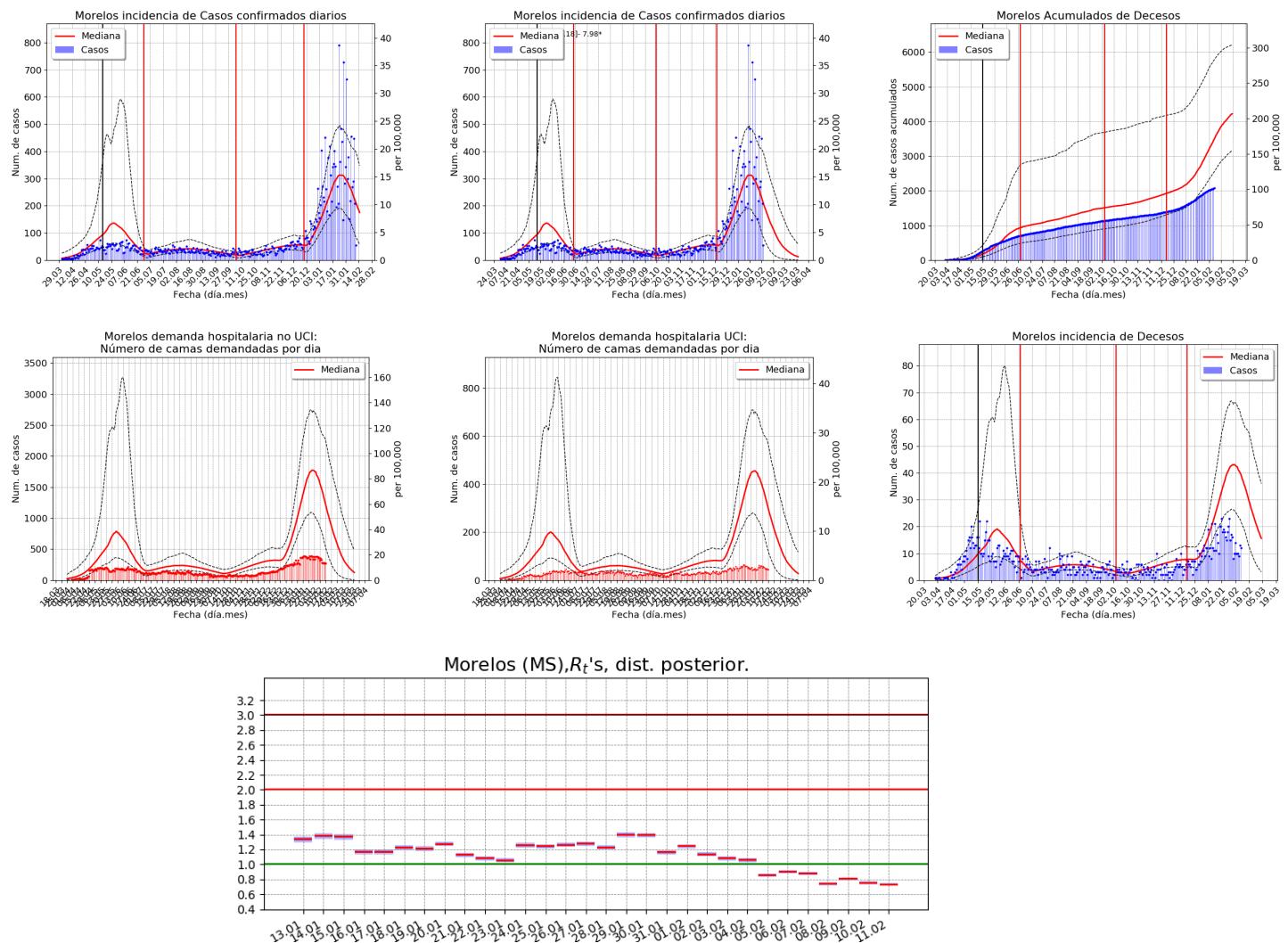


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	232	[152, 394]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1337	[878, 2256]	Demand total/día
Altura del pico UCI	341	[224, 576]	Demand total/día

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

17. Morelos (17)

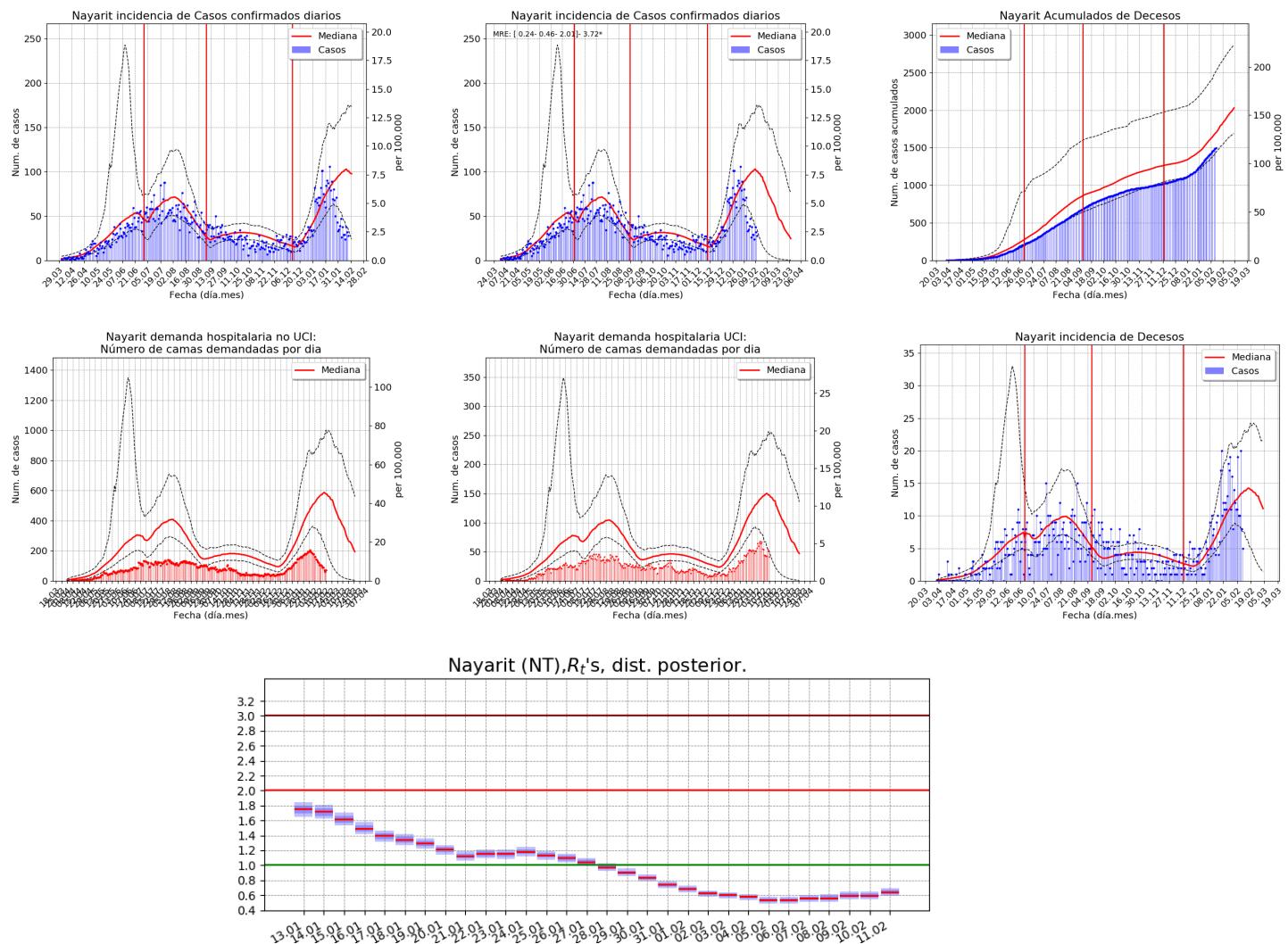


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	312	[191, 593]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1772	[1096, 3267]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	455	[280, 844]	Demanda total/día

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

18. Nayarit (18)

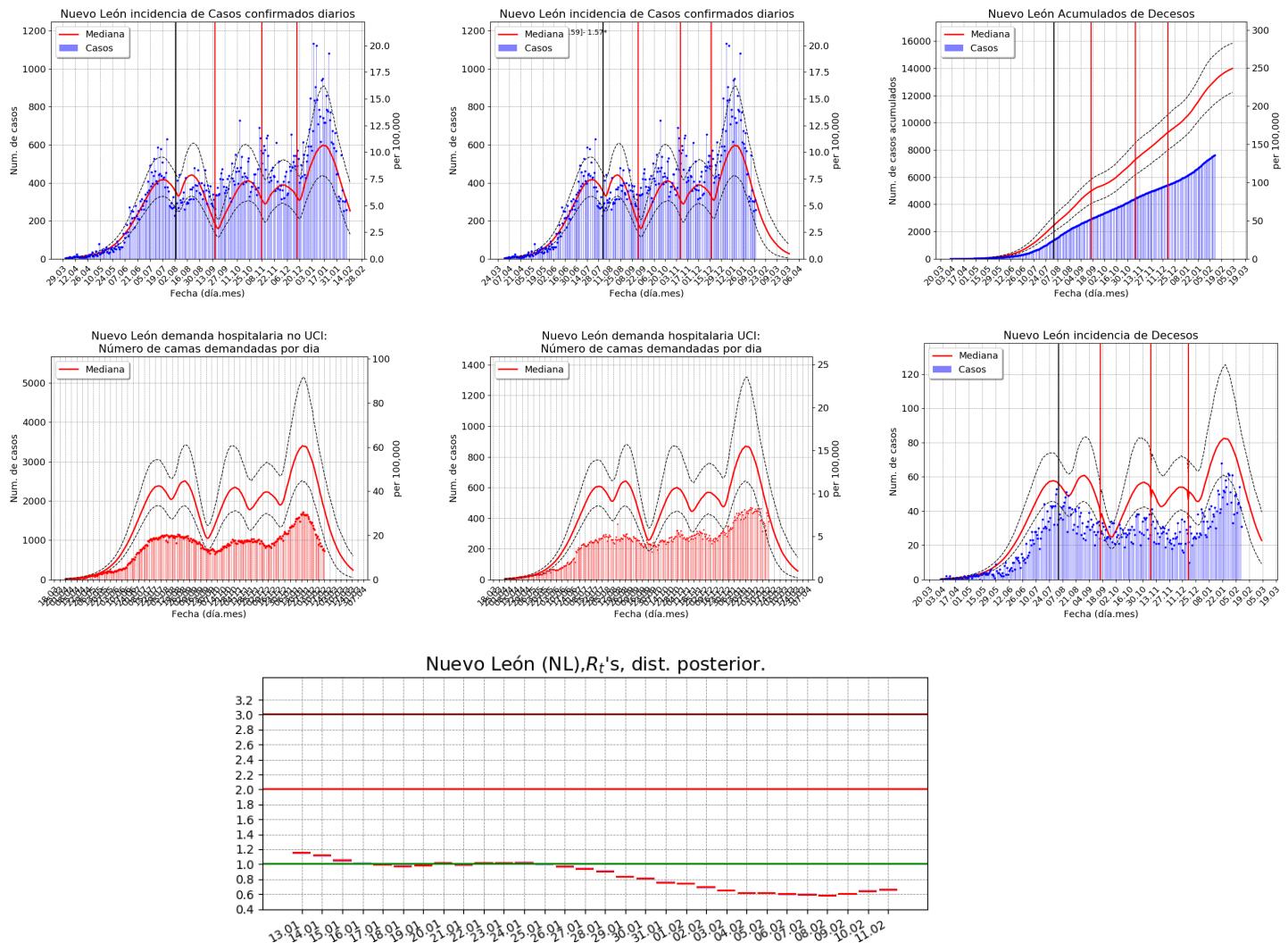


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	103	[64, 243]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	588	[364, 1349]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	150	[93, 349]	Demanda total/día

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

19. Nuevo León (19)

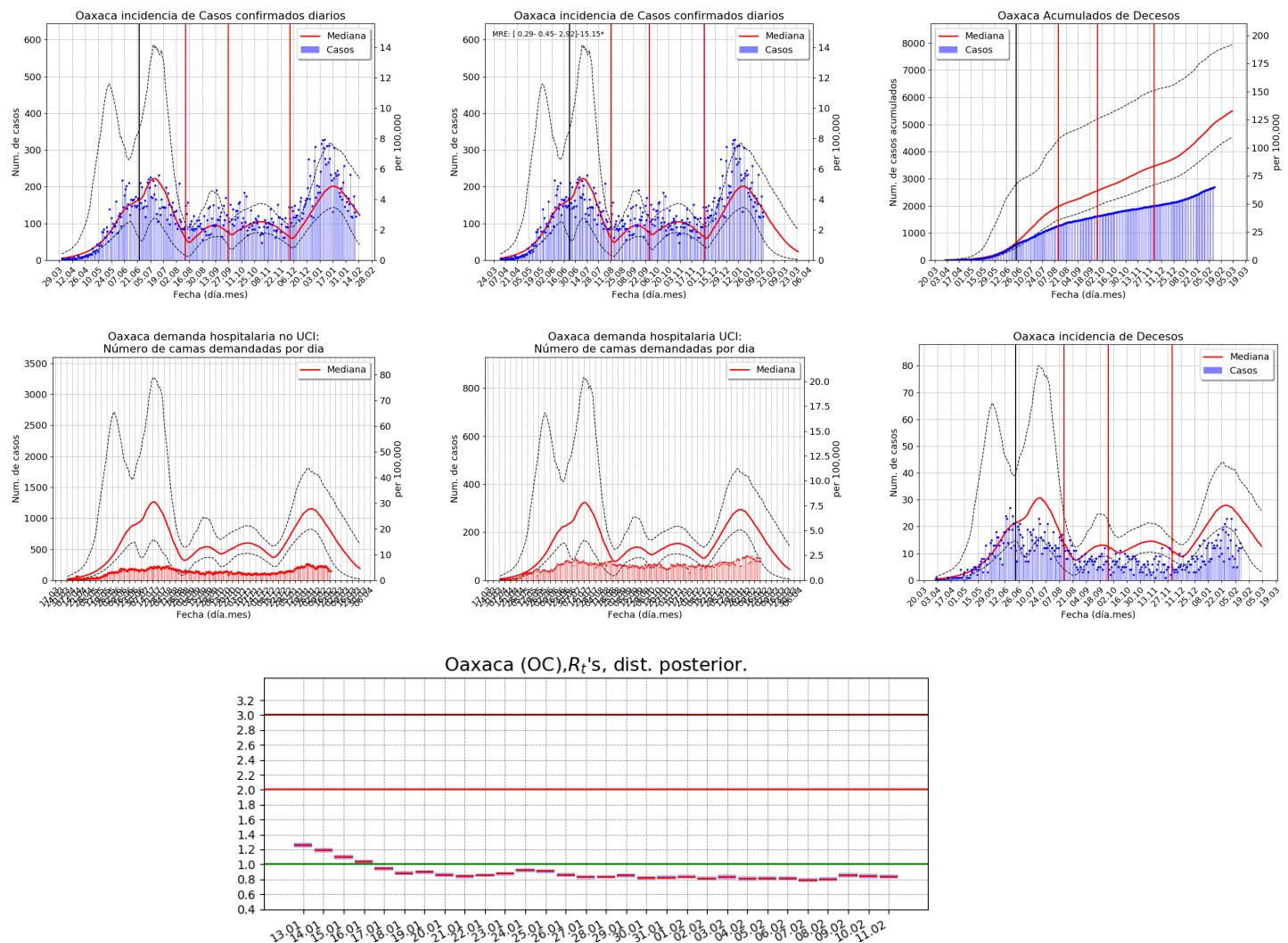


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	597	[439, 908]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	3398	[2514, 5144]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	869	[642, 1320]	Demanda total/día

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

20. Oaxaca (20)

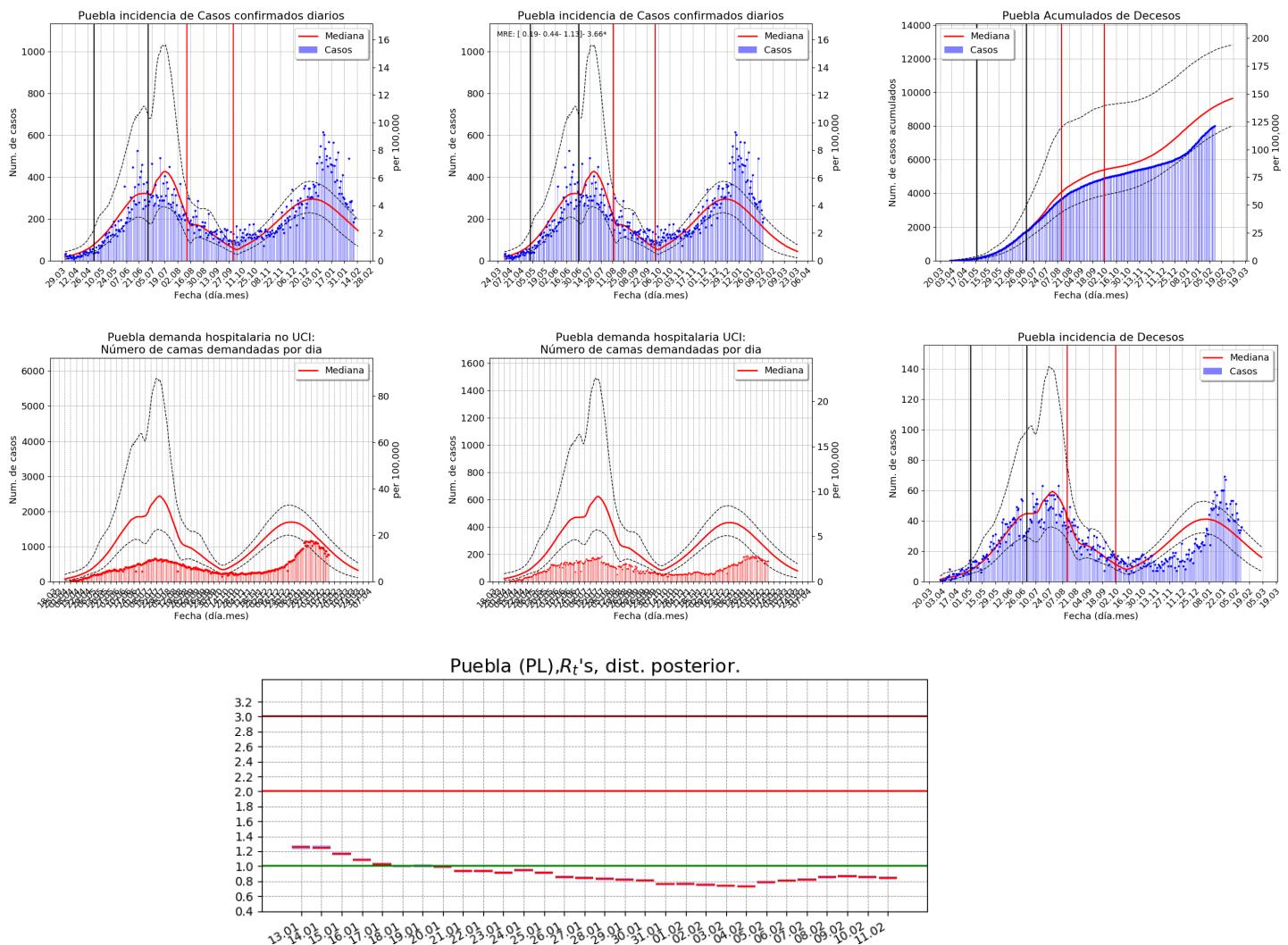


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	222	[144, 586]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1264	[825, 3271]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	324	[211, 845]	Demanda total/día

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

21. Puebla (21)

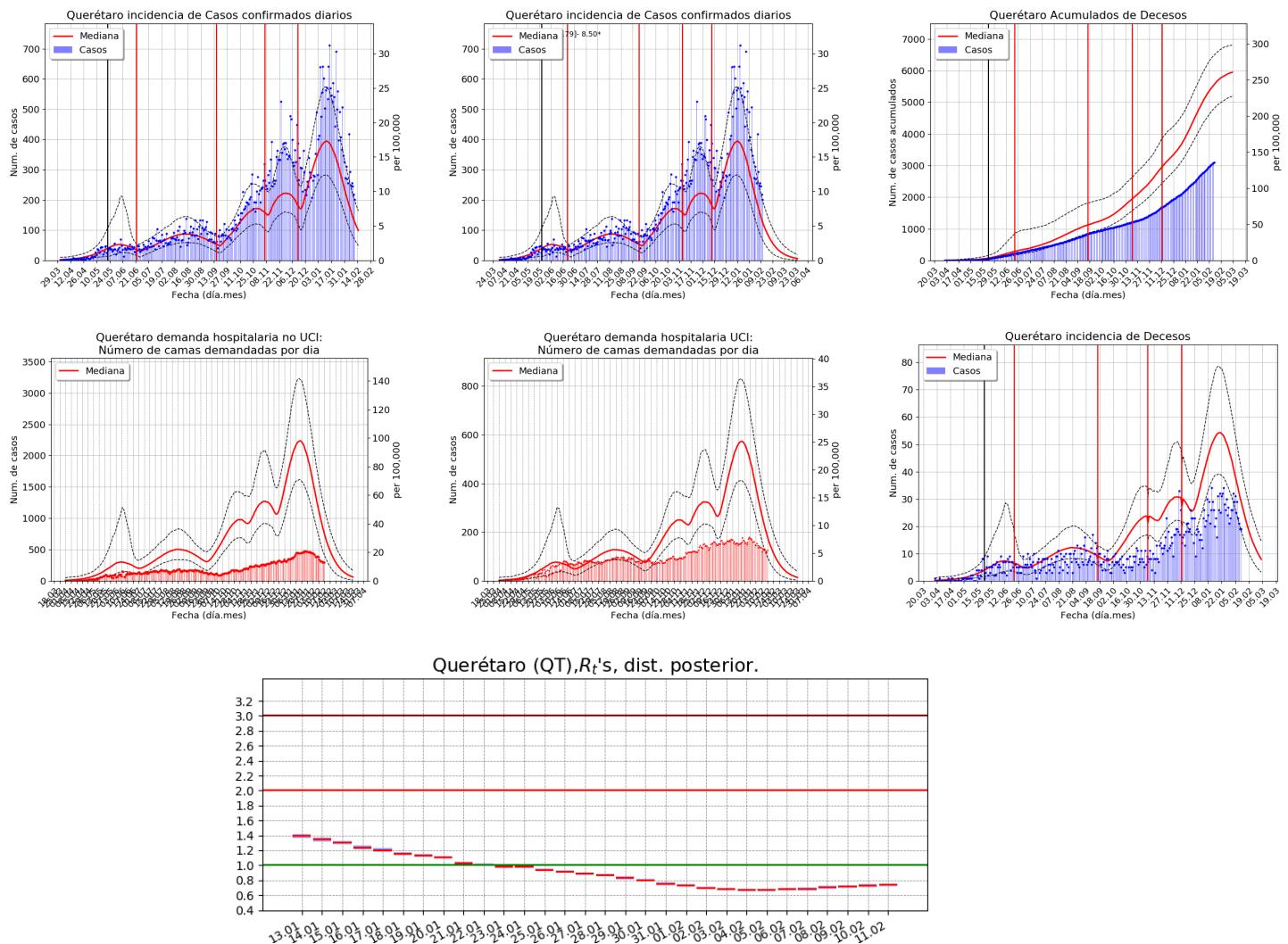


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	427	[259, 1031]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	2437	[1488, 5796]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	624	[380, 1491]	Demanda total/día

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

22. Querétaro (22)

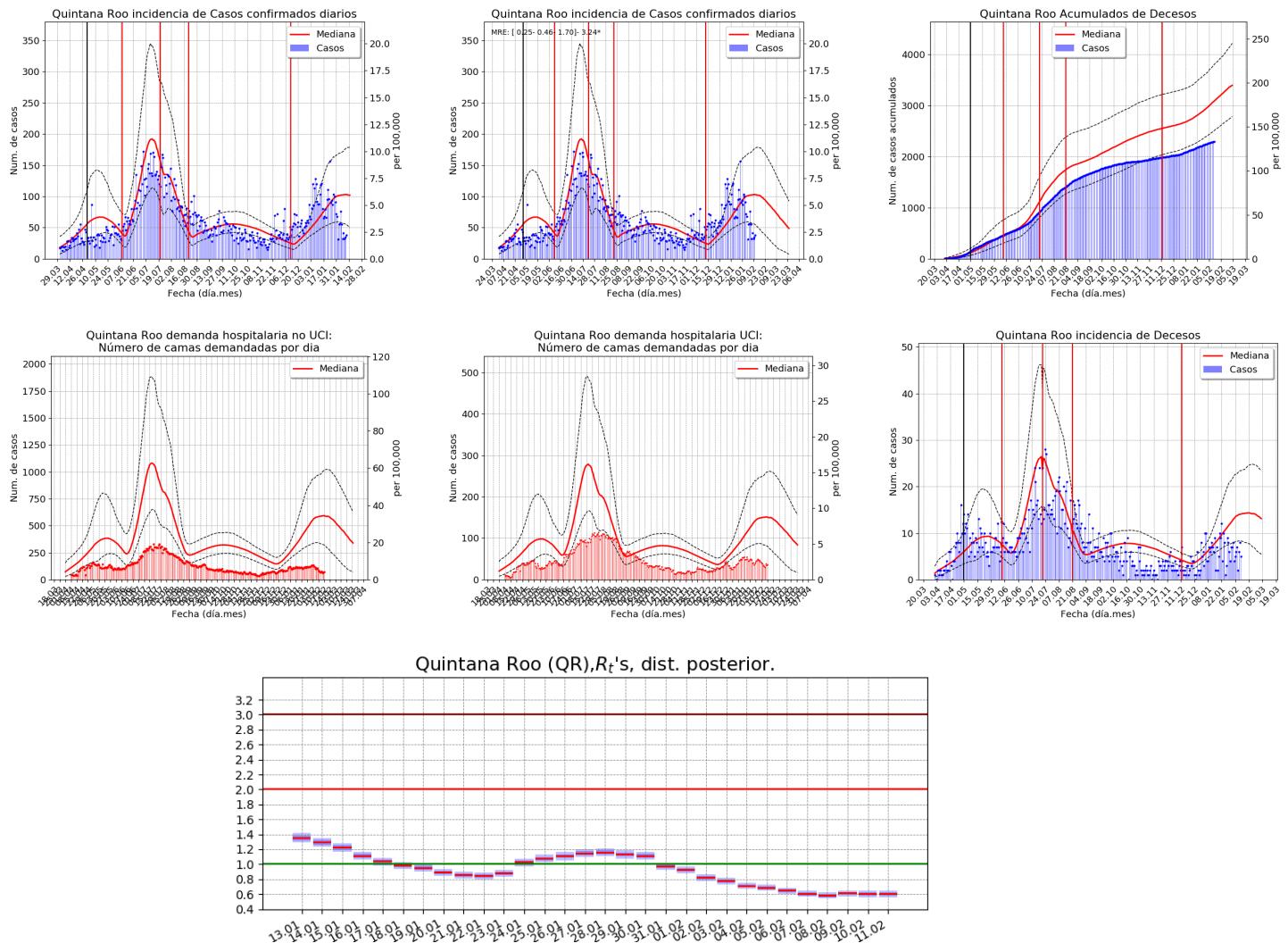


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	394	[283, 574]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	2236	[1616, 3230]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	573	[414, 831]	Demanda total/día

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

23. Quintana Roo (23)

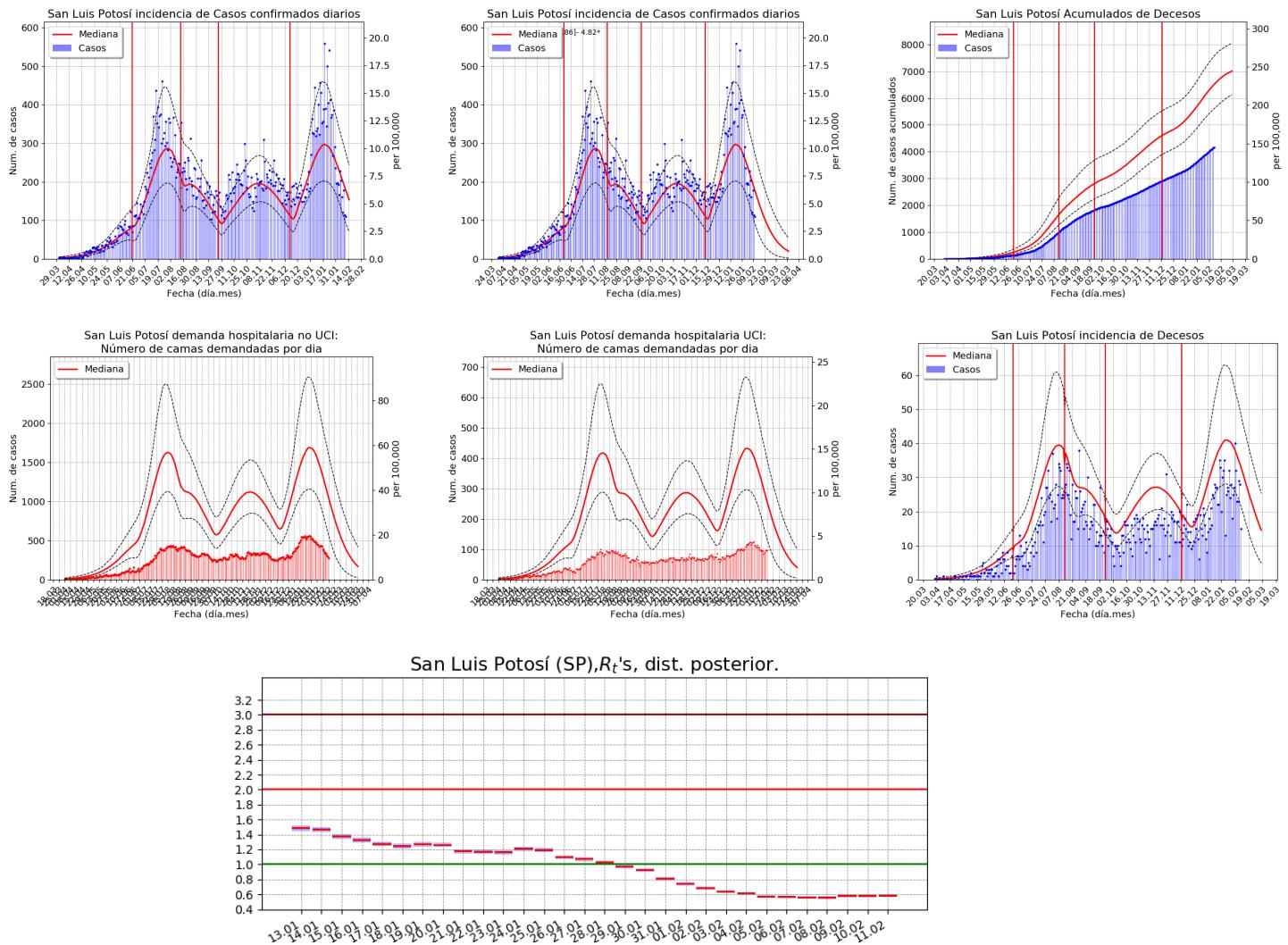


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	192	[114, 345]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1080	[650, 1885]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	279	[166, 490]	Demanda total/día

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

24. San Luis Potosí (24)

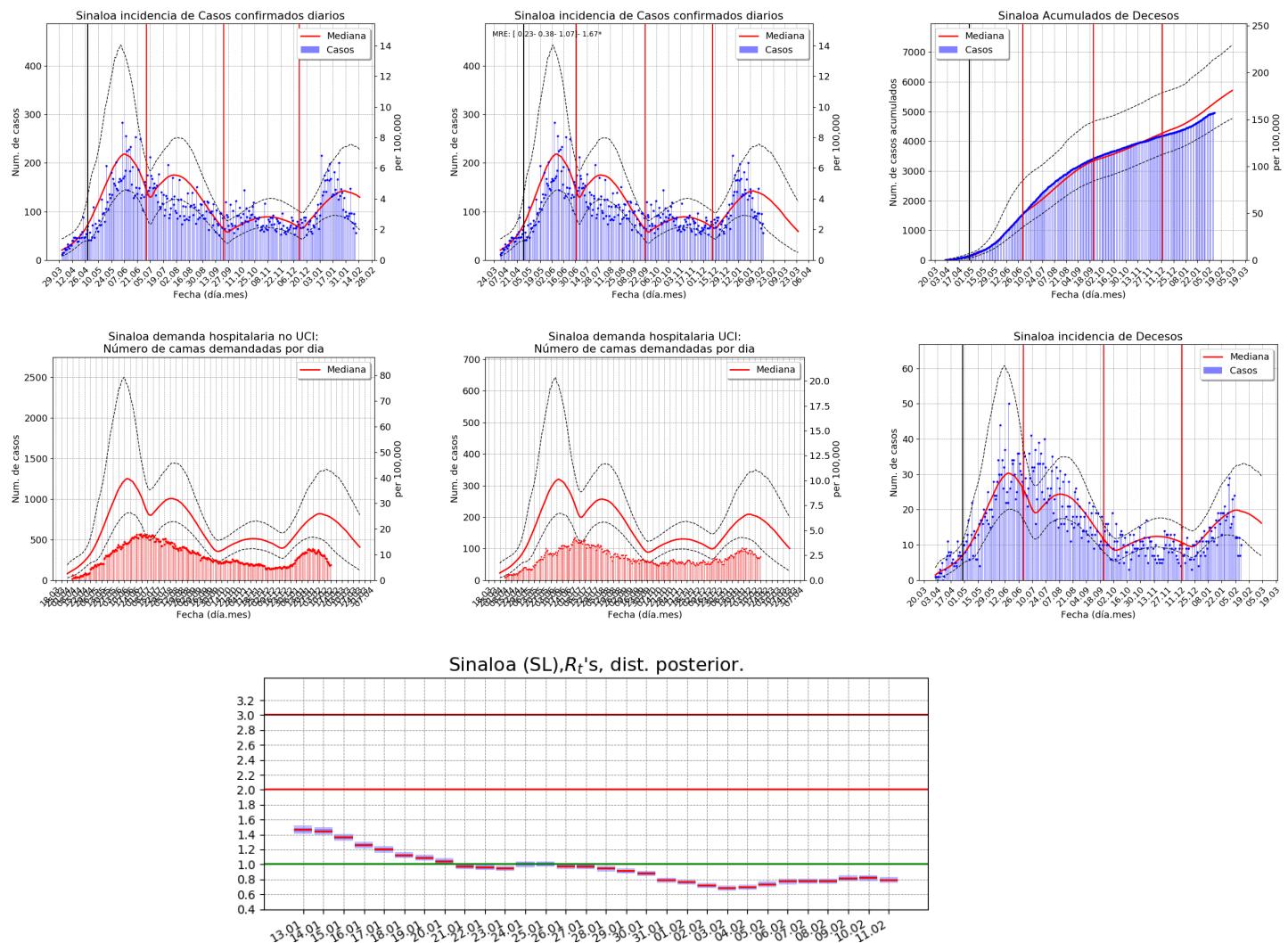


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	296	[202, 461]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1690	[1160, 2594]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	432	[296, 667]	Demanda total/día

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

25. Sinaloa (25)

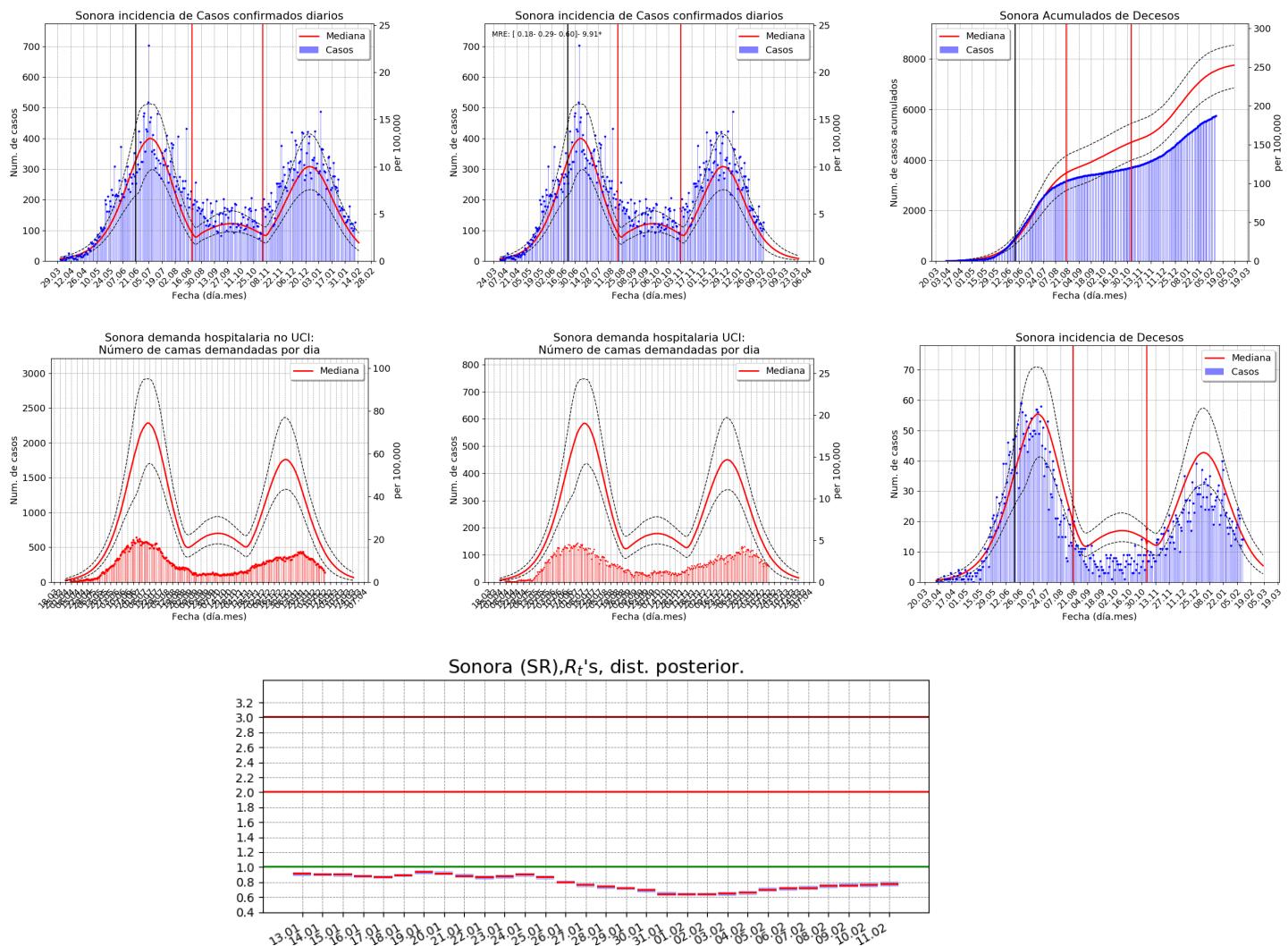


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	218	[145, 443]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1253	[833, 2500]	Demand total/día
Altura del pico UCI	320	[212, 642]	Demand total/día

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

26. Sonora (26)

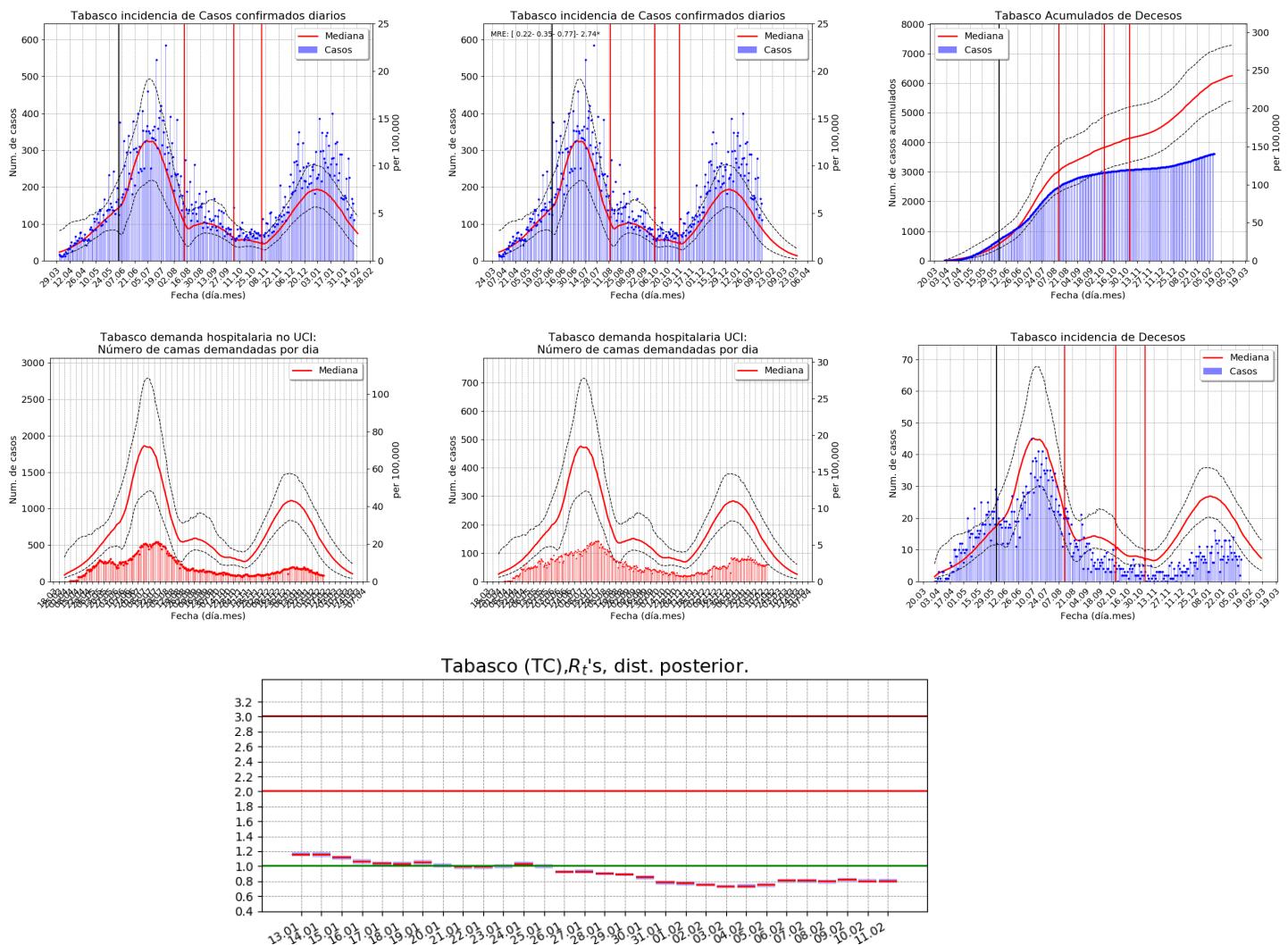


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	400	[298, 514]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	2286	[1705, 2923]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	584	[436, 748]	Demanda total/día

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

27. Tabasco (27)

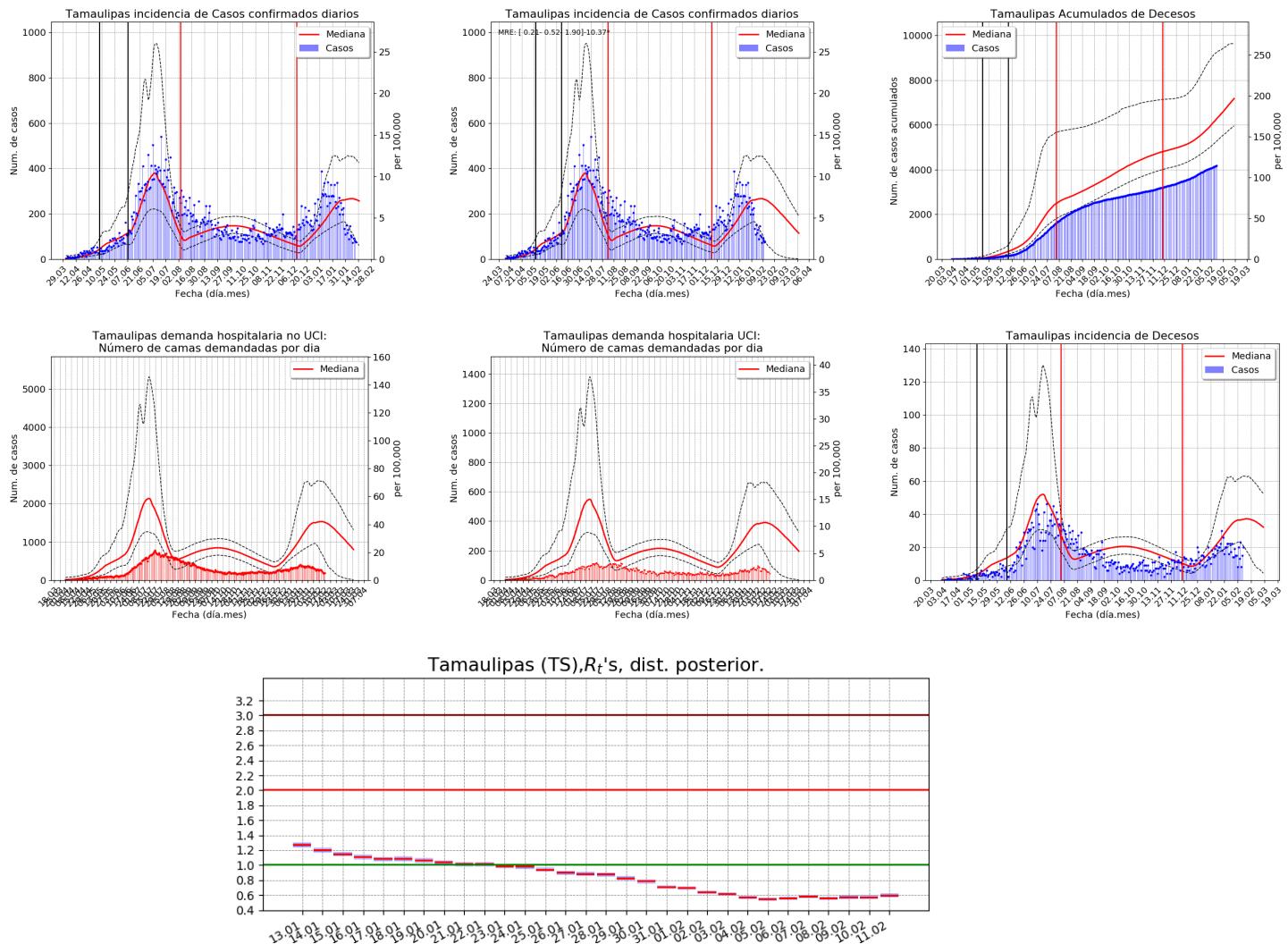


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	326	[218, 493]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1860	[1244, 2787]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	476	[318, 715]	Demanda total/día

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

28. Tamaulipas (28)

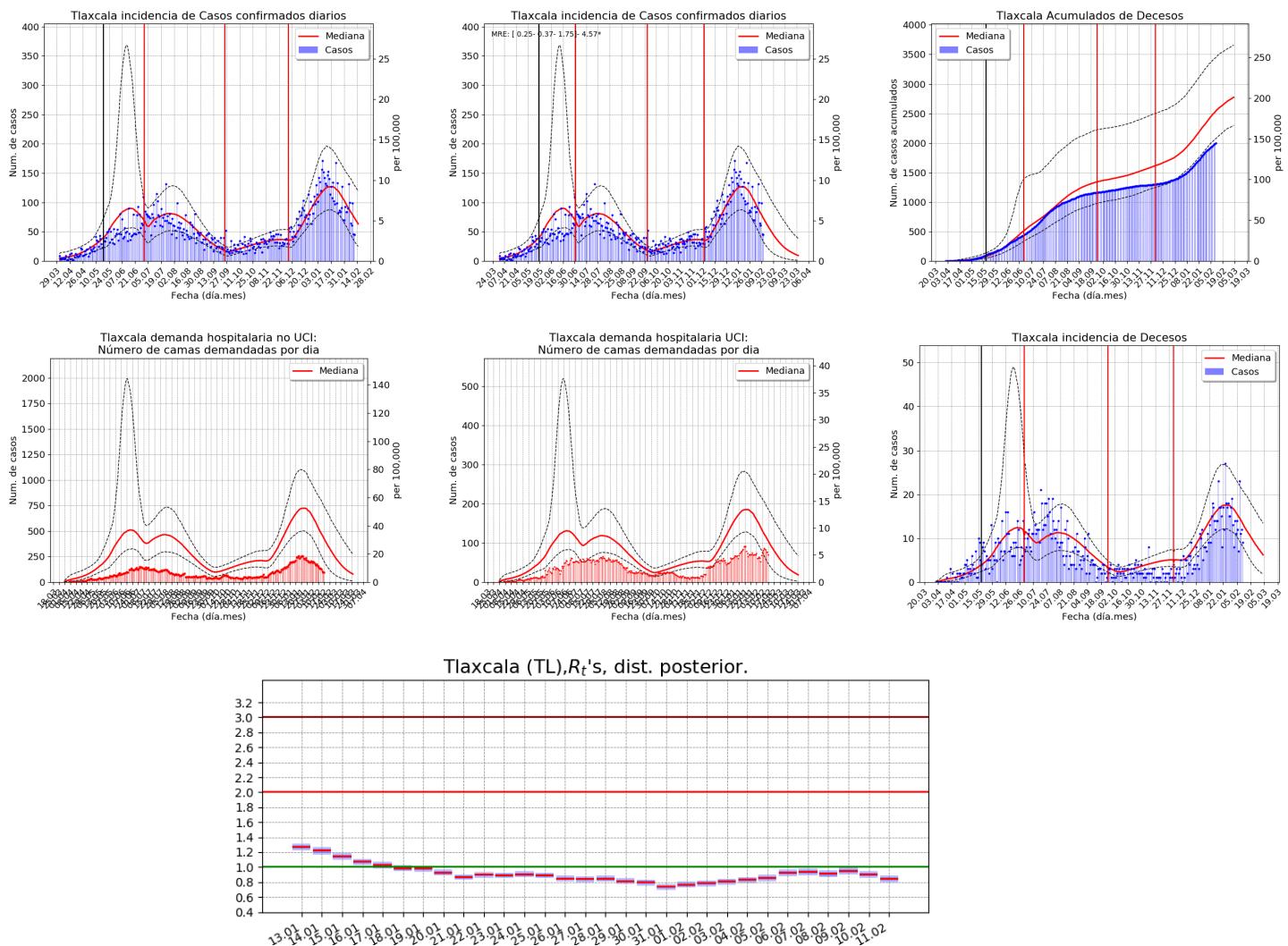


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	379	[221, 951]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	2135	[1267, 5318]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	549	[324, 1380]	Demanda total/día

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

29. Tlaxcala (29)

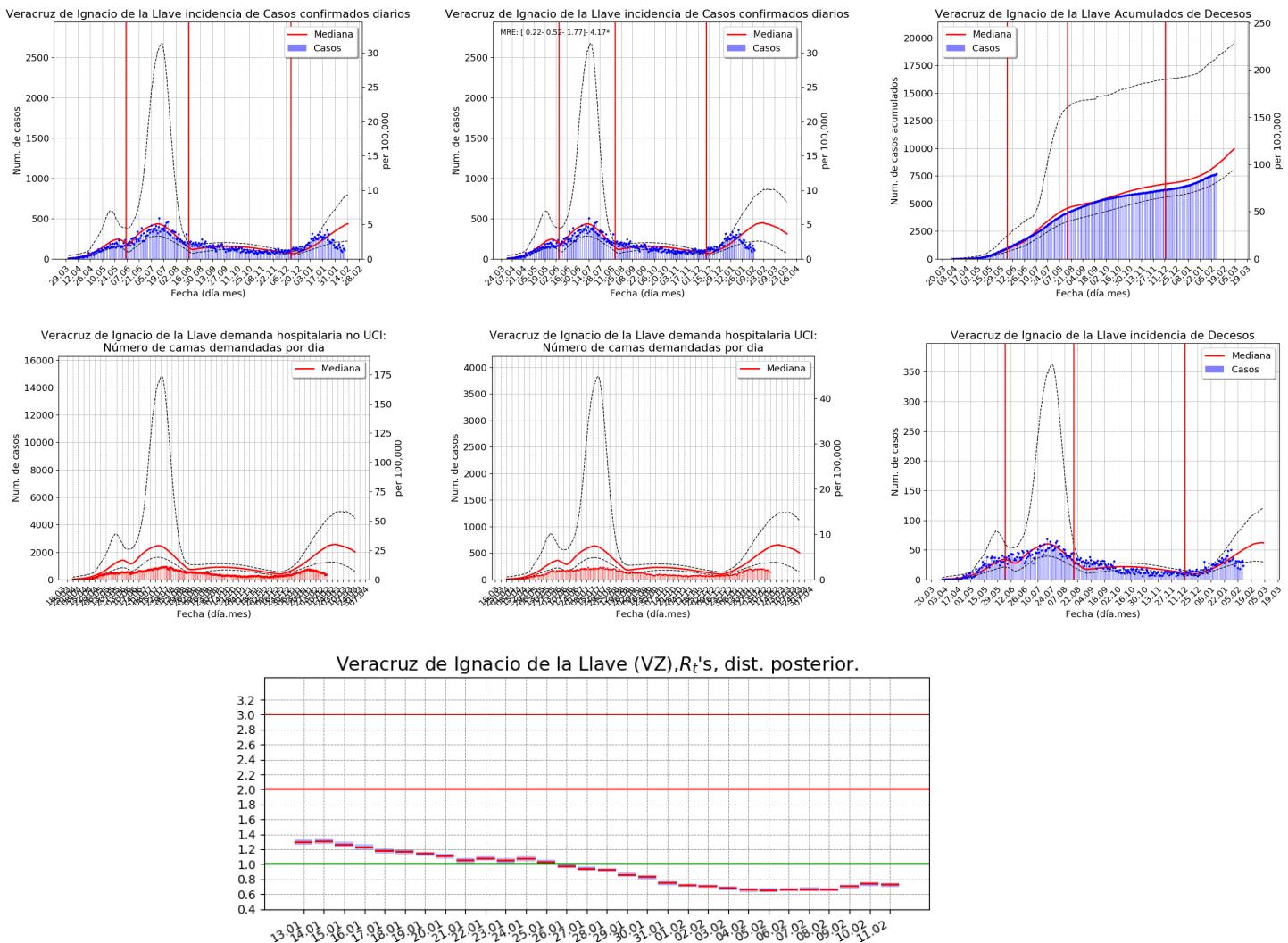


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	127	[87, 368]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	724	[502, 1994]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	185	[128, 519]	Demanda total/día

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

30. Veracruz de Ignacio de la Llave (30)

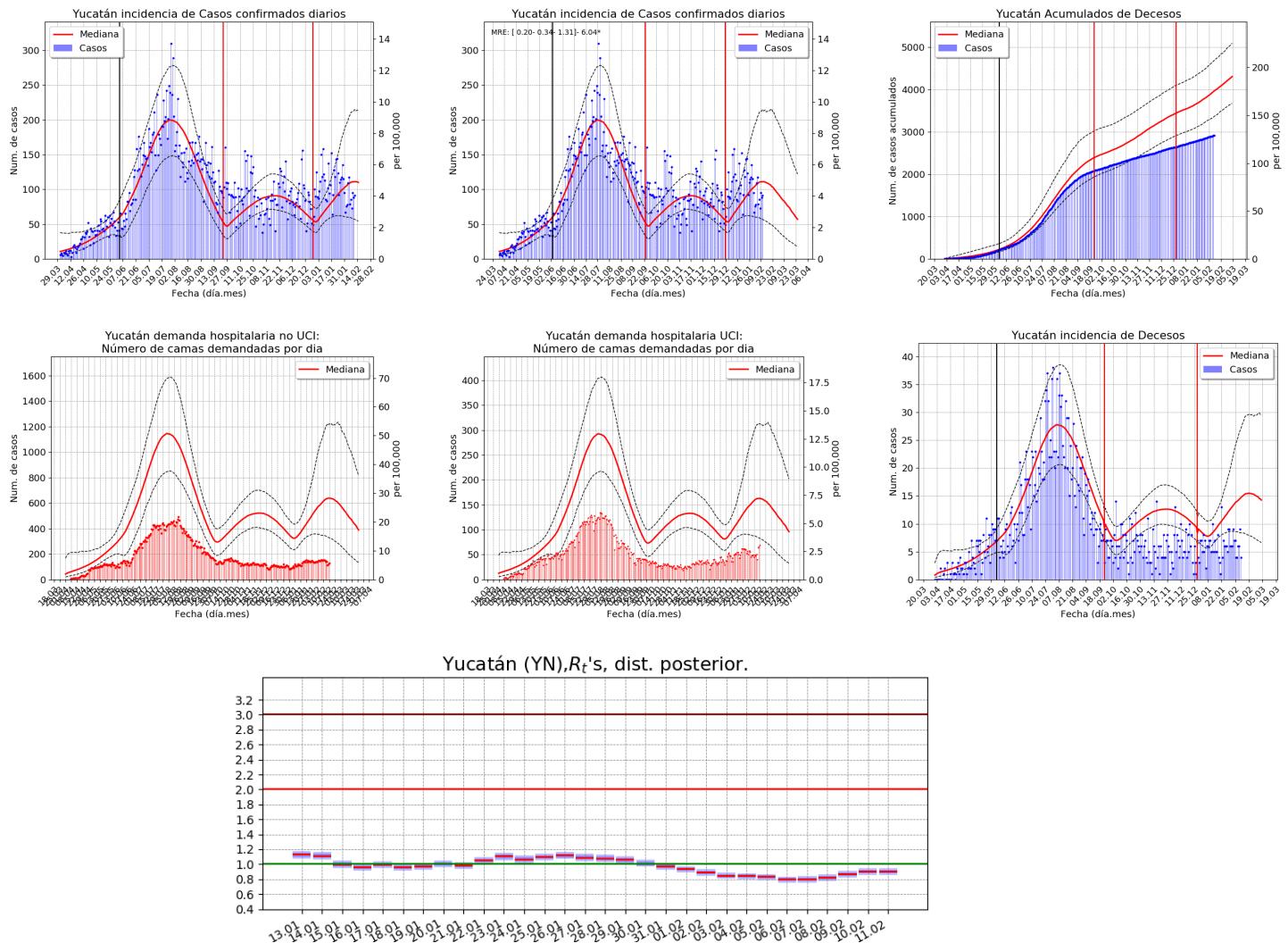


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	447	[284, 2677]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	2568	[1624, 14812]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	655	[414, 3832]	Demanda total/día

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

31. Yucatán (31)

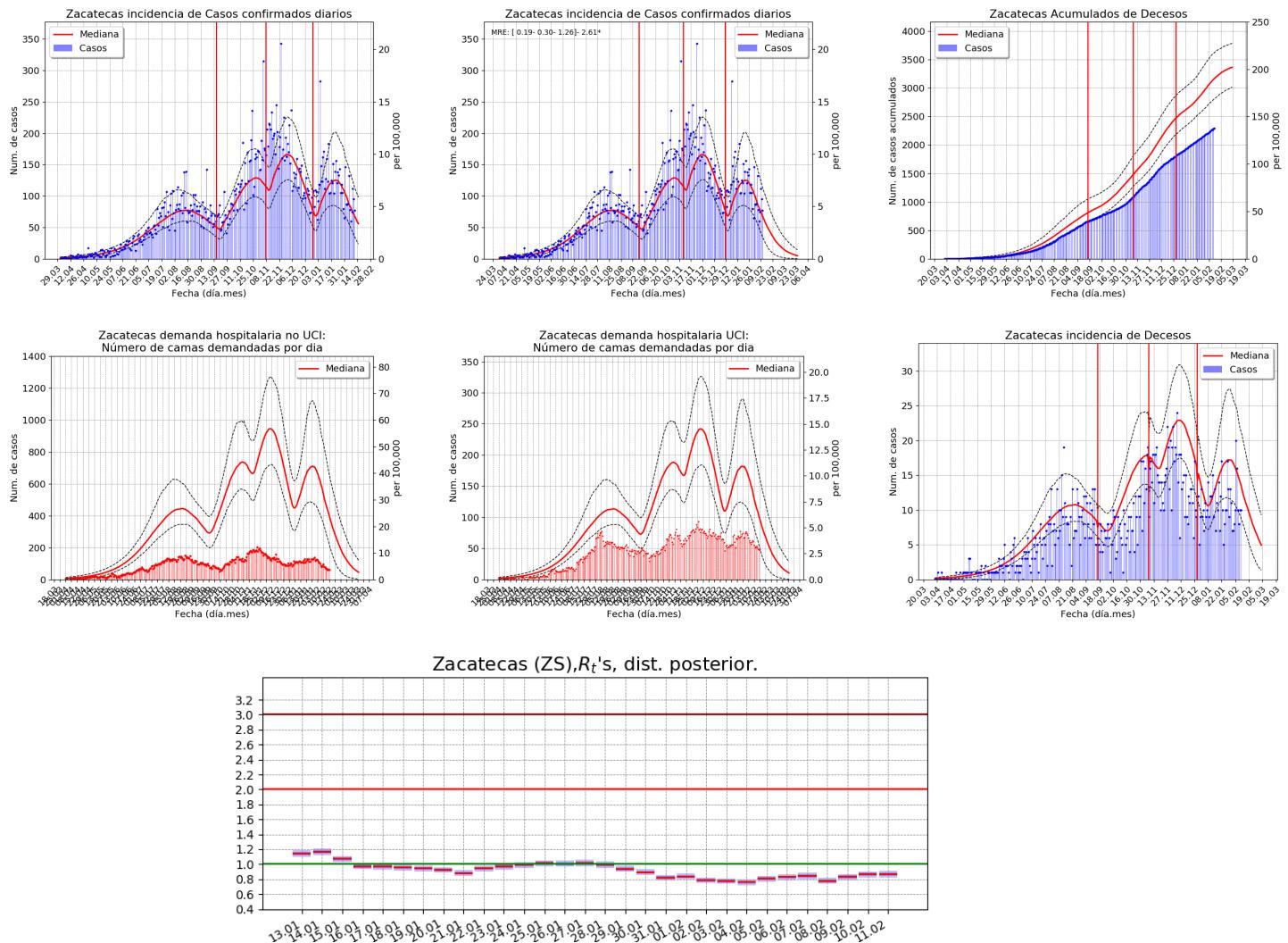


Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	200	[148, 278]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	1146	[853, 1589]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	293	[217, 406]	Demanda total/día

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

32. Zacatecas (32)



Resumen:

	Mediana	Rangos	Unidades
Altura del pico casos confirmados	166	[126, 226]	Casos Nvos/día
Altura del pico ocupación hospitalaria	945	[721, 1273]	Demanda total/día
Altura del pico UCI	242	[184, 326]	Demanda total/día

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