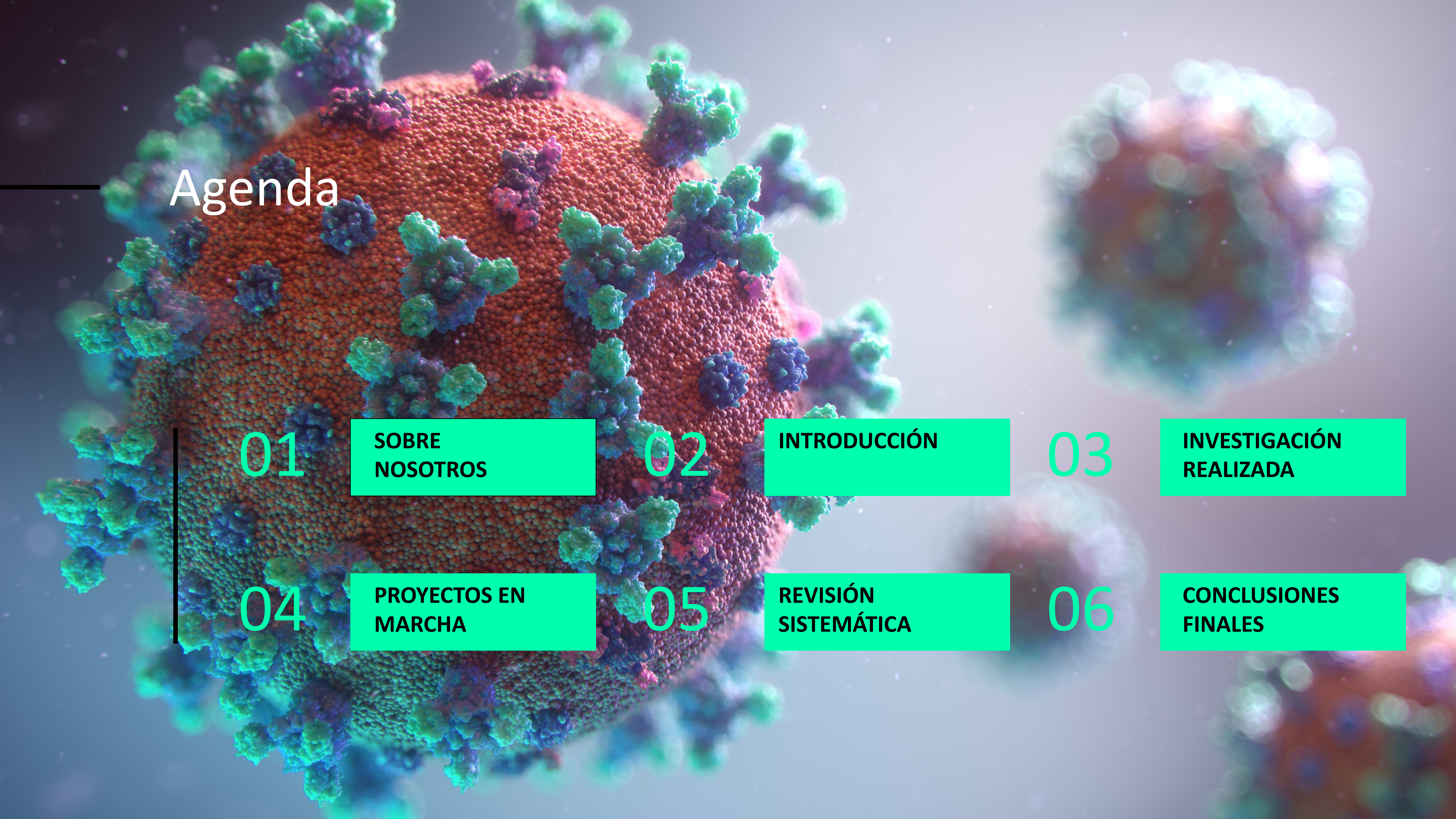

Factores socioeconómicos y medioambientales en la dinámica espacio-temporal de la pandemia COVID-19

GRECS, Universidad de Girona

14 abril de 2021

Prof. Dra. Maria A. Barceló y Prof. Dr. Marc Saez



Agenda

01

**SOBRE
NOSOTROS**

02

INTRODUCCIÓN

03

**INVESTIGACIÓN
REALIZADA**

04

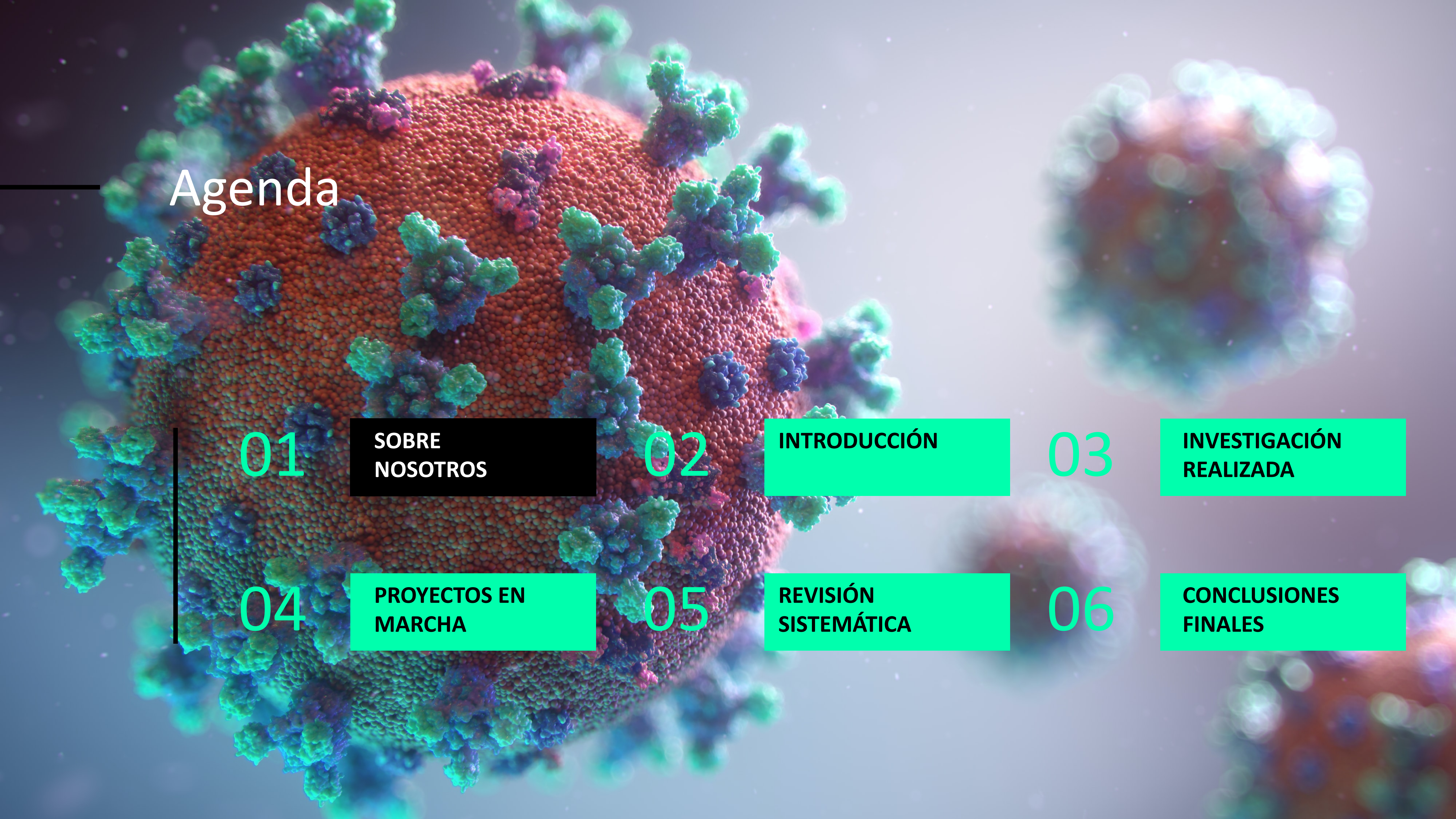
**PROYECTOS EN
MARCHA**

05

**REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

06

**CONCLUSIONES
FINALES**



Agenda

01

**SOBRE
NOSOTROS**

02

INTRODUCCIÓN

03

**INVESTIGACIÓN
REALIZADA**

04

**PROYECTOS EN
MARCHA**

05

**REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

06

**CONCLUSIONES
FINALES**



S O B R E N O S O T R O S

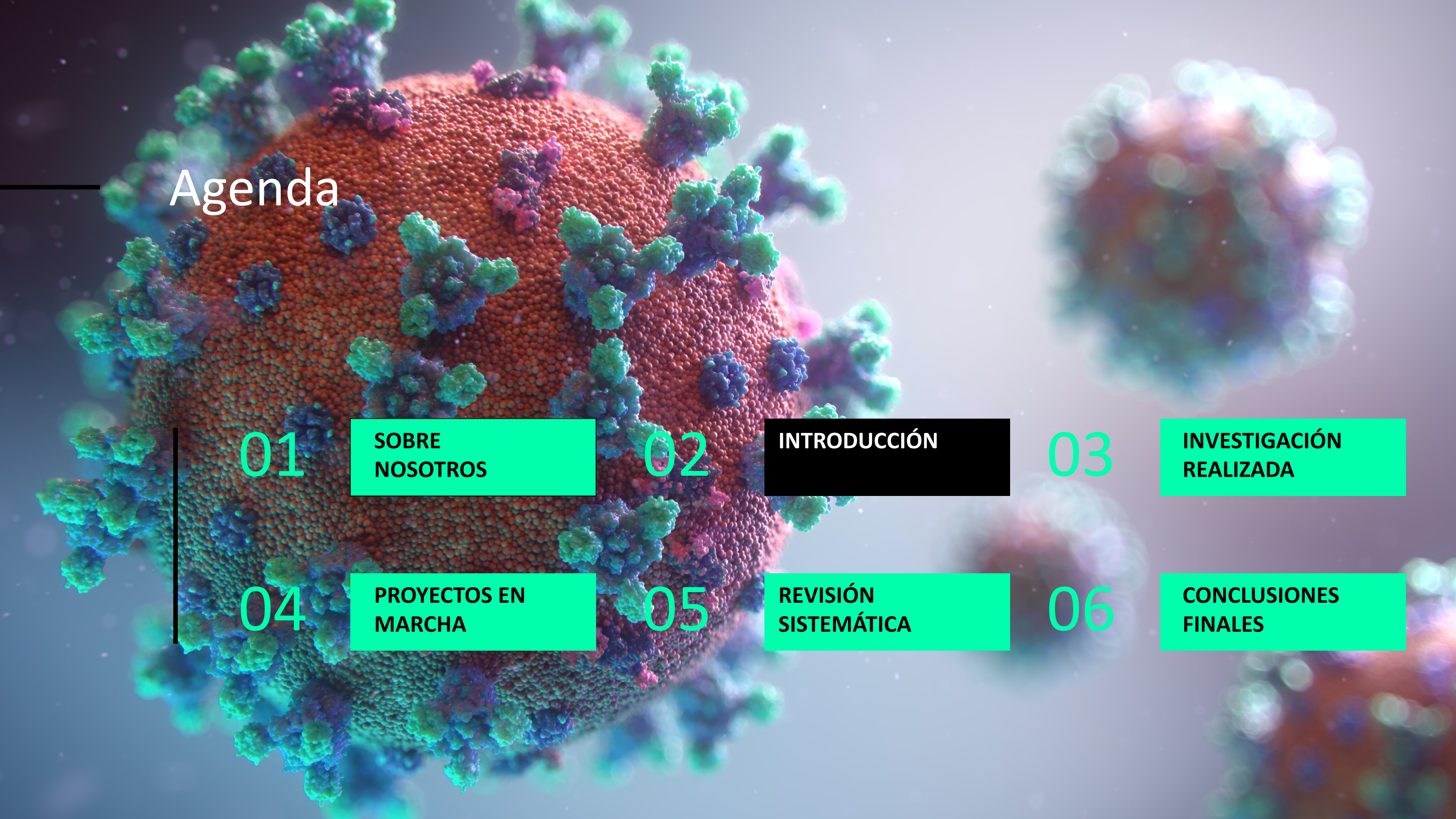
Quiénes somos?

GRECS

Pertenecemos al GRECS, un grupo de investigación multidisciplinar formado por estadísticos, epidemiólogos, economistas y especialistas en medio ambiente, en biomedicina y en bioinformática.

INVESTIGACIÓN

Entre nuestras líneas de investigación se encuentra la epidemiología clínica, en concreto nuestros esfuerzos investigadores se han centrado últimamente en la COVID-19 y la EMN. Abordamos ambas desde la epidemiología medioambiental y aplicamos aquellos métodos estadísticos más apropiados para su estudio.



Agenda

01

**SOBRE
NOSOTROS**

02

INTRODUCCIÓN

03

**INVESTIGACIÓN
REALIZADA**

04

**PROYECTOS EN
MARCHA**

05

**REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

06

**CONCLUSIONES
FINALES**

Introducción

- ✓ Los coronavirus se descubrieron en los años 60, siendo importantes patógenos humanos y animales, provocando diferentes enfermedades que pueden ir desde un resfriado hasta una neumonía.
- ✓ Hasta diciembre de 2019, se habían identificado seis tipos de coronavirus que podían generar una enfermedad en humanos, entre ellos los causantes de los dos brotes epidémicos anteriores: el SARS coronavirus que va apareció por primera vez en el año 2002 y el MERS-CoV, que se identificó por primera vez el año 2012 en el medio oriente.

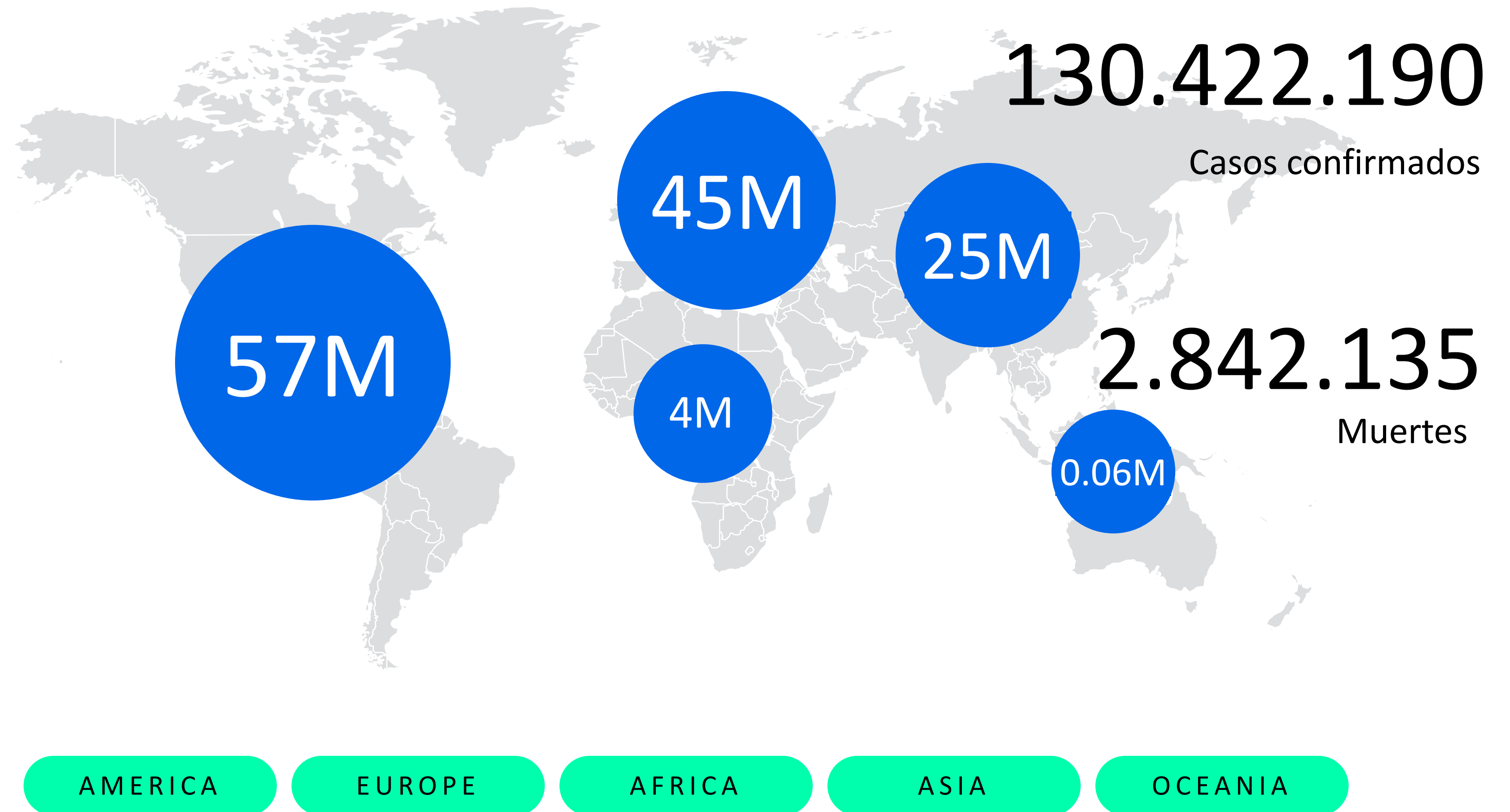
Introducción

- ✓ A finales de diciembre de 2019, se identificó un nuevo coronavirus como el agente causal de un grupo de casos de neumonías de origen desconocido en Wuhan, capital de la provincia de Hubei en China. El 11 de febrero de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS), denominó a este nuevo coronavirus, coronavirus de tipo 2 causante del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2) y a la enfermedad que origina, COVID-19.
- ✓ Desde Wuhan se extendió rápidamente, dando como resultado, al inicio, una epidemia en toda China, seguida de un número creciente de casos en todo el mundo, generando la pandemia y emergencia sanitaria actual. La OMS declara oficialmente la COVID-19 como pandemia el 11 de marzo de 2020.

INTRODUCCIÓN

COVID-19 Mundo

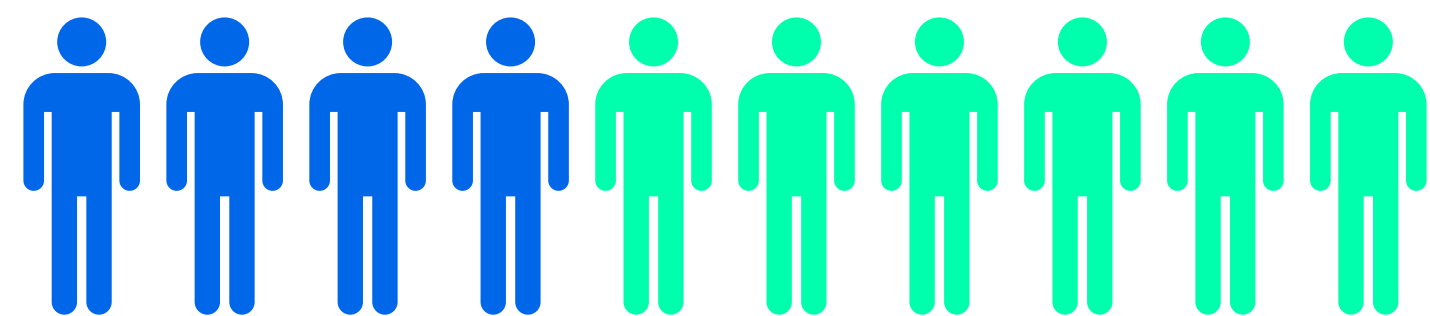
8



COVID-19

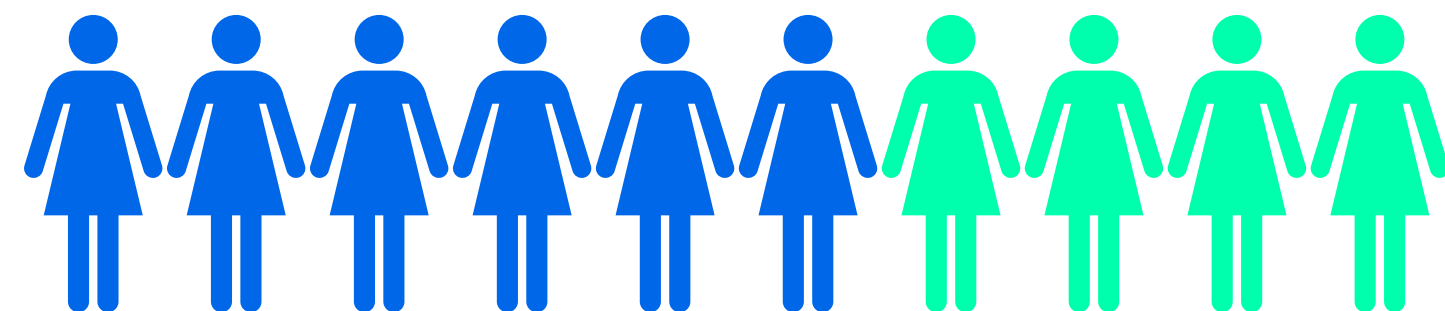
Europa

9



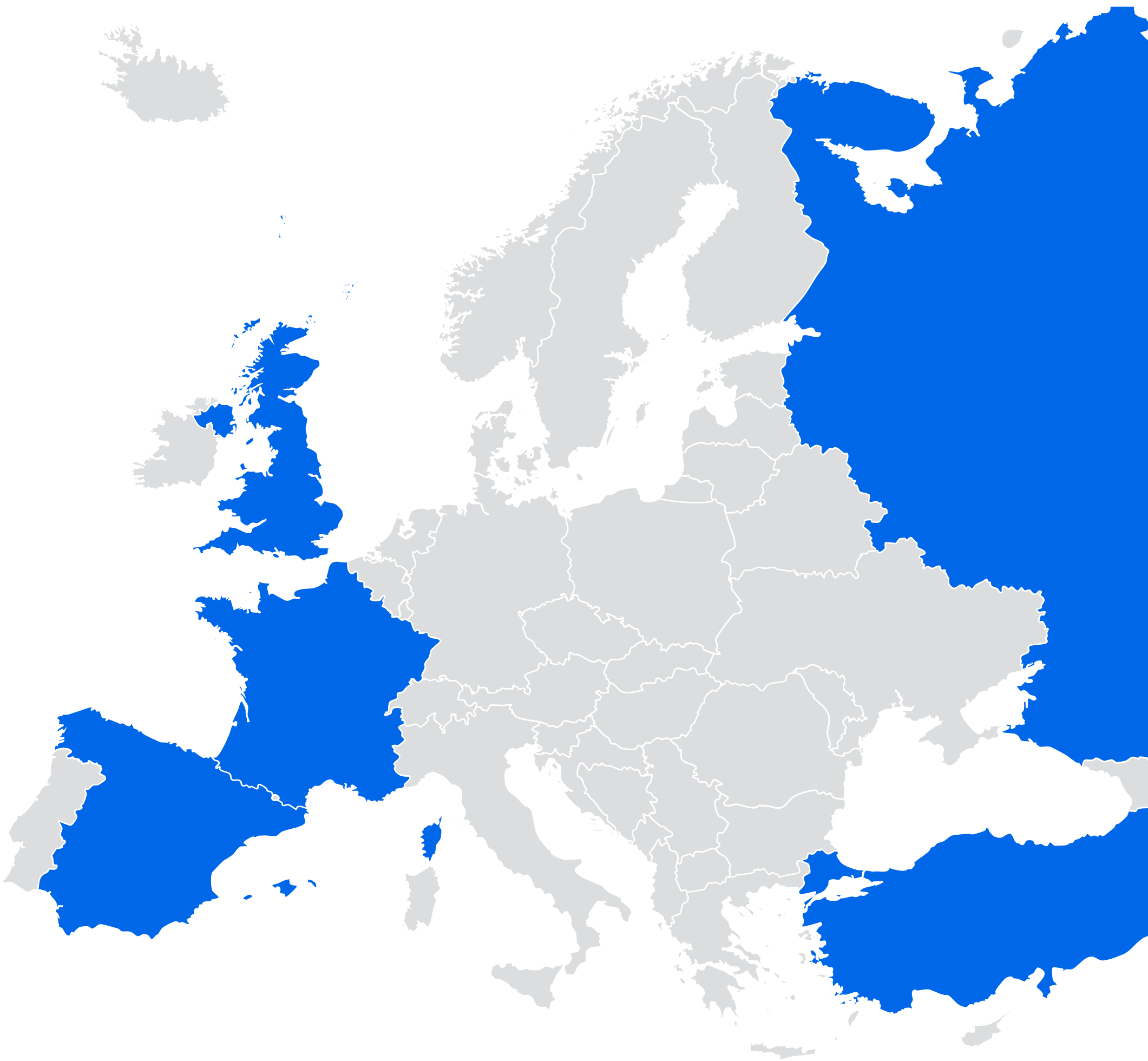
43%

Of Male (confirmed cases)



57%

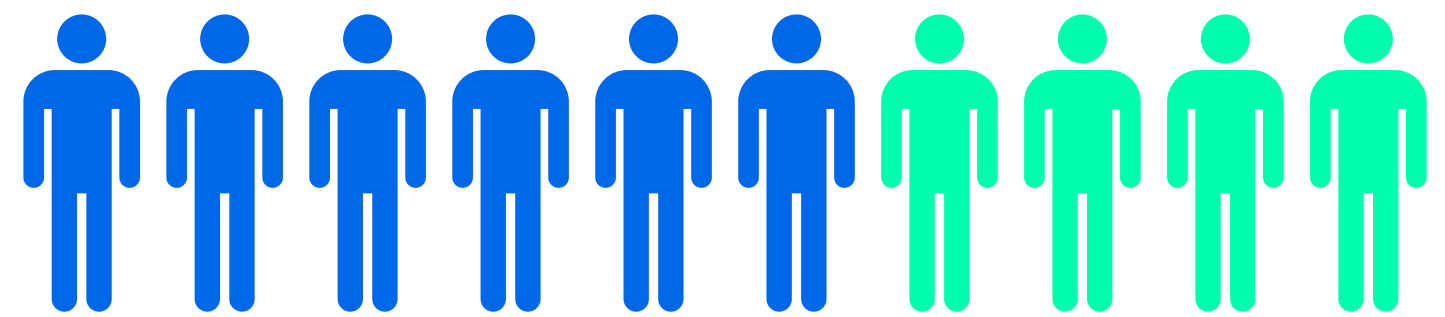
Of Female (confirmed cases)



COVID-19

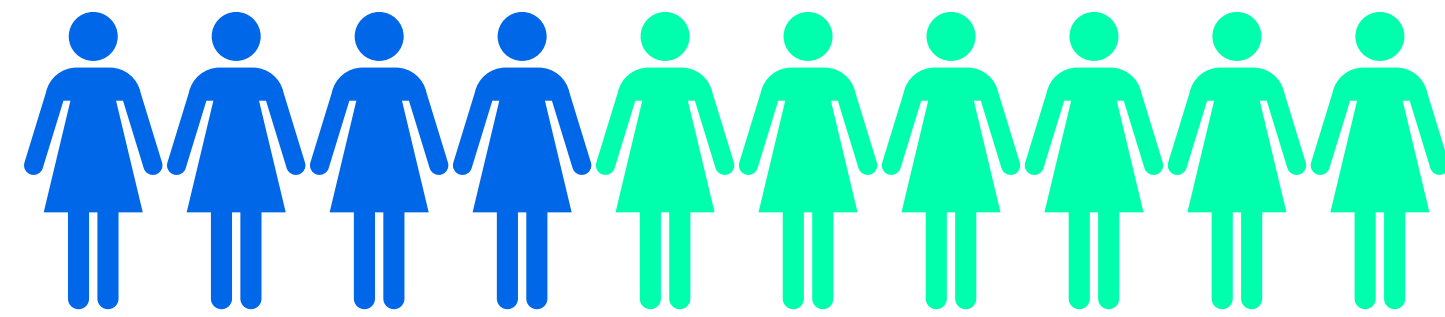
Europa

10



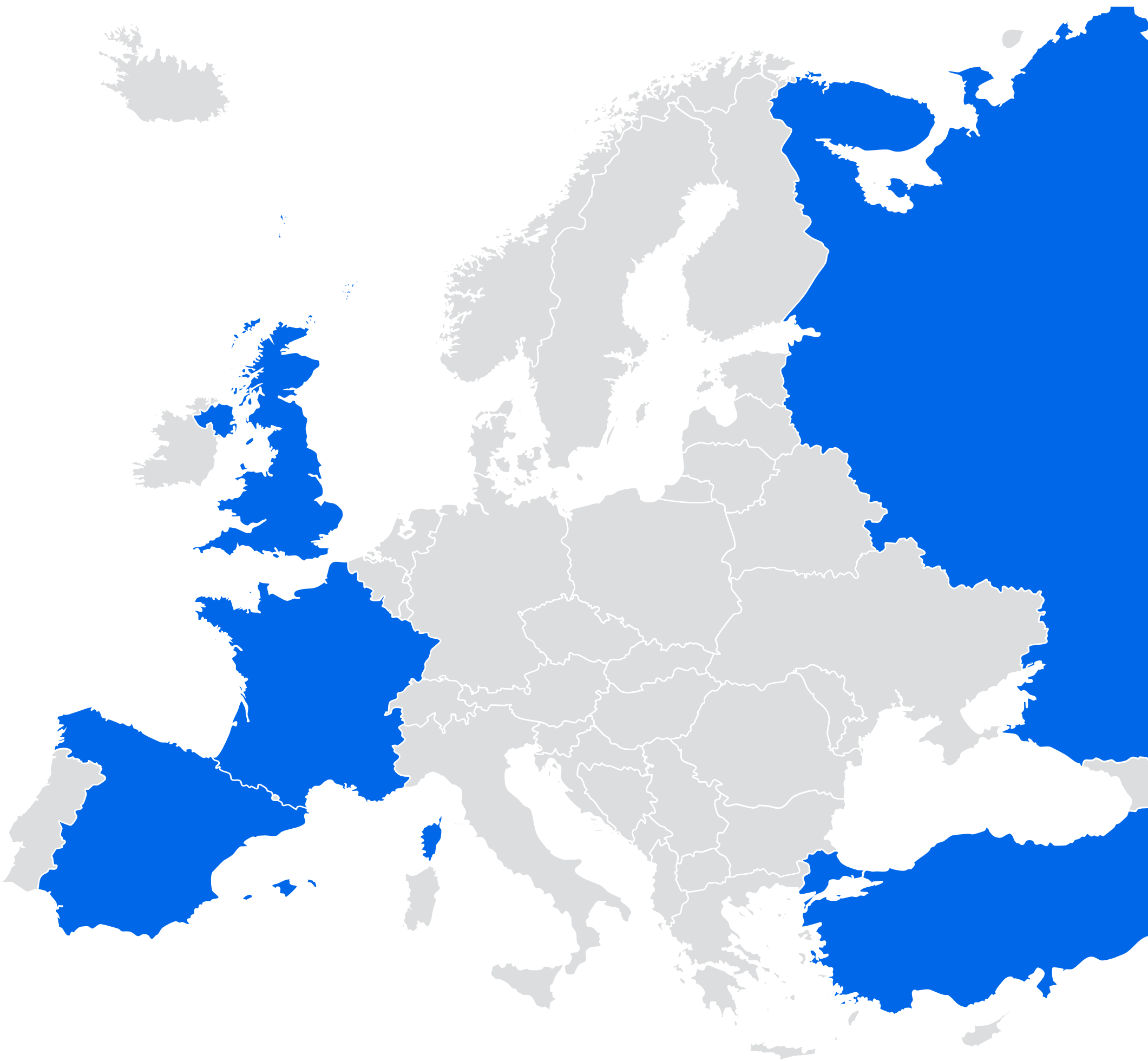
57%

Of Male (deaths)



43%

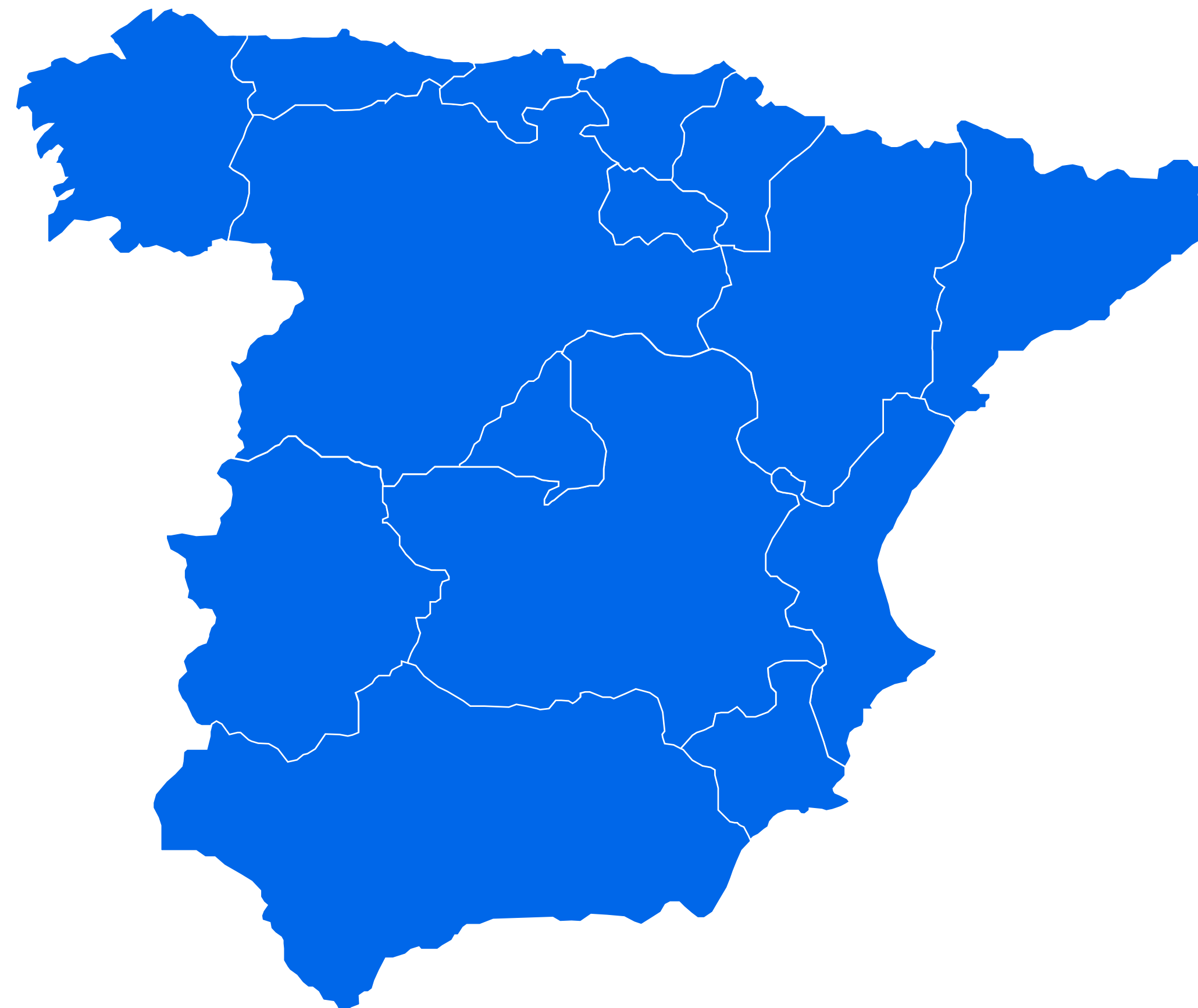
Of Female (deaths)



INTRODUCCIÓN

COVID-19

España



3.311.325

Casos confirmados

Ocupando el sexto lugar en Europa, por detrás de Francia, Rusia, Reino Unido, Italia y Turquía y noveno del mundo.

6.368,28 casos por 100.000 habitantes

75.783

Defunciones

Sexto lugar en Europa, por detrás de Reino Unido, Italia, Rusia, Francia y Alemania y décima en el mundo

132,72 muertes por 100.000 habitantes

M A P A S (0 5 - 0 4 - 2 0 2 1)

INTRODUCCIÓN

COVID-19 España

629.080

Casos confirmados

19,23% del total de casos en España

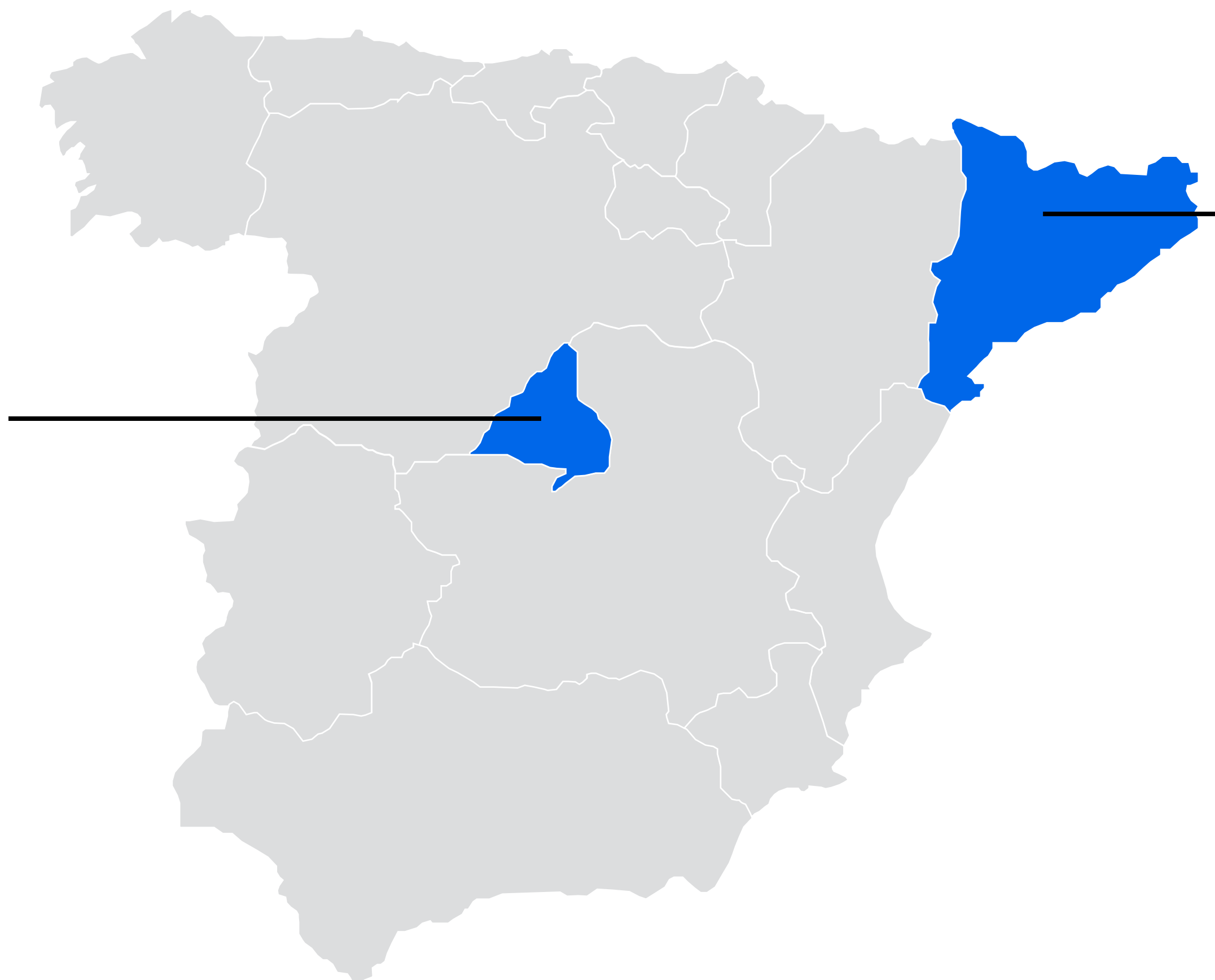
9.251,18 casos por 100.000 habitantes

14.579

Defunciones

19.29% de todas las defunciones en España

215,40 defunciones por 100.000 habitantes



539.381

Casos confirmados

16,49% del total de casos en España

7.191,75 casos por 100.000 habitantes

13.484

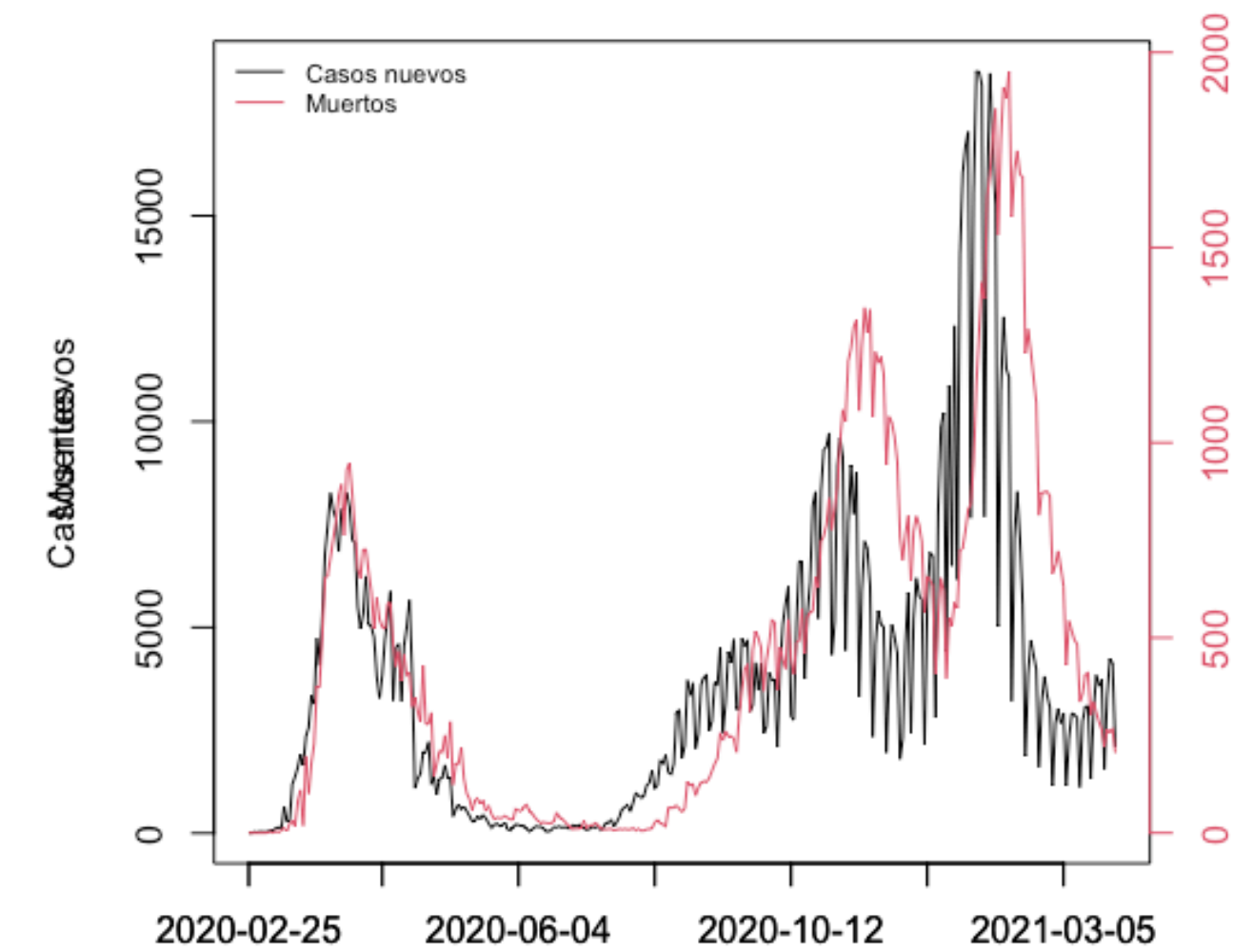
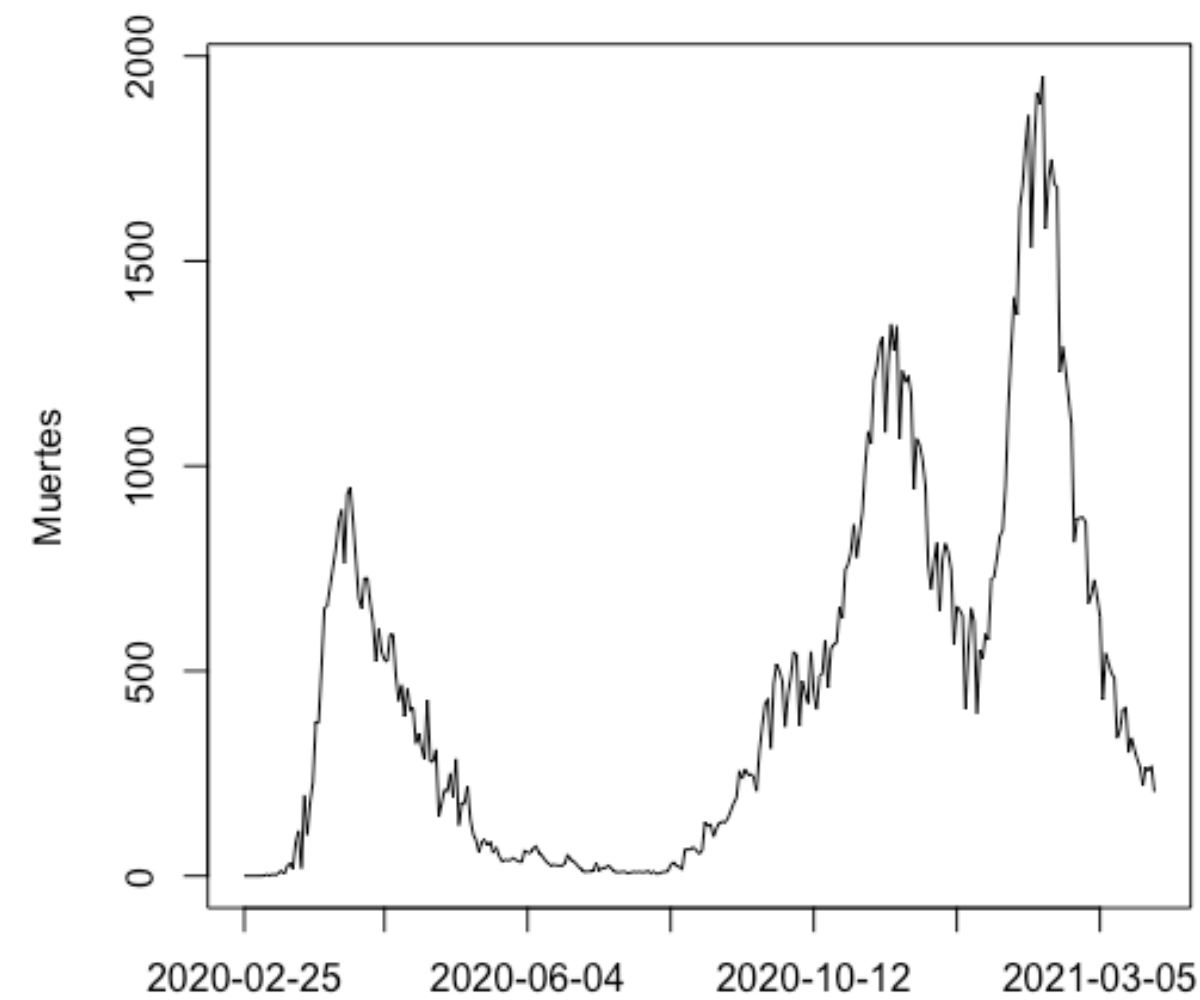
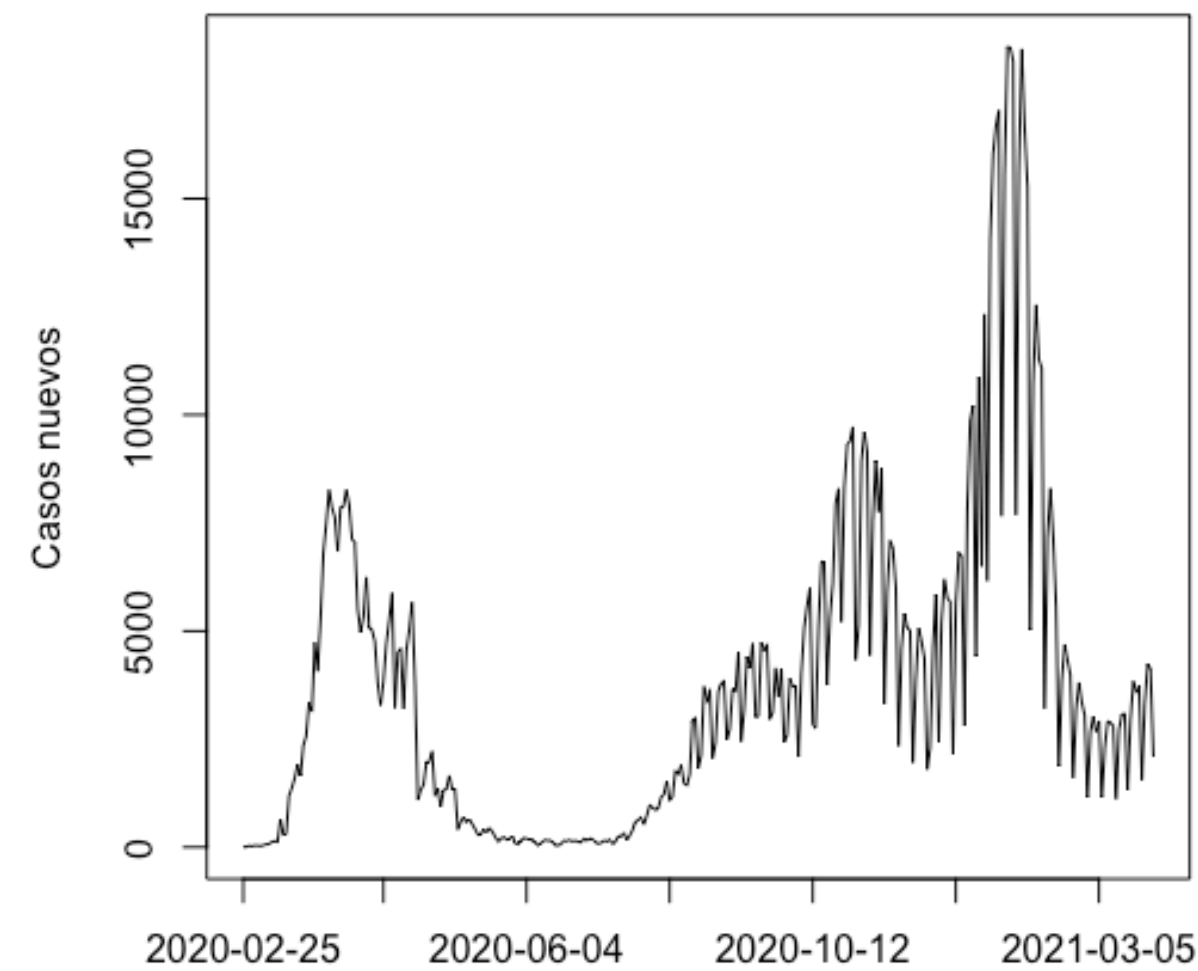
Defunciones

17,93% de todas las defunciones en España

179,79 defunciones por 100.000 habitantes

INTRODUCCIÓN

España



Casos nuevos diarios

1ª Ola: 6 de marzo - primer día con 100 casos – a 21 de junio
2ª Ola: 5 de agosto a 7 de diciembre
3ªOla: 10 de diciembre a 5 de marzo

Muertes diarias

1ª Ola: 6 de marzo - primer día con 100 casos – a 21 de junio
2ª Ola: 5 de agosto a 7 de diciembre
3ªOla: 10 de diciembre a 5 de marzo

Casos nuevos diarios – Muertes diarias

1ª Ola: 6 de marzo - primer día con 100 casos – a 21 de junio
2ª Ola: 5 de agosto a 7 de diciembre
3ªOla: 10 de diciembre a 5 de marzo

Fecha	<u>Casos nuevos</u>	Muertos
2020-03-25	7482	660
2020-03-26	8258	706
2020-03-27	7852	752
2020-03-28	7634	798
2020-03-29	6842	863
2020-03-30	7866	893
2020-03-31	7862	764
2020-04-01	8260	931
2020-04-02	7932	948
2020-04-03	7127	869
2020-04-04	7044	773

Primera ola

6 de marzo - primer día con 100 casos – a 21 de junio

Fecha	<u>Casos nuevos</u>	Muertos
2020-10-22	7953	570
2020-10-23	8293	655
2020-10-26	5217	628
2020-10-27	8304	746
2020-10-28	9303	761
2020-10-29	9395	790
2020-10-30	9723	857
2020-11-02	4334	777
2020-11-03	5141	832
2020-11-04	8929	888
2020-11-05	9606	1002
2020-11-06	9150	1084
2020-11-09	4441	1054
2020-11-10	7552	1209
2020-11-11	8943	1241
2020-11-12	7759	1295
2020-11-13	8775	1315
2020-11-16	3321	1082
2020-11-17	5897	1247
2020-11-18	7090	1346
2020-11-19	6915	1283
2020-11-20	6021	1341
2020-11-23	2344	1067
2020-11-24	4584	1232
2020-11-25	5400	1204
2020-11-26	5073	1220
2020-11-27	5008	1177
2020-11-30	1959	943

Segunda ola

5 de agosto a 7 de diciembre

Fecha	<u>Casos nuevos</u>	Muertos
2021-01-19	15578	952
2021-01-20	18500	1146
2021-01-21	18504	1285
2021-01-22	18187	1411
2021-01-25	7698	1369
2021-01-26	15660	1630
2021-01-27	18460	1685
2021-01-28	16669	1783
2021-01-29	15315	1855
2021-02-01	5026	1534
2021-02-02	10757	1776
2021-02-03	12544	1911
2021-02-04	11288	1883
2021-02-05	11073	1951
2021-02-08	3218	1580
2021-02-09	7162	1698
2021-02-10	8298	1748
2021-02-11	7181	1689
2021-02-12	5566	1679
2021-02-15	1876	1230

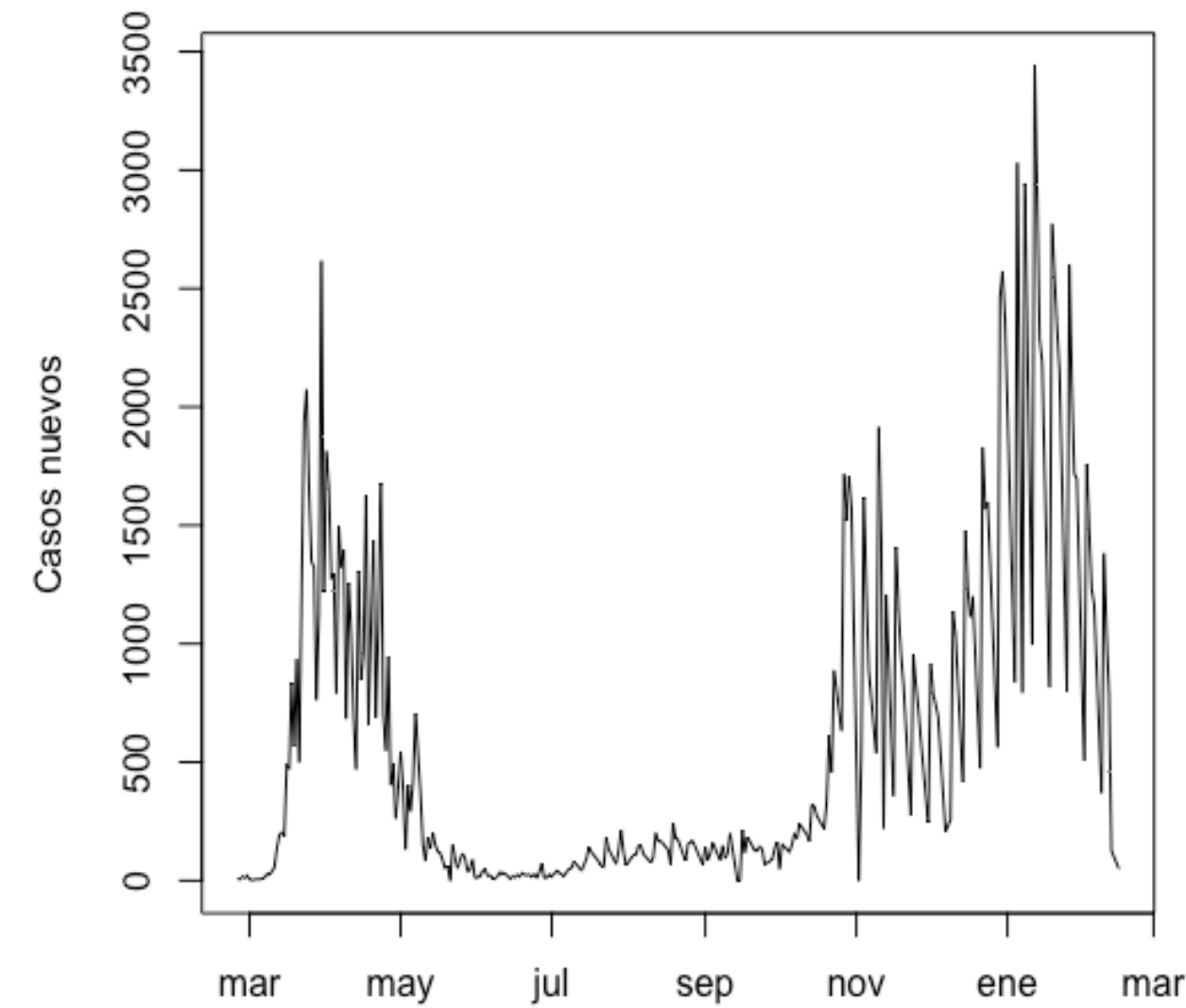
Tercera ola

10 de diciembre a 5 de marzo de 2021

INTRODUCCIÓN

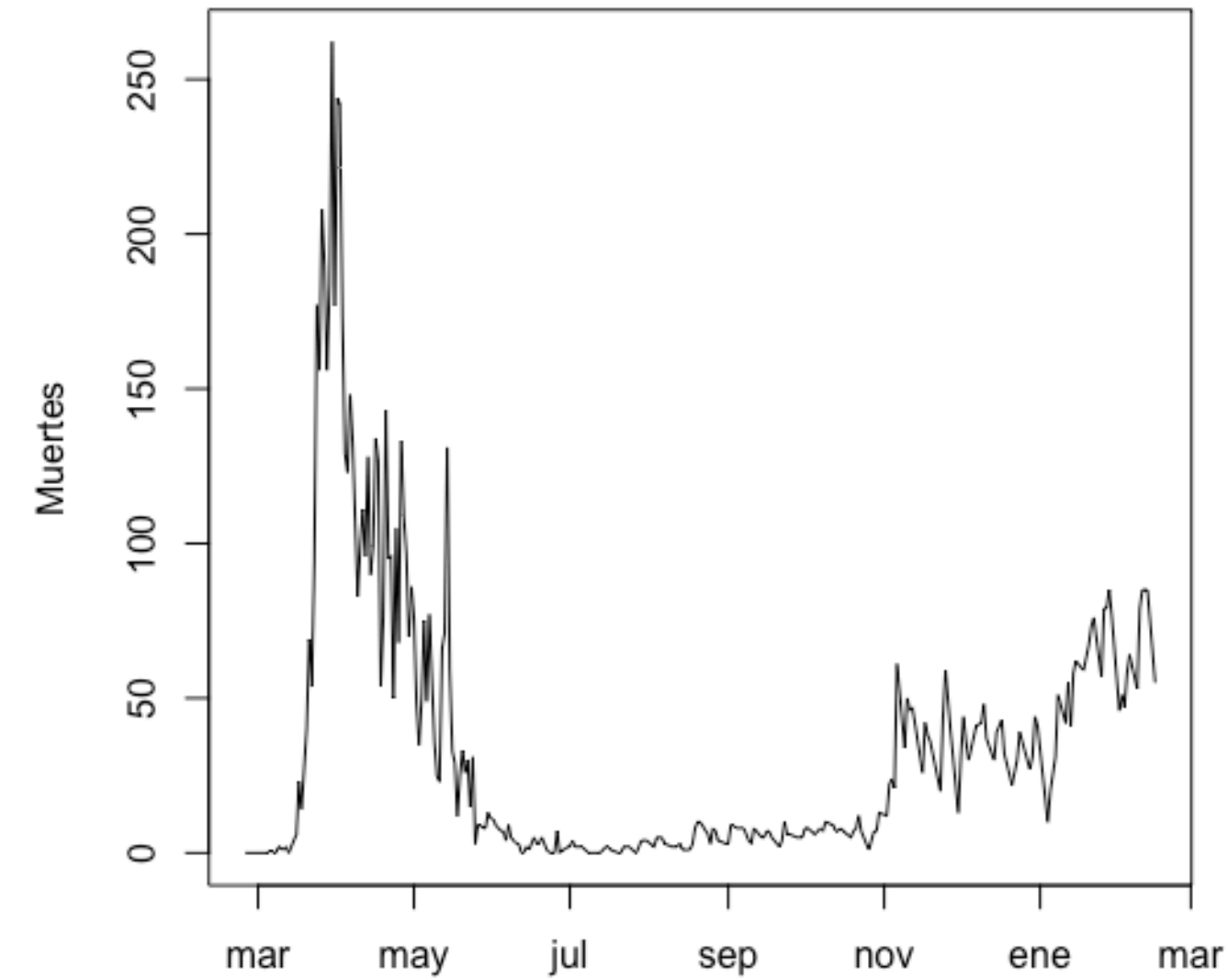
Catalunya

15



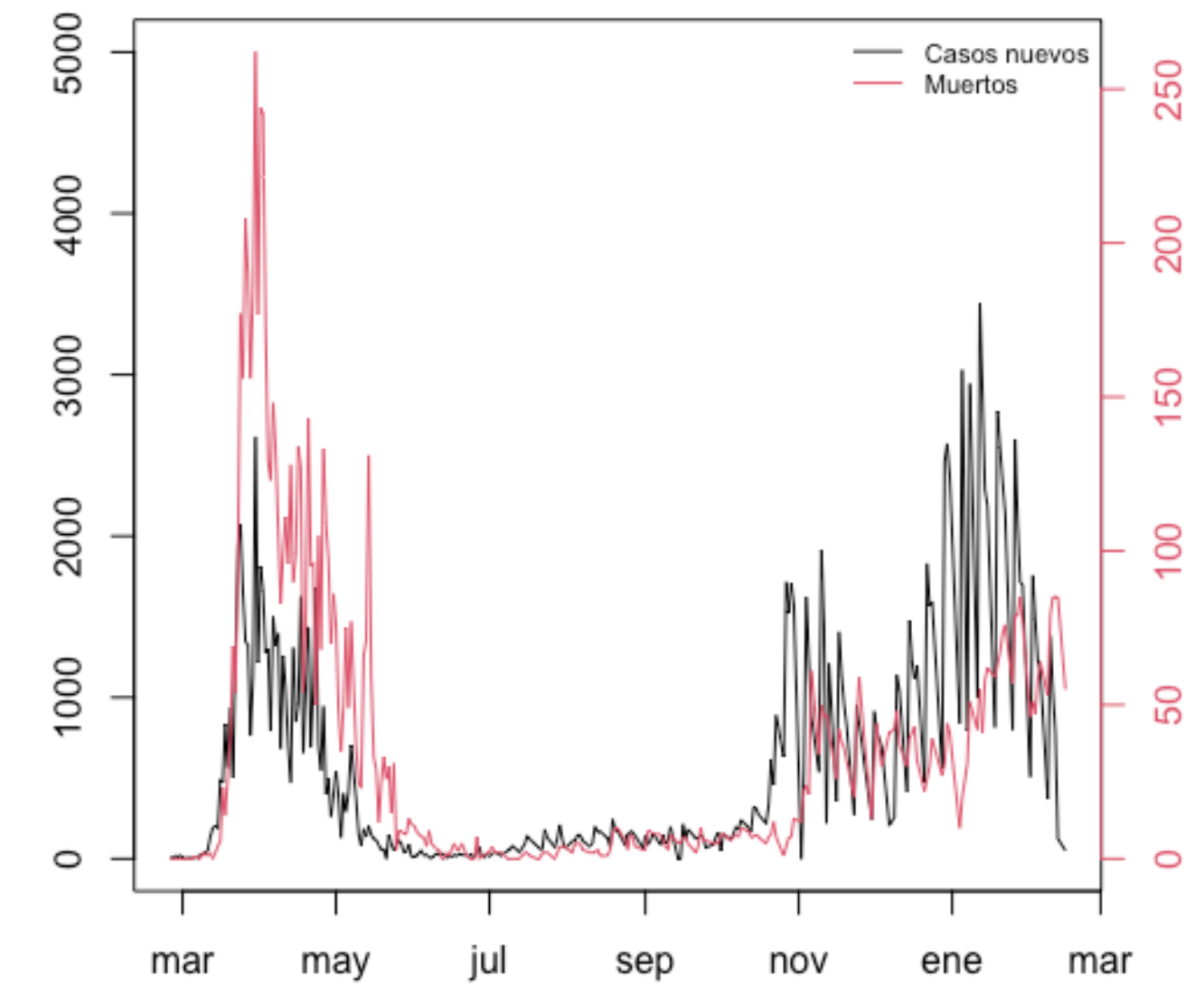
Casos nuevos diarios

1ª Ola: 12 de marzo - primer día con 100 casos – a 21 de junio
2ª Ola: 21 de octubre a 7 de diciembre
3ªOla: 10 de diciembre a 8 de febrero



Muertes diarias

1ª Ola: 12 de marzo - primer día con 100 casos – a 21 de junio
2ª Ola: 21 de octubre a 7 de diciembre
3ªOla: 10 de diciembre a 8 de febrero



Casos nuevos diarios – Muertes diarias

1ª Ola: 12 de marzo - primer día con 100 casos – a 21 de junio
2ª Ola: 21 de octubre a 7 de diciembre
3ªOla: 10 de diciembre a 8 de febrero

Fecha	Casos_nuevos	Muertos
2020-03-21	501	69
2020-03-22	1221	54
2020-03-23	1939	94
2020-03-24	2073	177
2020-03-25	1655	156
2020-03-26	1348	208
2020-03-27	1323	190
2020-03-28	763	156
2020-03-29	1131	184
2020-03-30	2616	262
2020-03-31	1218	177
2020-04-01	1813	244
2020-04-02	1656	242
2020-04-03	1274	173
2020-04-04	1298	129
2020-04-05	792	123
2020-04-06	1499	148
2020-04-07	1324	133
2020-04-08	1396	107
2020-04-09	684	83

Primera ola

12 de marzo - primer día con 100 casos – a 21 de junio

Fecha	Casos_nuevos	Muertos
020-10-20	330	7
2020-10-21	615	8
2020-10-22	459	12
2020-10-23	888	7
2020-10-26	633	1
2020-10-27	1715	4
2020-10-28	1522	7
2020-10-29	1707	7
2020-10-30	1578	13
2020-11-03	531	22
2020-11-04	1619	24
2020-11-05	1238	21
2020-11-06	885	61
2020-11-09	540	34
2020-11-10	1914	50
2020-11-11	1458	46
2020-11-12	221	47
2020-11-13	1208	42
2020-11-16	359	26
2020-11-17	1407	42
2020-11-18	1142	38
2020-11-19	959	36
2020-11-20	832	32
2020-11-23	275	20
2020-11-24	954	44
2020-11-25	832	59
2020-11-26	728	49
2020-11-27	598	39
2020-11-30	245	13

Segunda ola

21 de octubre a 7 de diciembre

Fecha	Casos_nuevos	Muertos
2020-12-09	257	42
2020-12-10	1137	48
2020-12-11	1043	37
2020-12-14	418	30
2020-12-15	1476	39
2020-12-16	1228	41
2020-12-17	1114	43
2020-12-18	1200	32
2020-12-21	474	22
2020-12-22	1830	26
2020-12-23	1568	30
2020-12-24	1595	39
2020-12-28	563	27
2020-12-29	2464	31
2020-12-30	2573	44
2020-12-31	2375	41
2021-01-04	836	10
2021-01-05	3029	20
2021-01-07	794	31
2021-01-08	2943	51
2021-01-11	996	42
2021-01-12	3441	55
2021-01-13	2897	41
2021-01-14	2288	58
2021-01-15	2192	62
2021-01-18	816	59
2021-01-19	2774	63
2021-01-20	2550	67
2021-01-21	2344	73
2021-01-22	2152	76
2021-01-25	801	57
2021-01-26	2598	79
2021-01-27	2091	79
2021-01-28	1720	85
2021-01-29	1694	77
2021-02-01	509	46
2021-02-02	1757	51
2021-02-03	1488	47
2021-02-04	1232	58
2021-02-05	1167	64
2021-02-08	371	53
2021-02-09	1381	79
2021-02-10	1043	85
2021-02-11	793	85
2021-02-12	126	85
2021-02-15	50	55

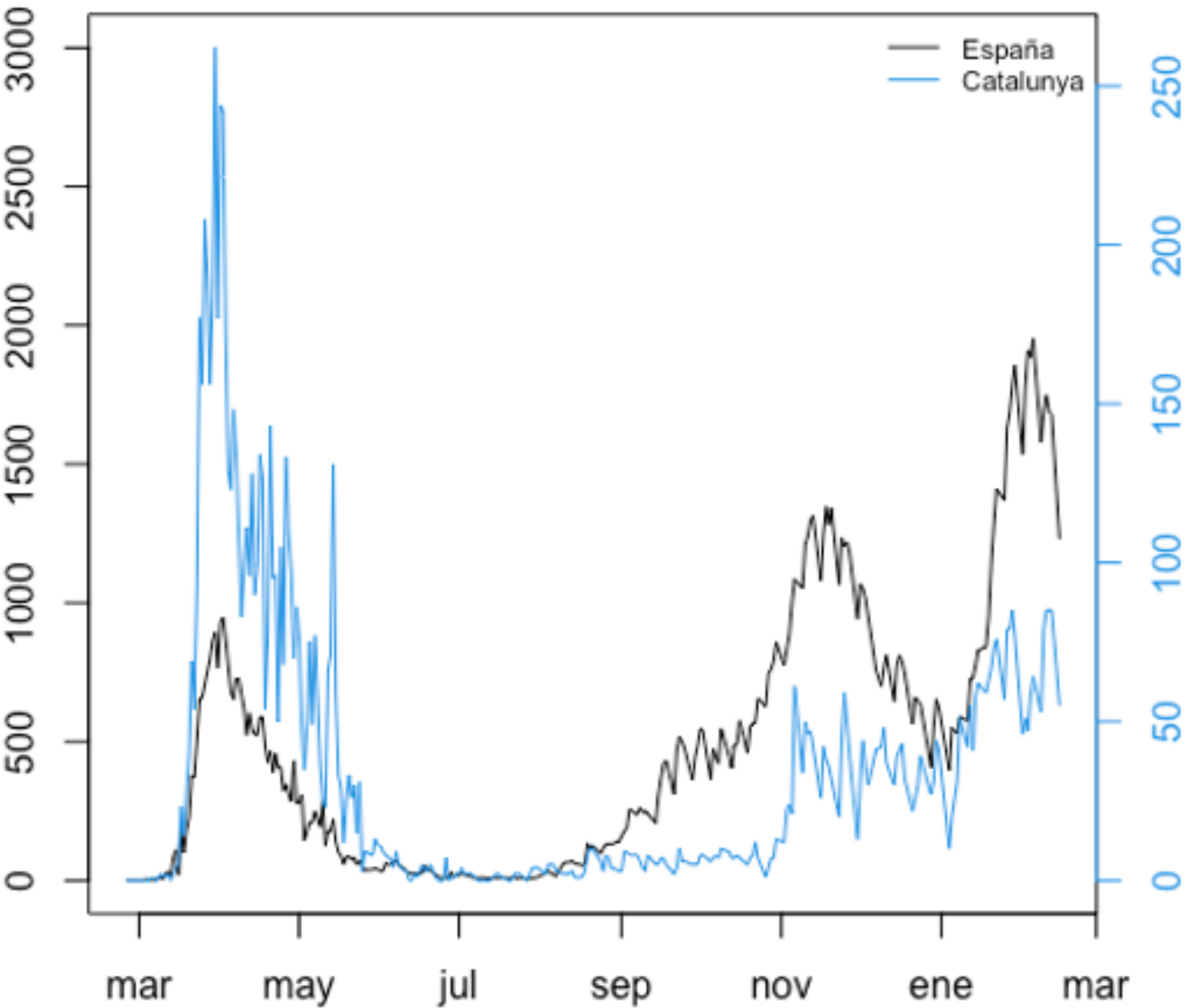
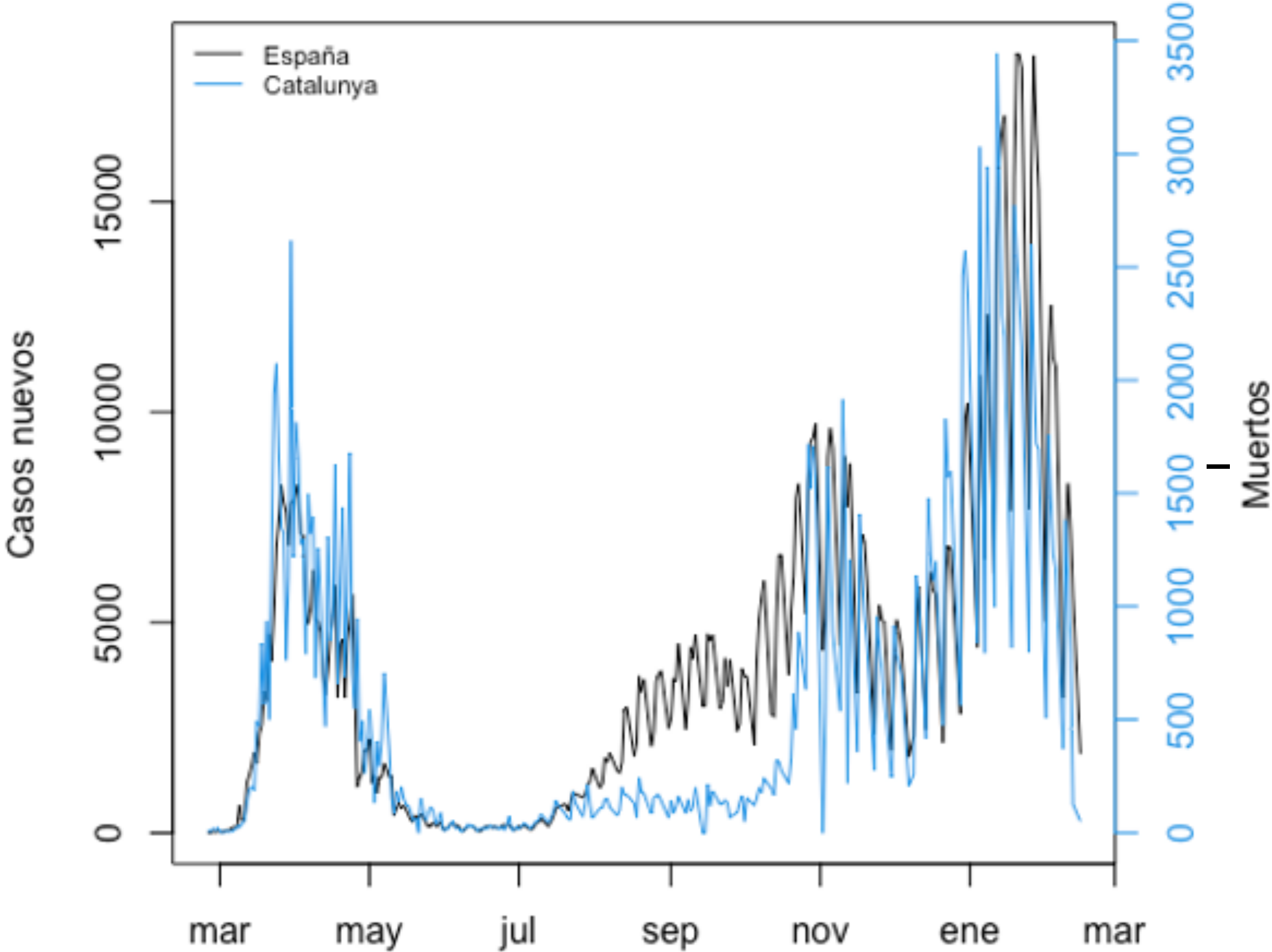
Tercera ola

10 de diciembre a 8 de febrero de 2021

INTRODUCCIÓN

España / Catalunya

17



Principales características

La COVID-19, aunque tiene los mismos síntomas que la gripe estacional, difiere de otros coronavirus de diversas maneras:

✓ ***Transmisibilidad mucho más alta***

- ✓ R0 SARS-CoV-2 llegó a estar entre 2,2 y 2,68, R0 virus de la gripe estacional es 1,3, R0 virus gripe H1N1 es 1,5, R0 SARS entre 2 y 3 y R0 MERS inferior a 1

✓ ***Incidencia mucho menor en niños***

- ✓ Edad media pacientes con COVID-19 fue de 47 años, mientras que la de la gripe fue de 23,4 años, la del SARS fue de 39,9 años y la del MERS fue de 50 años

Principales características

✓ *Período de incubación mayor*

- ✓ El periodo de incubación medio para el SARS-CoV-2 es de 4 días (rango entre 2 y 7 días), mientras que para el virus de la gripe estacional es de 2 días (rango entre 1 y 7 días), para el SARS es de 4,6 días (rango entre 2 y 14 días) y para el MERS es de 5,2 días (rango entre 2 y 13 días)

✓ *Tasa de mortalidad mucho mayor*

- ✓ Tasa mortalidad COVID-19 es del 1%, frente a 0,13% en la gripe estacional, 0,2% en la gripe H1N1, 0,10% en el SARS. La única excepción se da en el caso del MERS cuya tasa de mortalidad se encuentra entre el 20% y el 40%

Epidemiología de la enfermedad

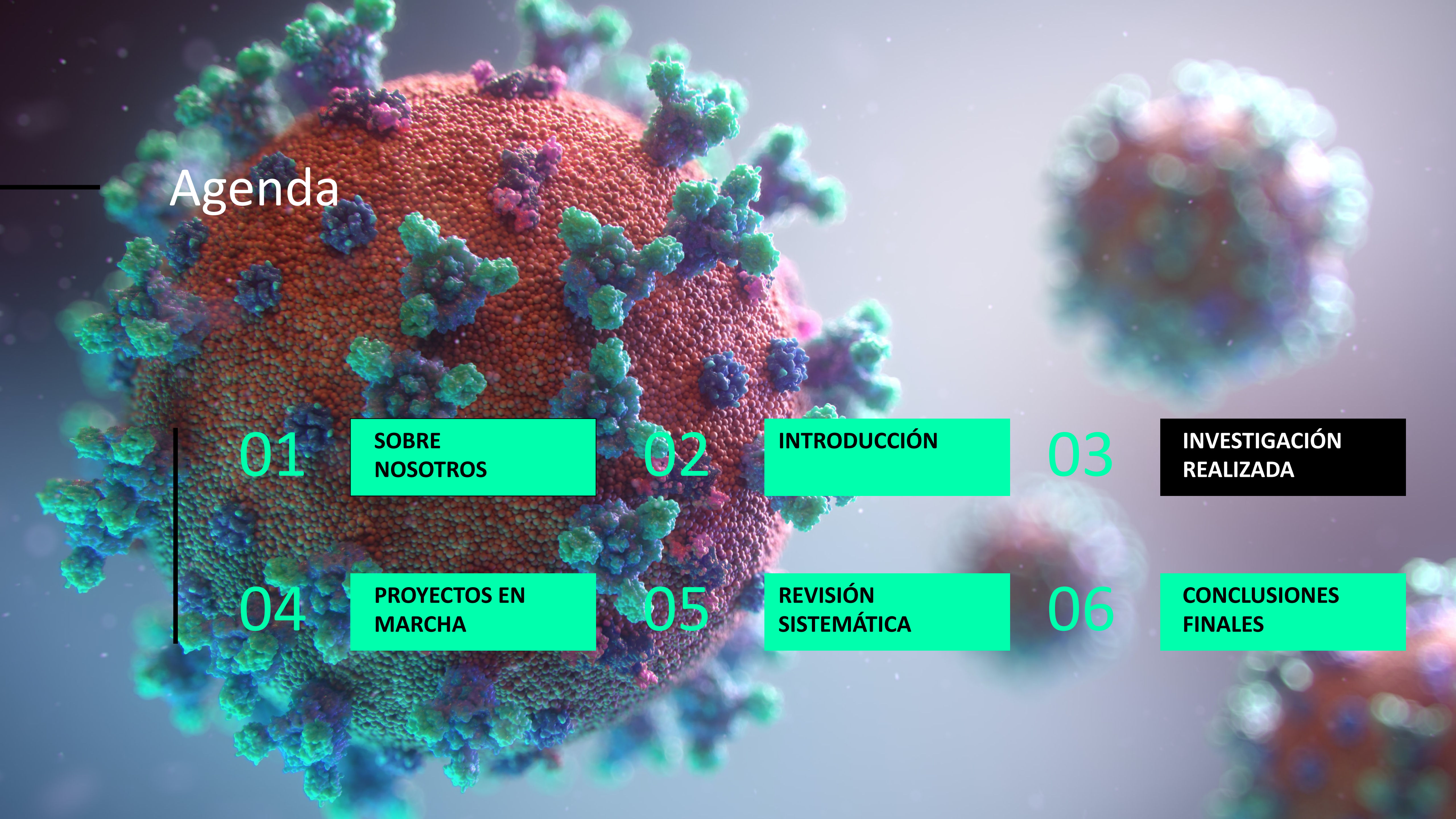
Al ser la COVID-19 una patología reciente, aún se desconoce mucho de su epidemiología, transmisión, tratamiento, etc.

- ✓ La *transmisión del SARS-CoV-2 se podría modular por factores ambientales* que varían estacionalmente como la temperatura y la humedad
 - ✓ Muchos estudios han evaluado la sensibilidad ambiental de la COVID-19. Al menos hasta junio de 2020, todos ellos planteaban la hipótesis de que las condiciones climáticas en verano (mayor temperatura y menor humedad) reducirían la tasa de transmisión del virus. No obstante, revisiones sistemáticas concluyen que la evidencia sugiere que, o bien no existe un efecto de modulación de las condiciones climáticas del verano, o bien, este es débil.

Epidemiología de la enfermedad

✓ *Mayor impacto en los grupos de población con menores recursos*

- ✓ Pocos estudios que permitan evaluar desigualdades dentro de las propias CCAA y a nivel de área pequeña y los que existen no permiten analizar la relación entre COVID-19 y nivel socioeconómico, ya que incluso una misma área pequeña (barrio, por ejemplo), agrupa situaciones económicas sociales muy diferentes.



Agenda

01

**SOBRE
NOSOTROS**

02

INTRODUCCIÓN

03

**INVESTIGACIÓN
REALIZADA**

04

**PROYECTOS EN
MARCHA**

05

**REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

06

**CONCLUSIONES
FINALES**

INVESTIGACIÓN REALIZADA

ARTÍCULOS PUBLICADOS

23

[La Sexta \(30-IV-2020\)](#)

Science of the Total Environment 727 (2020) 138761

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Short Communication

Effectiveness of the measures to flatten the epidemic curve of COVID-19. The case of Spain

Marc Saez^{a,b,*}, Aurelio Tobias^c, Diego Varga^{a,b,d}, Maria Antònia Barceló^{a,b}

^a Research Group on Statistics, Econometrics and Health (GRECS), University of Girona, Girona, Spain
^b CIBER of Epidemiology and Public Health (CIBERESP), Madrid, Spain
^c Institute of Environmental Assessment and Water Research (IDAEA-CSIC), Barcelona, Spain
^d Landscape Analysis and Management Laboratory, University of Girona, Spain

HIGHLIGHTS

- After the COVID-19 cases skyrocketed, the Spanish government launched physical distancing.
- The measures taken to mitigate the COVID-19 epidemic managed to flatten the curve.
- The daily variation rate of accumulated cases decreased by 3.059 percentage points.
- This reduction will be greater as time passes.

GRAPHICAL ABSTRACT

ARTICLE INFO

Article history:
Received 6 April 2020
Received in revised form 14 April 2020
Accepted 15 April 2020
Available online 18 April 2020

Editor: Jianmin Chen

Keywords:
COVID-19
Mitigation
Physical distancing
Generalized linear mixed models
R-INLA

ABSTRACT

After the cases of COVID-19 skyrocketed, showing that it was no longer possible to contain the spread of the disease, the governments of many countries launched mitigation strategies, trying to slow the spread of the epidemic and flatten its curve. The Spanish Government adopted physical distancing measures on March 14; 13 days after the epidemic outbreak started its exponential growth. Our objective in this paper was to evaluate ex-ante (before the flattening of the curve) the effectiveness of the measures adopted by the Spanish Government to mitigate the COVID-19 epidemic. Our hypothesis was that the behavior of the epidemic curve is very similar in all countries. We employed a time series design, using information from January 17 to April 5, 2020 on the new daily COVID-19 cases from Spain, China and Italy. We specified two generalized linear mixed models (GLMM) with variable response from the Gaussian family (i.e. linear mixed models): one to explain the shape of the epidemic curve of accumulated cases and the other to estimate the effect of the intervention. Just one day after implementing the measures, the variation rate of accumulated cases decreased daily, on average, by 3.059 percentage points, (95% credibility interval: -5.371, -0.879). This reduction will be greater as time passes. The reduction in the variation rate of the accumulated cases, on the last day for which we have data, has reached 5.11 percentage points. The measures taken by the Spanish Government on March 14, 2020 to mitigate the epidemic curve of COVID-19 managed to flatten the curve and although they have not (yet) managed to enter the decrease phase, they are on the way to do so.

© 2020 Elsevier B.V. All rights reserved.

INVESTIGACIÓN REALIZADA

ARTÍCULOS PUBLICADOS

24

[Girona FM \(29-IX-2020\)](#)

Environmental Research 191 (2020) 110177

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

 Environmental Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envres





Effects of long-term exposure to air pollutants on the spatial spread of COVID-19 in Catalonia, Spain

Marc Saez ^{a,b}, Aurelio Tobias ^c, Maria A. Barceló ^{a,b,*}

^a Research Group on Statistics, Econometrics and Health (GRECS), University of Girona, Girona, Spain
^b CIBER of Epidemiology and Public Health (CIBERESP), Madrid, Spain
^c Institute of Environmental Assessment and Water Research (IDAEA-CSIC), Barcelona, Spain

ARTICLE INFO

Keywords:
COVID-19
Air pollutants
Long-term exposure
Small area
Spatio-temporal models

ABSTRACT

Background: The risk of infection and death by COVID-19 could be associated with a heterogeneous distribution at a small area level of environmental, socioeconomic and demographic factors. Our objective was to investigate, at a small area level, whether long-term exposure to air pollutants increased the risk of COVID-19 incidence and death in Catalonia, Spain, controlling for socioeconomic and demographic factors.

Methods: We used a mixed longitudinal ecological design with the study population consisting of small areas in Catalonia for the period February 25 to May 16, 2020. We estimated Generalized Linear Mixed models in which we controlled for a wide range of observed and unobserved confounders as well as spatial and temporal dependence.

Results: We have found that long-term exposure to nitrogen dioxide (NO₂) and, to a lesser extent, to coarse particles (PM₁₀) have been independent predictors of the spatial spread of COVID-19. For every 1 µm/m³ above the mean the risk of a positive test case increased by 2.7% (95% credibility interval, ICr: 0.8%, 4.7%) for NO₂ and 3.0% (95% ICr: -1.4%, 7.44%) for PM₁₀. Regions with levels of NO₂ exposure in the third and fourth quartile had 28.8% and 35.7% greater risk of a death, respectively, than regions located in the first two quartiles.

Conclusion: Although it is possible that there are biological mechanisms that explain, at least partially, the association between long-term exposure to air pollutants and COVID-19, we hypothesize that the spatial spread of COVID-19 in Catalonia is attributed to the different ease with which some people, the hosts of the virus, have infected others. That facility depends on the heterogeneous distribution at a small area level of variables such as population density, poor housing and the mobility of its residents, for which exposure to pollutants has been a surrogate.

INVESTIGACIÓN REALIZADA

OTROS TRABAJOS

25

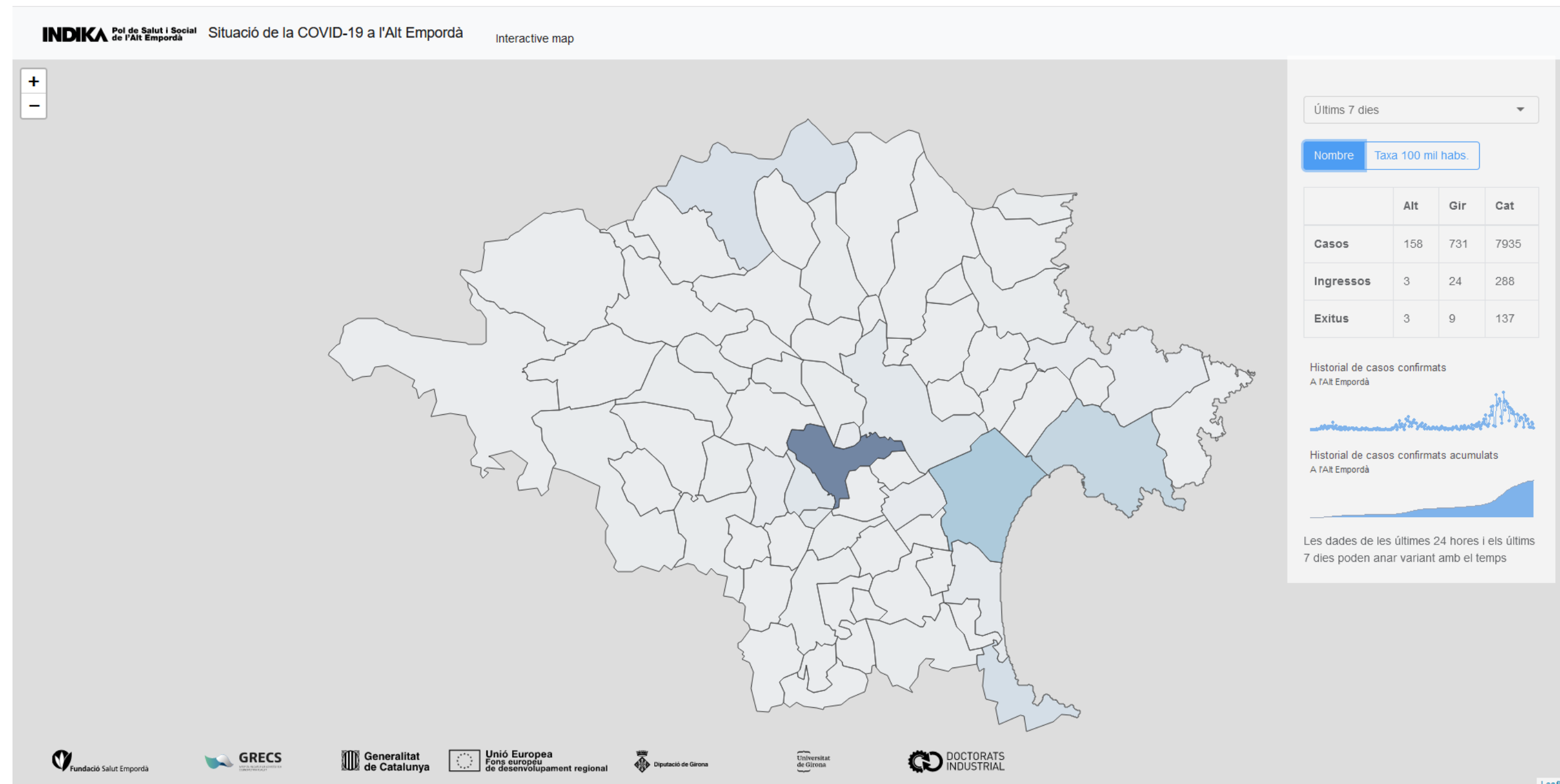
Big Data i Intel·ligència Artificial
per a la prevenció d'epidèmies



INVESTIGACIÓN REALIZADA

OTROS TRABAJOS

26



<https://fundacio-salut-emporda.shinyapps.io/25-covid-app/>



Fundació Salut Empordà

Incidència de la COVID-19 a l'Alt Empordà per municipis

Període: del 25/02/2020 al 7/05/2020

DEPARTAMENT D'INNOVACIÓ I RECERCA DE LA FUNDACIÓ SALUT EMPORDÀ I UNIVERSITAT DE GIRONA

Pere Plaça, director d'Innovació i Recerca de la FSE. Professor de Pediatria de la UdG

Álvaro Franquet, doctorant industrial del Departament d'Innovació i Recerca de la FSE

Marc Saez, catedràtic d'Estadística i Econometria de la UdG. Investigador en el Grup de Recerca en Estadística, Econometria i Salut (GRECS)

Maria Antònia Barceló, professora d'Estadística i Econometria de la UdG. Investigadora en el Grup de Recerca en Estadística, Econometria i Salut (GRECS)

INVESTIGACIÓN REALIZADA

OTROS TRABAJOS

27

THE CONVERSATION

Rigor académico, oficio periodístico

COVID-19

Ciencia + Tecnología

Cultura

Economía

Educación

Medicina + Salud

Medioambiente + Energía

Política + Sociedad

Búscar análisis, investigaciones...



Covid-19: la malinterpretación de los datos de la pandemia daña la confianza del público

4 noviembre 2020 20:50 CET

Shutterstock / Cryptographer

Correo

Twitter

Facebook

LinkedIn

Imprimir

61

188

Dos cartas publicadas en *The Lancet* y *The Lancet Public Health* en los últimos meses defienden la necesidad de evaluar de forma independiente la respuesta española ante la covid-19. Estamos de acuerdo, pero nos gustaría complementarlas con tres puntos que nos acercan a la ciencia abierta. Nos referimos a la confusión terminológica, la calidad de los datos y su disponibilidad.

Según las cartas, una de las razones por las que España se ha visto más afectada por la pandemia es la poca confianza que hay en el asesoramiento científico.

Autores



Marc Saez Zafra

Catedrático de Estadística y Econometría, Universitat de Girona

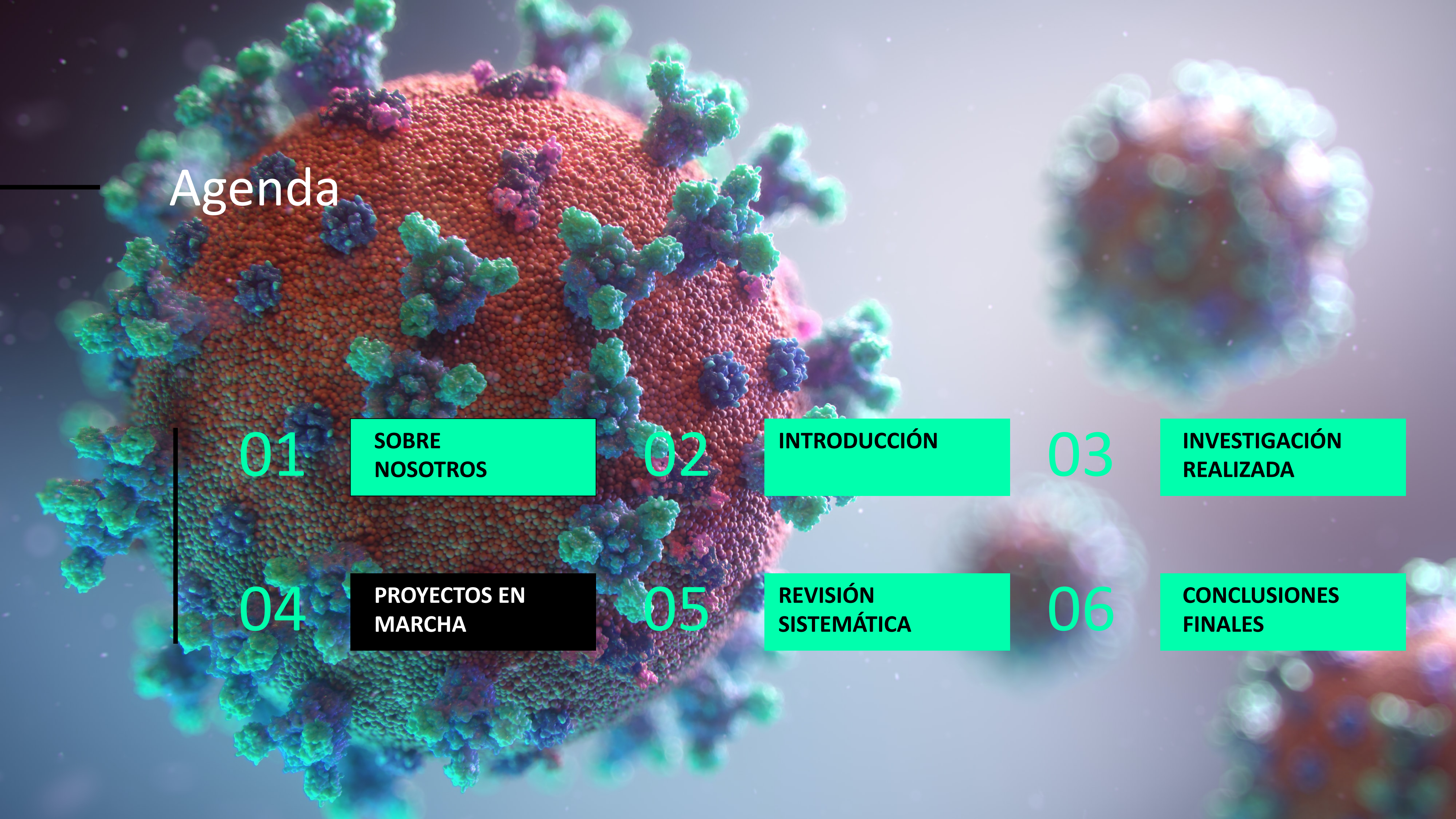


María A. Barceló Rado

Catedrática acreditada de Estadística y Econometría, Universitat de Girona



Ainhoa Alustiza Galarza



Agenda

01

**SOBRE
NOSOTROS**

02

INTRODUCCIÓN

03

**INVESTIGACIÓN
REALIZADA**

04

**PROYECTOS EN
MARCHA**

05

**REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

06

**CONCLUSIONES
FINALES**

PROYECTOS FINANCIADOS

- ✓ **Fondo SUPERA COVID-19** (SAUN: Santander Universidades-CRUE-CSIC) 'IMPSEROCOVID19. Impacto y Seroprevalencia de la enfermedad COVID-19'. IP: Marc Saez, 15 de julio de 2020-15 de julio 2021. Entidades participantes: UdG, EASP, UGR.
- ✓ **Pfizer Global Medical Grants.** COVID-19 Competitive Grant Program 'Seroprevalence and the socioeconomic and health impact of COVID-19 on general and vulnerable population'. IPs: Marc Saez y Maria Antònia Barceló, 1 de enero 2021-31 de diciembre 2021. Entidades participantes: UdG, EASP.

OTROS PROYECTOS

- ✓ **Big Data per a la prevenció d'epidèmies.** Consorcio formado por la Conselleria de Polítiques Digitals i Administració Pública y por la Conselleria de Salut, Generalitat de Catalunya; Fundació Barcelona Mobile World Capital Foundation; Fundació Lluita contra la SIDA; Fundació EURECAT; Barcelona Supercomputing Center; Centre for Innovation for Data tech and Artificial Intelligence (CIDAI); Orange; Telefonica; GSMA; Hospital Germans Trias i Pujol; Hospital Clínic, Barcelona; ISGlobal; Universitat Rovira i Virgili; Universitat de Girona (Investigadores Principales: Marc Saez, Maria Antònia Barceló). Julio de 2020-diciembre de 2021.

OBJETIVOS

Generales

31

- ✓ Conocer los factores socioeconómicos y ambientales de riesgo y la dinámica poblacional en la propagación en el espacio y en el tiempo de la infección por el SARS-CoV-2 y su incidencia en la mortalidad y la morbilidad.
- ✓ Conocer la magnitud, características y evolución del impacto y la seroprevalencia de la enfermedad COVID-19 en población general y vulnerable de España.

OBJETIVOS

Específicos del GRECS, UdG

32

- ✓ Conocer la distribución espacial y temporal de la epidemia (incidencia, hospitalización, ingresos a UCI y mortalidad) por provincias, municipios y por áreas/zonas básicas de salud.
- ✓ Identificar las características sociales y ambientales de las áreas de residencia de las personas afectadas.
- ✓ Analizar la asociación entre la pandemia y los determinantes socioeconómicos y medioambientales de las áreas de residencia de los sujetos.
- ✓ Desarrollar una herramienta que permita la visualización y seguimiento de la pandemia y la aplicación de la metodología de forma automatizada para la vigilancia epidemiológica.

NUESTRO EQUIPO

33



Marc Saez

Maria A. Barceló



Gerard Giménez



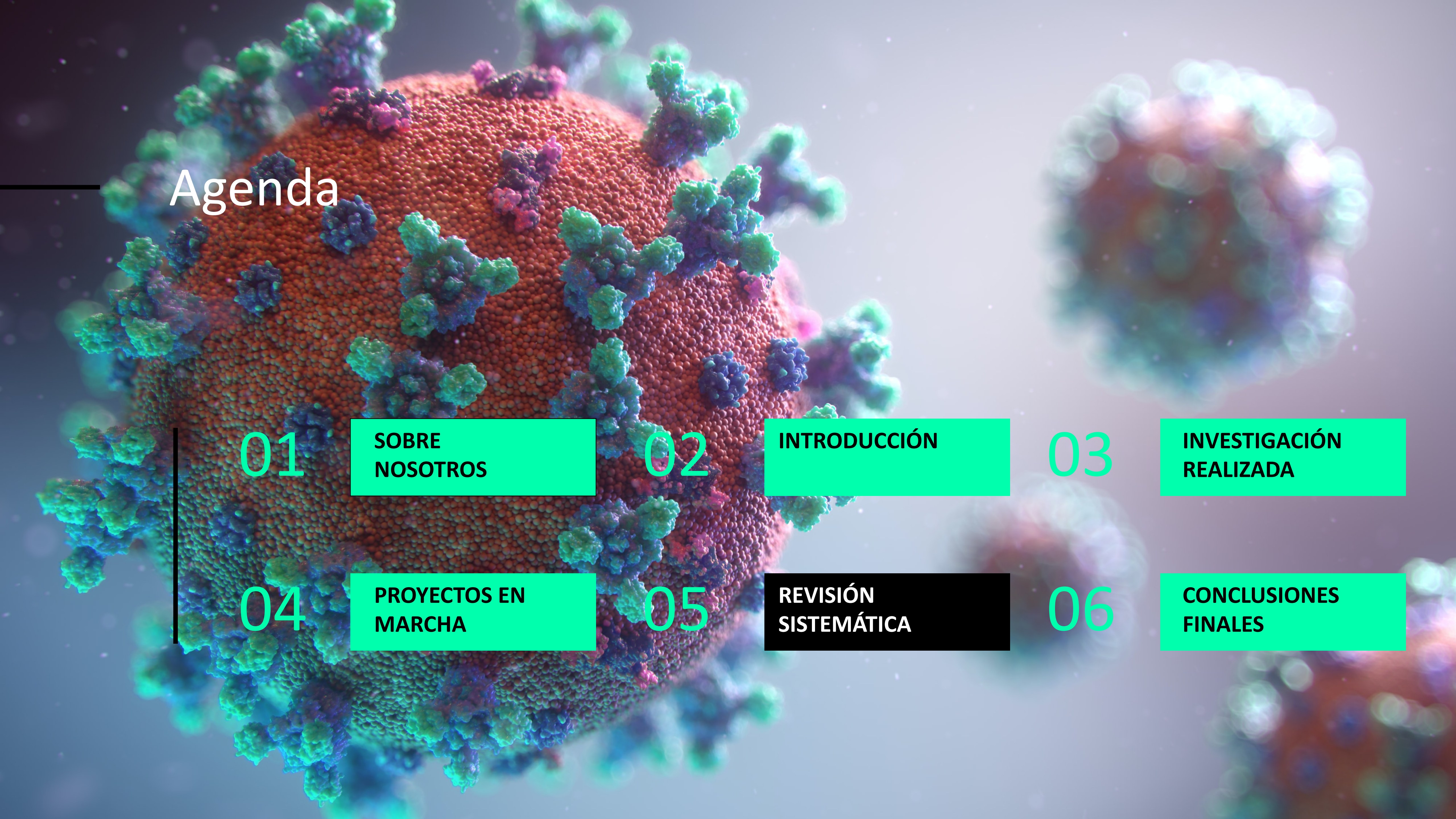
Som Chaudhuri



Diego Varga



Álvaro Franquet



Agenda

01

**SOBRE
NOSOTROS**

02

INTRODUCCIÓN

03

**INVESTIGACIÓN
REALIZADA**

04

**PROYECTOS EN
MARCHA**

05

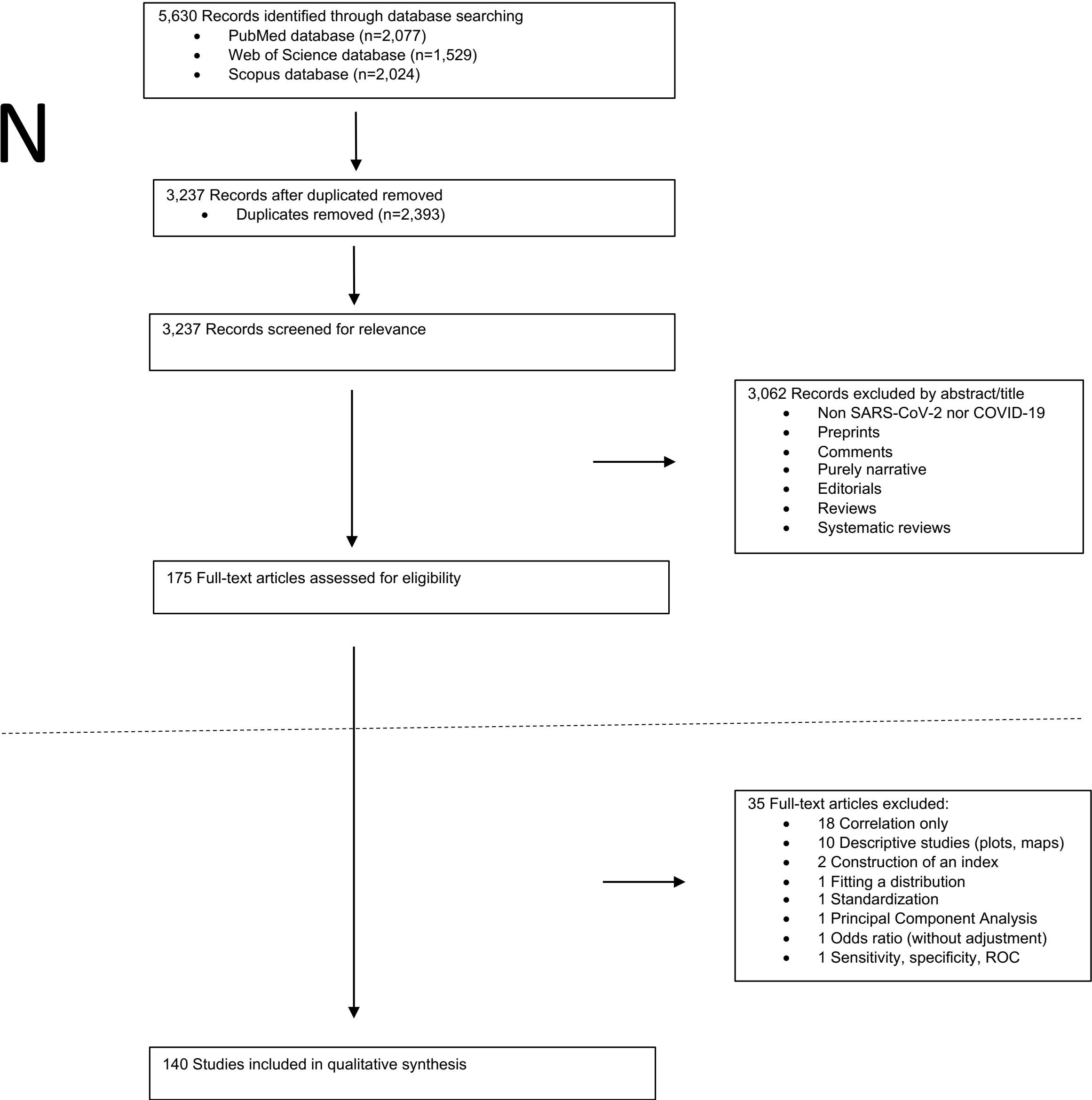
**REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

06

**CONCLUSIONES
FINALES**

PROCESO DE SELECCIÓN

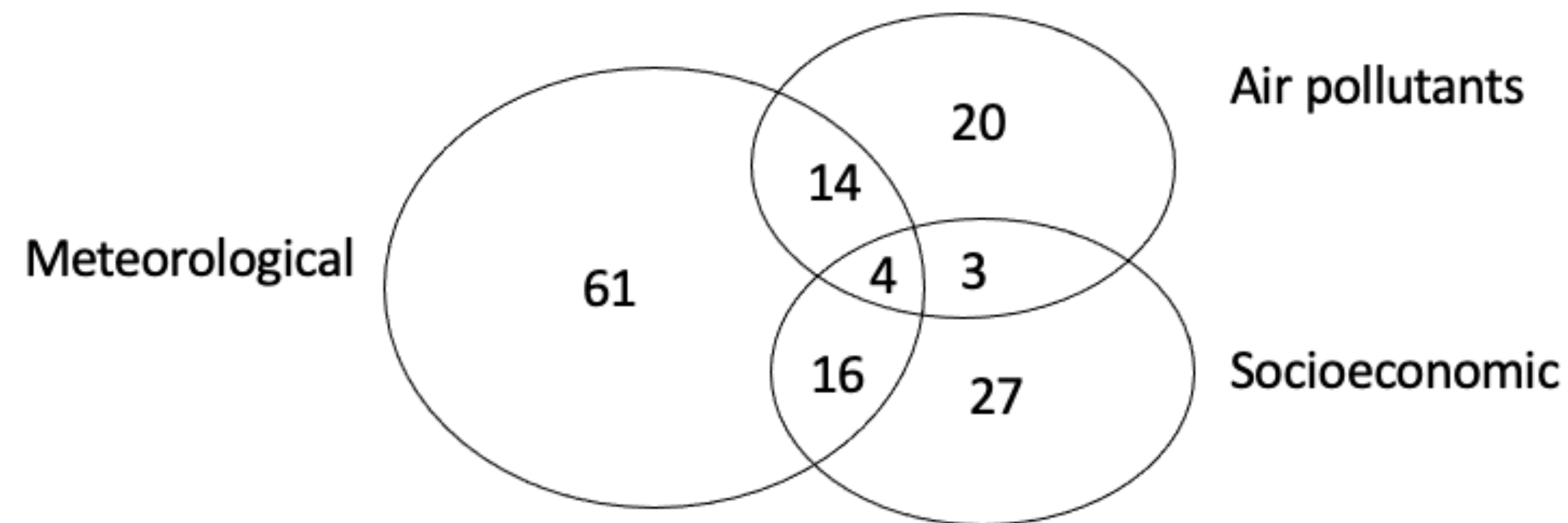
Figure 1.- Flow-chart of the study selection process



CLASIFICACIÓN ARTÍCULOS

- ✓ 95 artículos tratan de variables meteorológicas, 41 artículos de contaminantes atmosféricos y 50 de variables socioeconómicas.

36



- ✓ 18 artículos de variables meteorológicas también tratan contaminantes atmosféricos, 20 también tratan de variables socioeconómicas y 4 tanto contaminantes atmosféricos como de variables socioeconómicas.
- ✓ 3 artículos de contaminantes atmosféricos tratan también de variables socioeconómicas.

VARIABLES METEOROLÓGICAS

- ✓ Durante la primera ola, el conocimiento de otras enfermedades respiratorias virales sugería que la transmisión del SARS-CoV-2 podría estar modulada por factores ambientales que varían estacionalmente, como la temperatura y la humedad.
- ✓ Los estudios plantearon la hipótesis de que las condiciones climáticas reducirían la tasa de transmisión viral en los lugares que entraran al verano boreal y que los países del hemisferio sur experimentarían una mayor propagación de la enfermedad.
- ✓ Smit *et al.*, en una revisión sistemática realizada en julio de 2020, en la que evaluaron críticamente 42 artículos publicados en revistas científicas y 80 preprints (es decir, artículos no revisados todavía y publicados on-line), concluyeron que la evidencia hasta ese momento sugería que o bien no existía un efecto de modulación de las condiciones climáticas del verano (alta temperatura y baja humedad) o bien éste era débil.

CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

- ✓ Copat *et al.* llevaron a cabo una revisión sistemática de 15 estudios (13 artículos y 2 preprints) publicados entre abril de 2020 y el 6 de julio de 2020, con el objetivo de aportar evidencia sobre el papel de la contaminación atmosférica en la incidencia y mortalidad de COVID-19. Encontraron una asociación consistente entre algunos contaminantes del aire (PM_{2.5} y NO₂, y en menor medida PM₁₀) y una mayor incidencia y mortalidad por COVID-19. Sin embargo, señalaron que existían limitaciones importantes para la comparación directa de los resultados y que se necesitaban más estudios para fortalecer la evidencia científica.
- ✓ Malecki *et al.* realizaron una revisión sistemática de 19 estudios, publicados hasta el 31 de octubre de 2020, que evaluaron la asociación de la contaminación por material particulado y la propagación del SARS-CoV-2. Señalaron que, si bien hubo alguna evidencia de que el material particulado desempeñó un papel en la propagación del SARS-CoV-2, la concentración de PM por sí sola podría no ser eficaz en la propagación de la enfermedad, puesto que están involucradas otras variables meteorológicas y ambientales.

Copat C, Cristaldi A, Fiore M, Grasso A, Zuccarello P, Signorelli SS, Conti GO, Ferrante M. The role of air pollution (PM and NO(2)) in COVID-19 spread and lethality: A systematic review.. *Environ Res.* 2020; 191:110129. doi: 10.1016/j.envres.2020.110129.

Maleki M, Anvari E, Hopke PK, Noorimotlagh Z, Mirzaee SA. An updated systematic review on the association between atmospheric particulate matter pollution and prevalence of SARS-CoV-2. *Environ Res.* 2021; 195:110898. doi: [10.1016/j.envres.2021.110898](https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110898).

VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

- ✓ Ninguna revisión sistemática.
- ✓ En estudios ecológicos, los resultados no son concluyentes. En algunos, sobre todo de Estados Unidos, las áreas con una mayor privación económica presentan una mayor incidencia y también una mayor mortalidad. Pero en otros, no se encuentra una asociación o incluso la privación es un factor protector.
- ✓ En estudios ecológicos, consistentemente, a mayor densidad de población mayor incidencia y mortalidad.
- ✓ En estudios individuales, los individuos con menor renta o de grupos más desfavorecidos tienen más riesgo de hospitalización y de muerte.

PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Diseño ecológico vs. individual

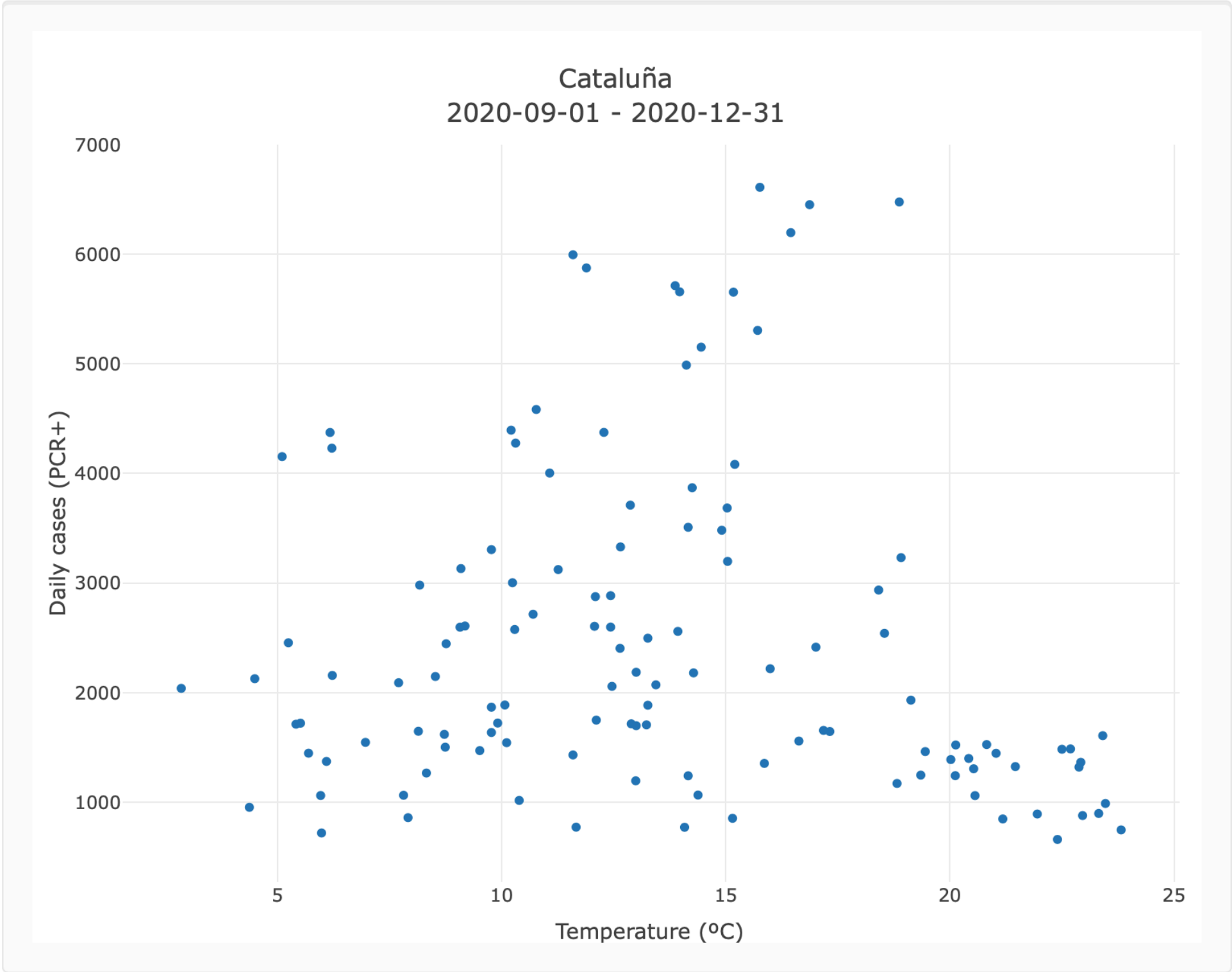
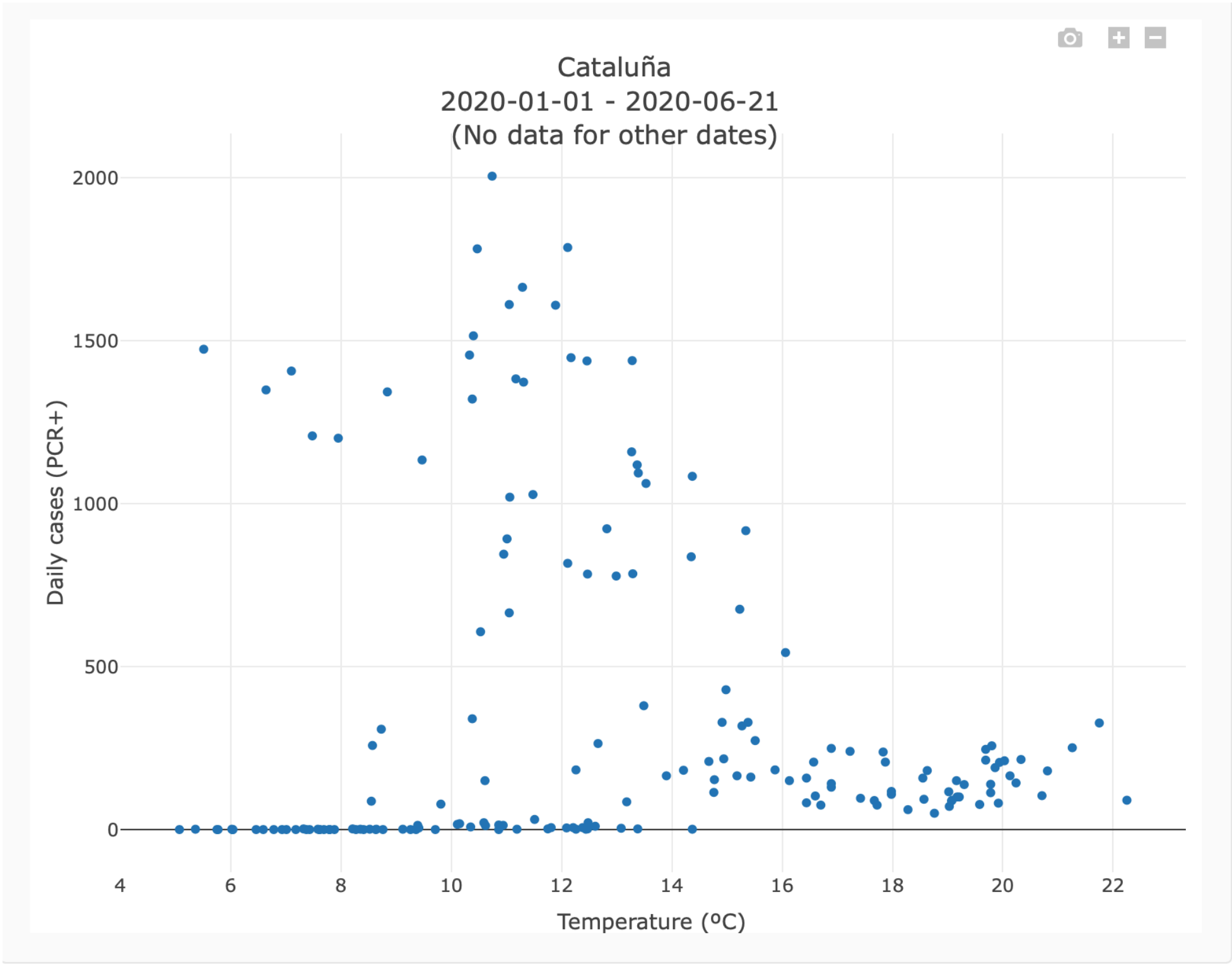
- ✓ De los 140 artículos finalmente seleccionados, 134 utilizan un diseño ecológico y 6 un diseño individual.
- ✓ Cinco de los seis estudios de diseño individual analizan la influencia de variables socioeconómicas. Sólo uno considera la influencia de ambas, variables socioeconómicas y contaminantes atmosféricos.

Período de estudio

- ✓ Aunque la mayoría de los estudios (137 de 140) analizan datos referidos a la primera ola (hasta el 1 de agosto), hay 3 que incluyen también la segunda ola. No debe hacerse. El comportamiento de la pandemia y, por tanto también de la asociación, es distinto entre las dos olas.

PROBLEMAS METODOLÓGICOS

41



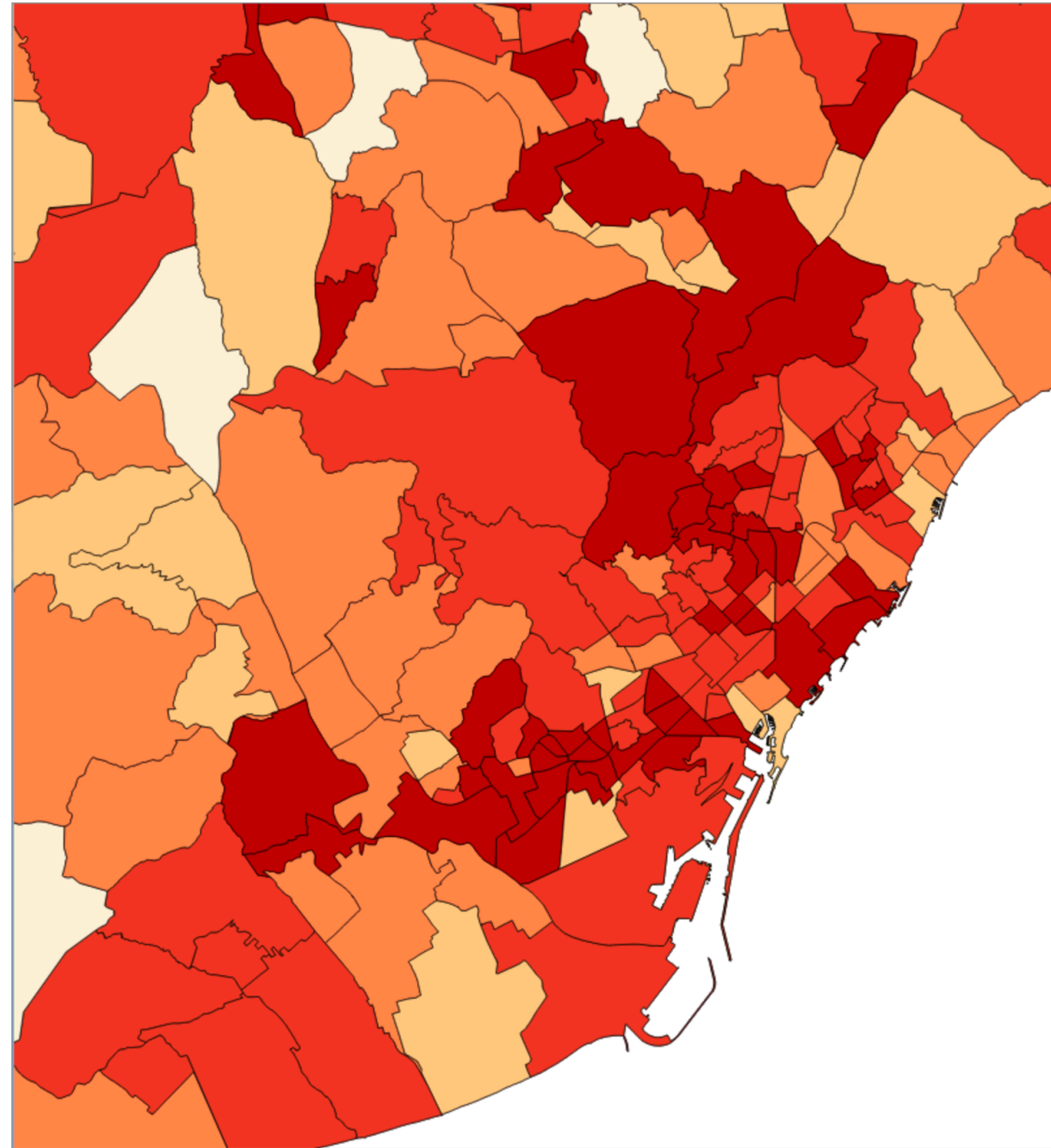
PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Control de población

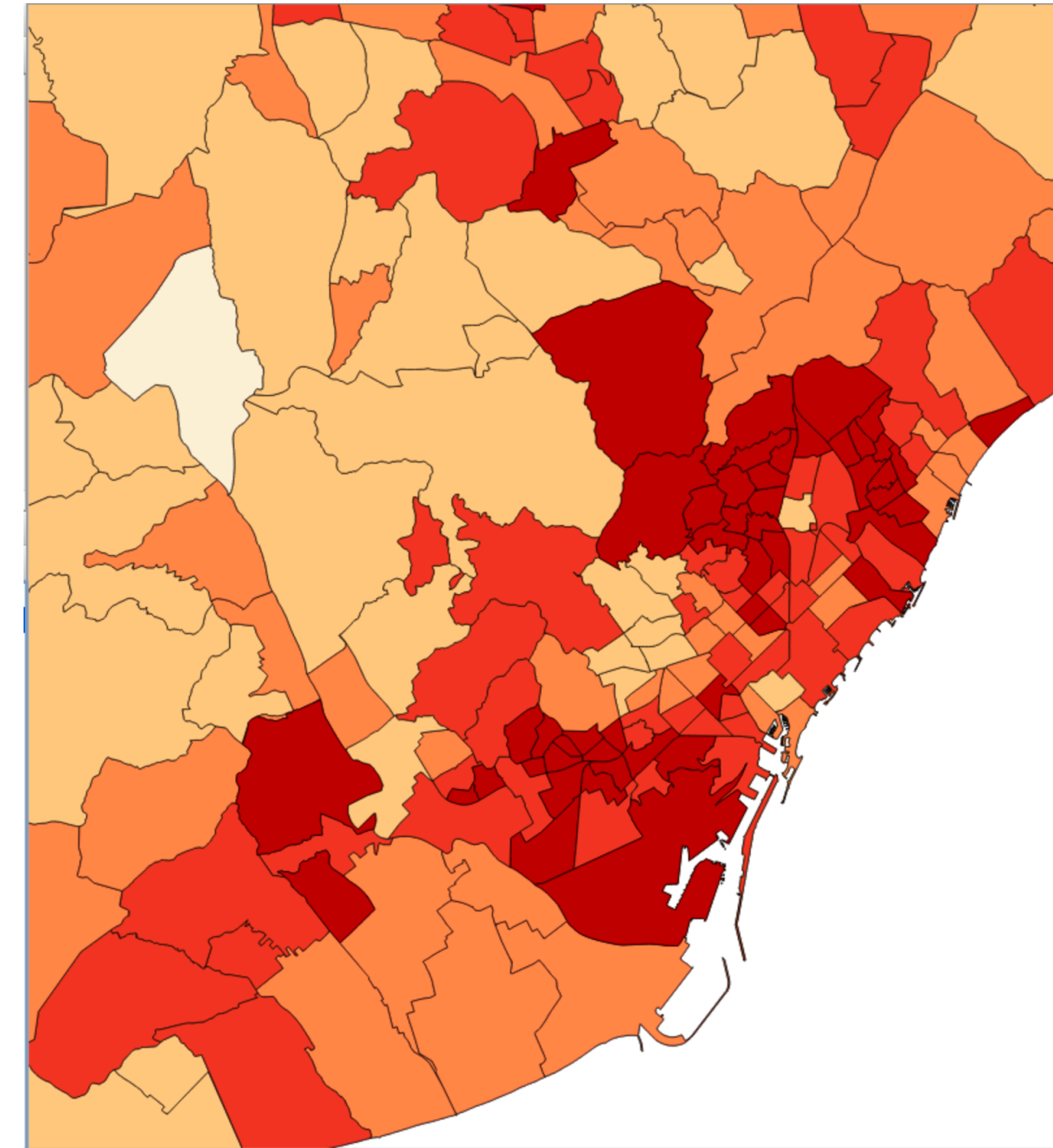
- ✓ Más de la mitad de los estudios no controlan por la población (77 de 140).

PROBLEMAS METODOLÓGICOS

43



Casos acumulados
(hasta el 31 de Agosto de 2021)



Casos acumulados por 100.000 habitantes
(hasta el 31 de Agosto de 2021)

PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Problema estadístico estadístico

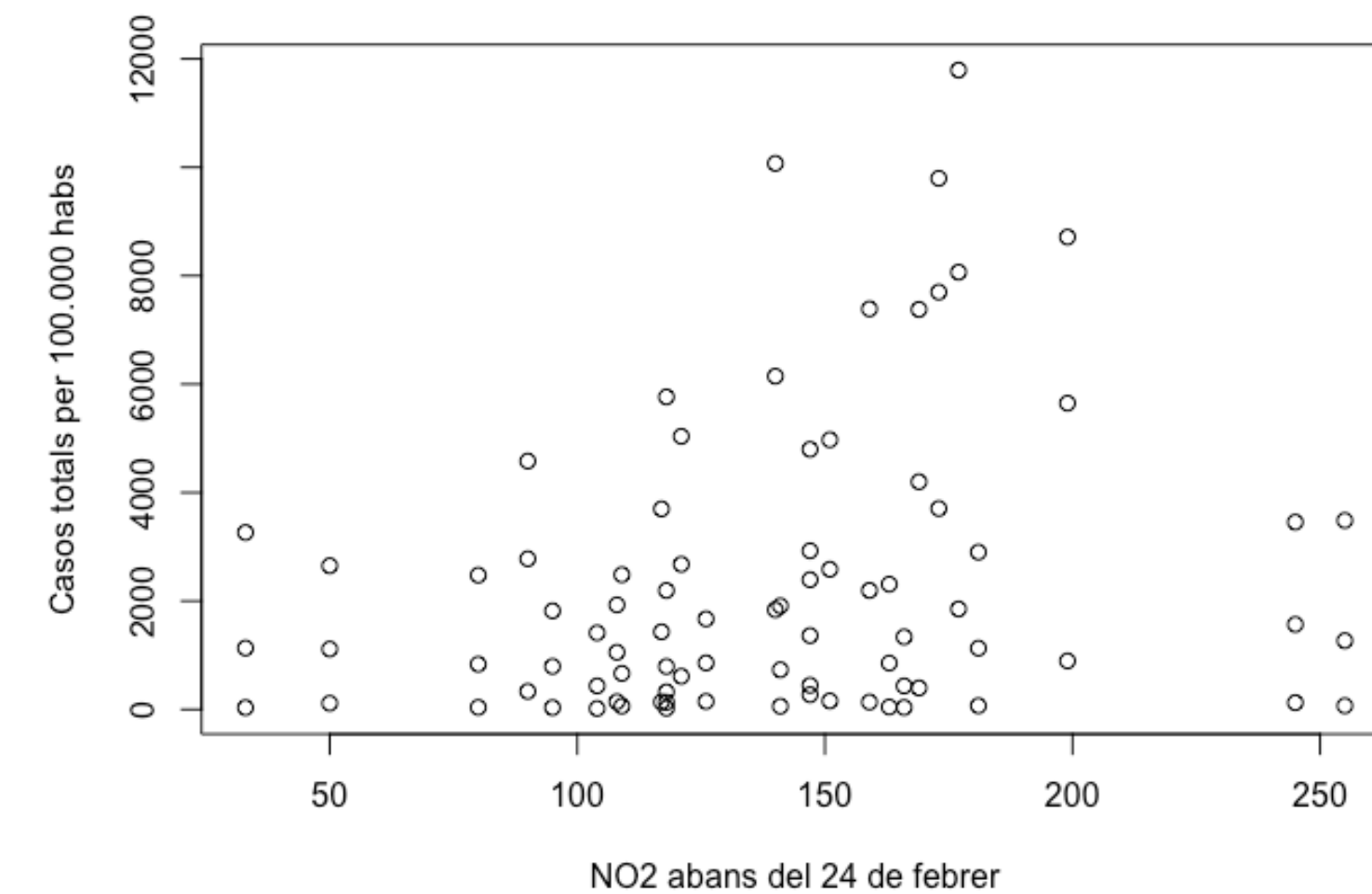
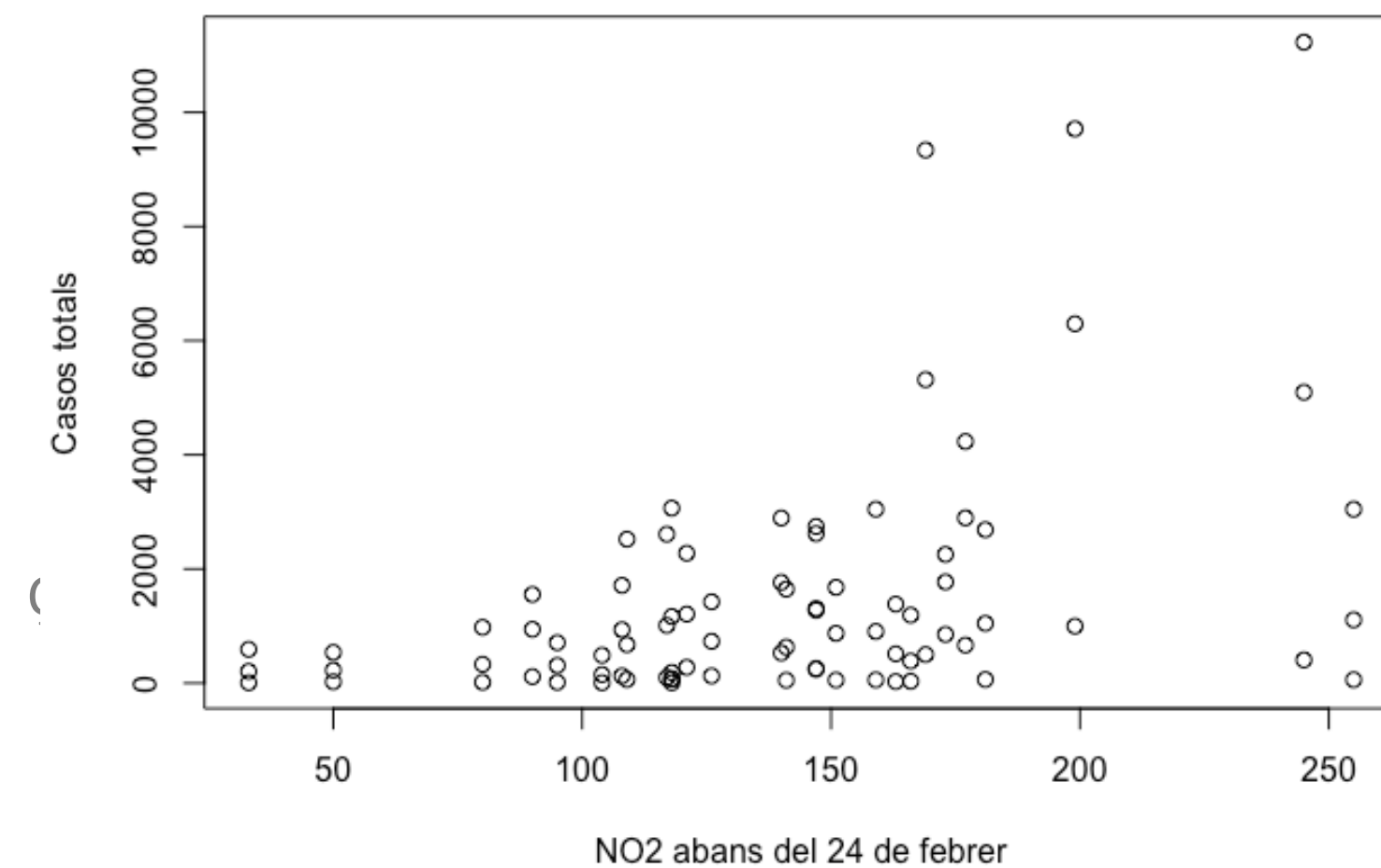
- ✓ 42 estudios utilizan un modelo de regresión lineal.
- ✓ Variable dependiente discreta – errores no distribuidos normalmente. Además número de observaciones no muy grande (en algunos casos muy reducido)
- ✓ Tampoco es una solución utilizar tasas (casos y/o muertes por 100.000 habitantes, por ejemplo), puesto que existe heteroscedasticidad.

PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Modelo estadístico – Regresión lineal

- ✓ Filippini *et al.* intentan relacionar la transmisión de la infección por SARS-CoV-2 con la exposición a largo plazo a dióxido de nitrógeno (NO₂) en las provincias de tres regiones del Norte de Italia (Lombardia, Venetto y Emilia Romagna), entre el 8 de marzo y 5 de abril, 2020.

45



Filippini T, Rothman KJ, Goffi A, Ferrari F, Maffei G, Orsini N, Vinceti M. Satellite-detected tropospheric nitrogen dioxide and spread of SARS-CoV-2 infection in Northern Italy. *Sci Total Environ.* 2020, 739:140278.

PROBLEMAS METODOLÓGICOS

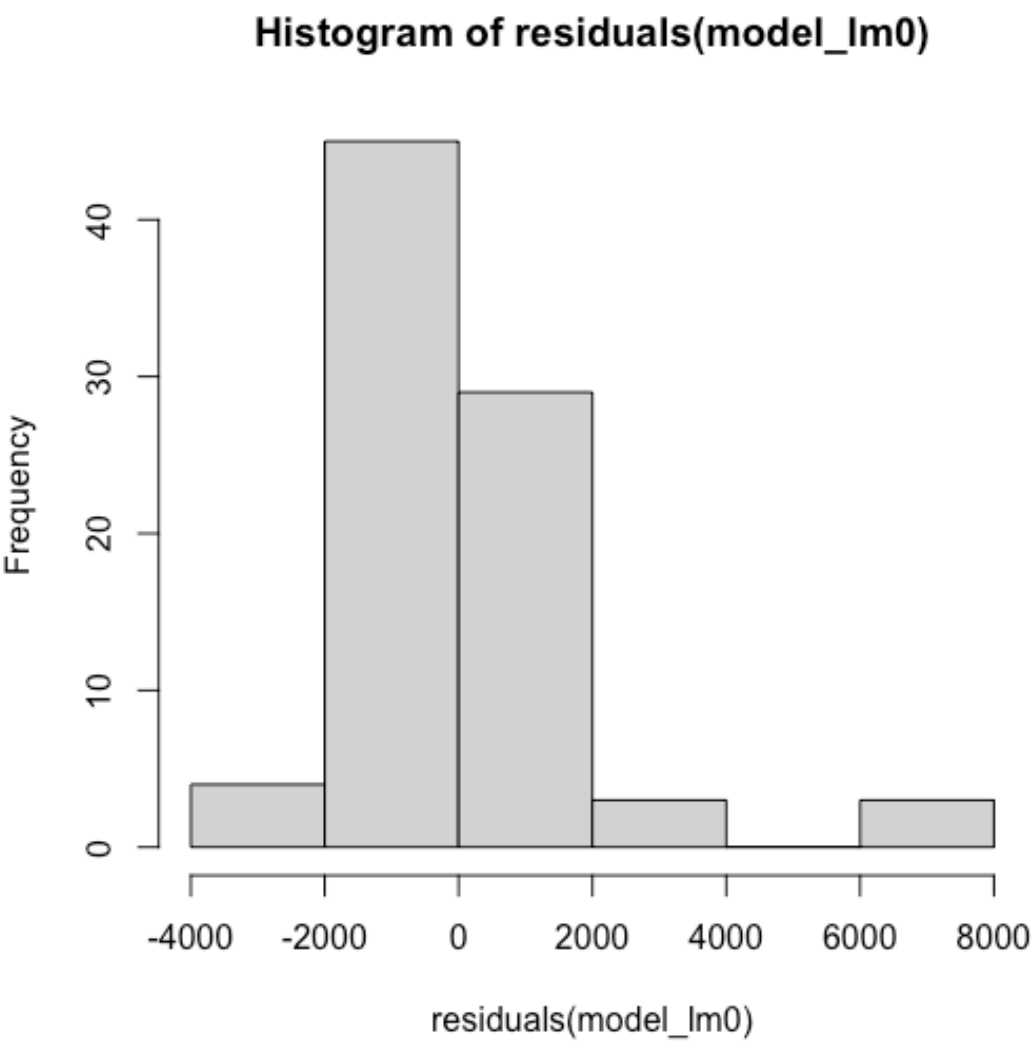
Modelo estadístico – Regresión lineal – variable dependiente casos

```
Call:
lm(formula = Total_cases ~ NO2_before_Feb_24)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3589.4 -1005.5  -339.5   634.3  7769.1

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   -1132.232    625.636   -1.810   0.074 .
NO2_before_Feb_24    18.748      4.254    4.407 3.15e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1914 on 82 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1915,    Adjusted R-squared:  0.1816
F-statistic: 19.42 on 1 and 82 DF,  p-value: 3.145e-05
```



Por cada $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 , el número de casos aumentó en 18,748 personas (en todo el período)

PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Modelo estadístico – Regresión lineal – variable dependiente casos por 100.000 habs

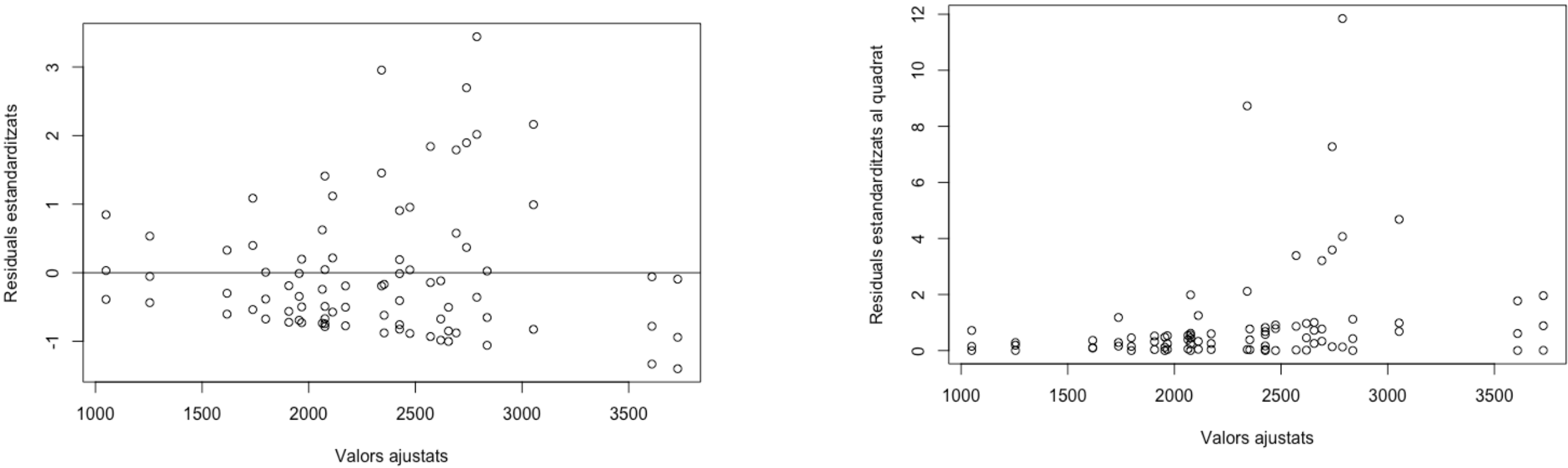
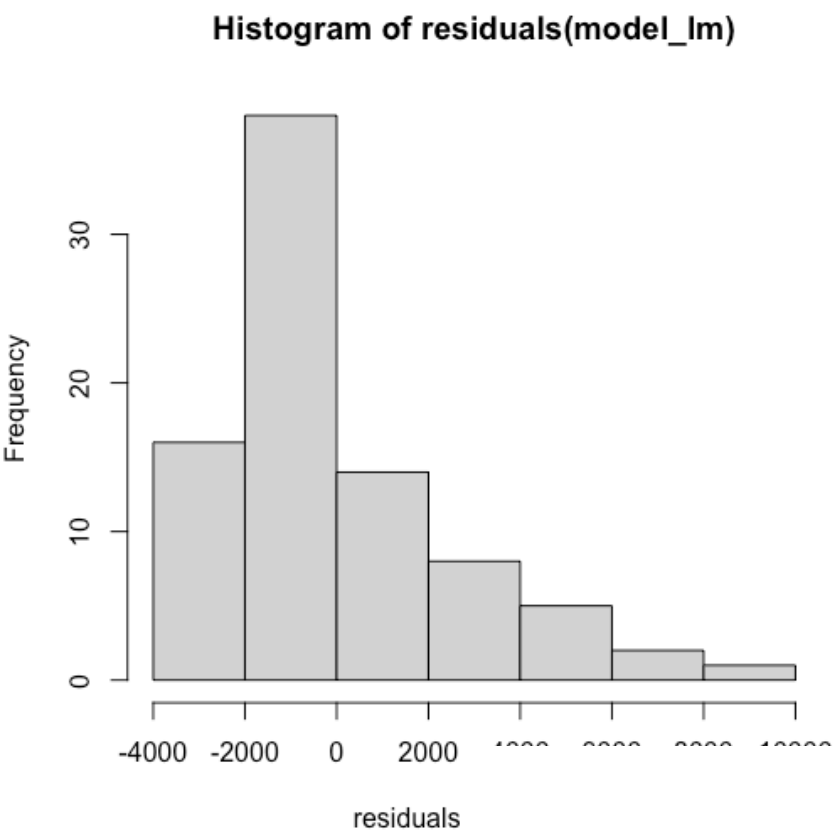
47

```
Call:
lm(formula = Total_cases_100000 ~ NO2_before_Feb_24)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3662.0 -1832.1  -707.5   885.6  9004.6

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      651.211    855.350   0.761  0.4486
NO2_before_Feb_24  12.072      5.816   2.076  0.0411 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2616 on 82 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.04992,    Adjusted R-squared:
0.03833
F-statistic: 4.309 on 1 and 82 DF,  p-value: 0.04105
```



Por cada $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 , el número de casos aumentó en 12,072 personas por cada 100.000 habs (en todo el período)

PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Modelo estadístico – Regresión de Poisson – Offset población y permitiendo sobredispersión

```
Call:
glm(formula = Total_cases ~ NO2_before_Feb_24 +
offset(log(Population)),
    family = quasi(link = log, var = mu))
```

```
Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-115.001   -31.749    -7.634    14.829   108.141

Coefficients:
(Intercept)      -6.540777    0.398331  -16.420   <2e-16 ***
NO2_before_Feb_24  0.002299    0.002239   1.027    0.307
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for quasi family taken to be 1826.541)

Null deviance: 134463  on 83  degrees of freedom
Residual deviance: 132550  on 82  degrees of freedom
AIC: NA
```

```
Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

No se ha encontrado significativa la relación entre NO₂ y el número de casos por cada 100.000 habs (en todo el período)

PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Errores de medida

- ✓ Errores de medida en la variable dependiente: ¿Incidencia? Mortalidad
- ✓ Sólo 3 estudios estimaron la exposición de los sujetos a variables meteorológicas y/o contaminantes atmosféricos.
- ✓ El resto de estudios miden la exposición como promedio de los valores observados en las estaciones (meteorológicas o captadoras) bien en el área de estudio (estudios ecológicos) o bien en la que vive el sujeto (estudios individuales).

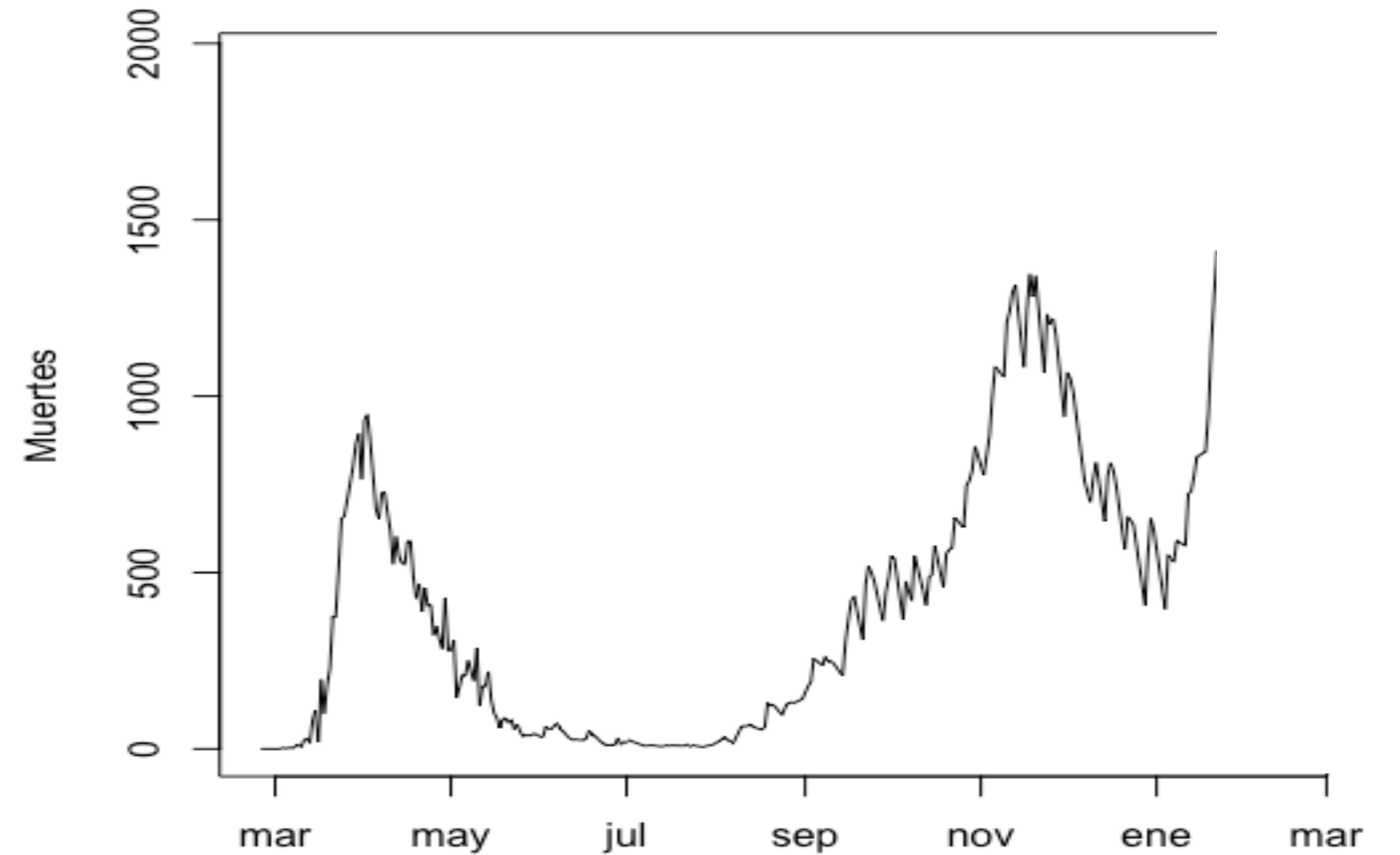
PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Control de la confusión

- ✓ Más de un tercio de los estudios que analizan variables meteorológicas (46 de 119) no controlan por variables socioeconómicas.
- ✓ Un tercio de los estudios que analizan contaminantes atmosféricos (16 de 54) tampoco lo hacen.
- ✓ Sólo 14 de los 140 estudios seleccionados controlan por la movilidad.
- ✓ Sólo 3 estudios controlan la confusión no observada.

PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Control de la dependencia temporal

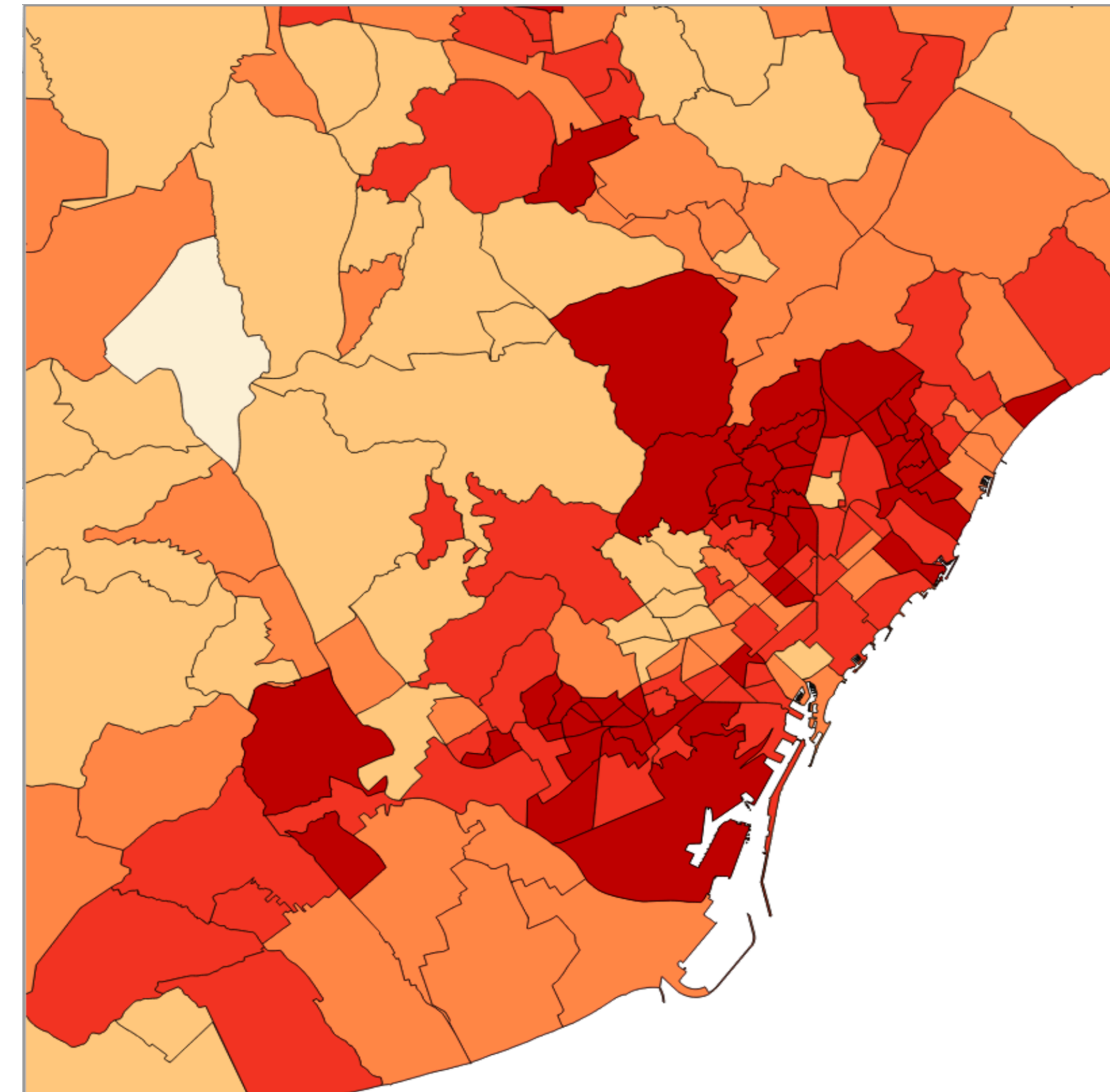


PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Control de la dependencia espacial

Mortalidad acumulada por 100.000 habitantes

(hasta el 31 de Agosto de 2021)



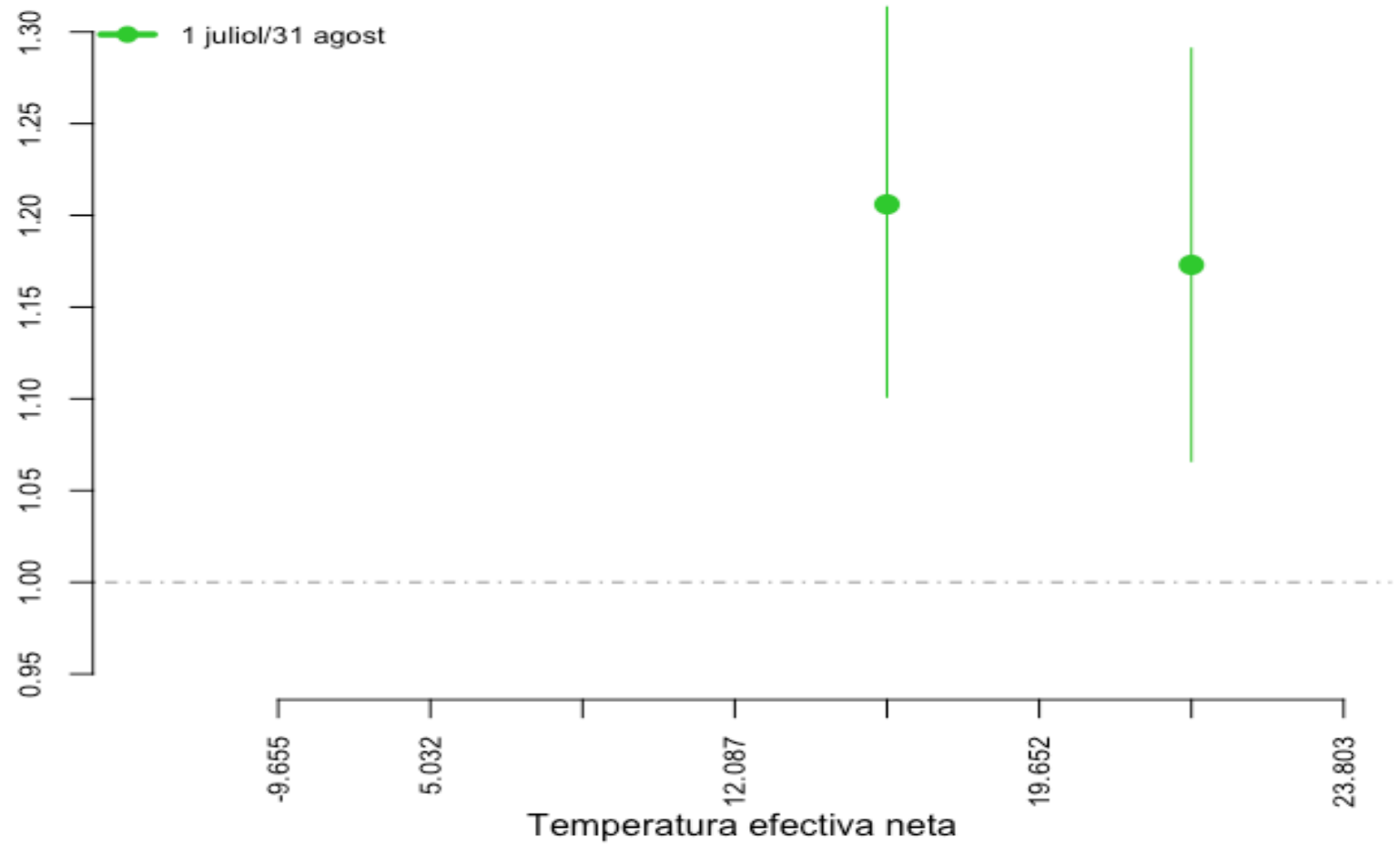
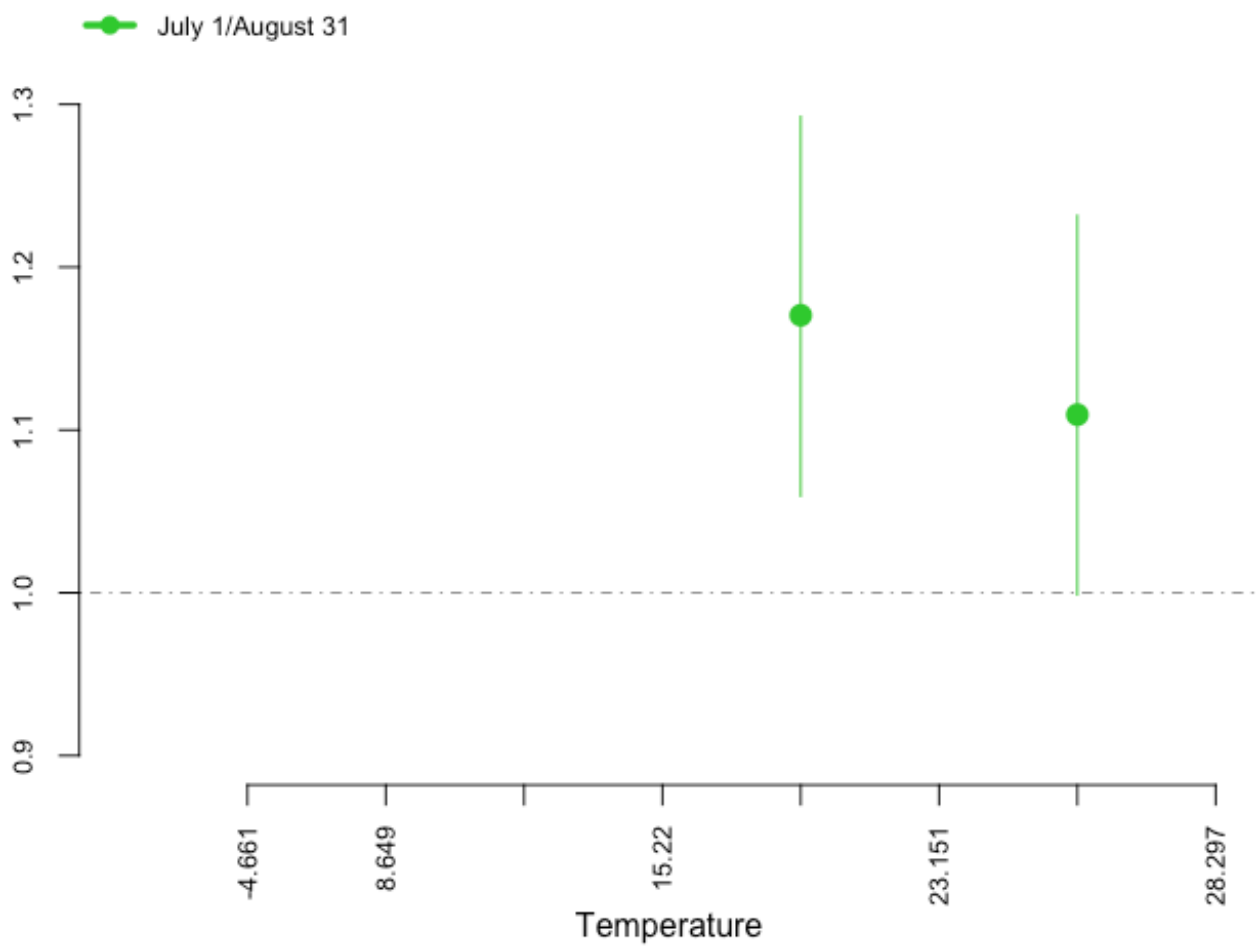
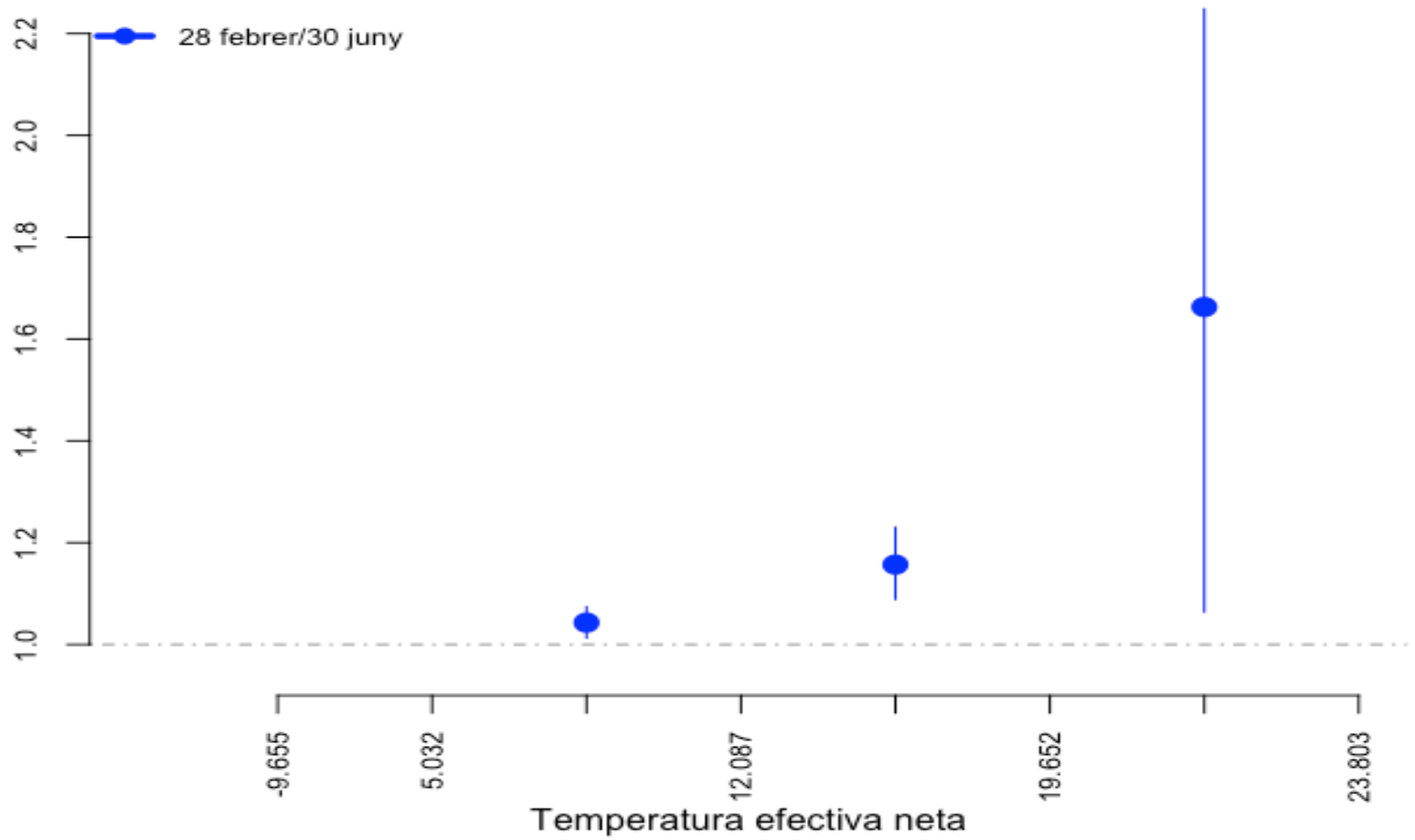
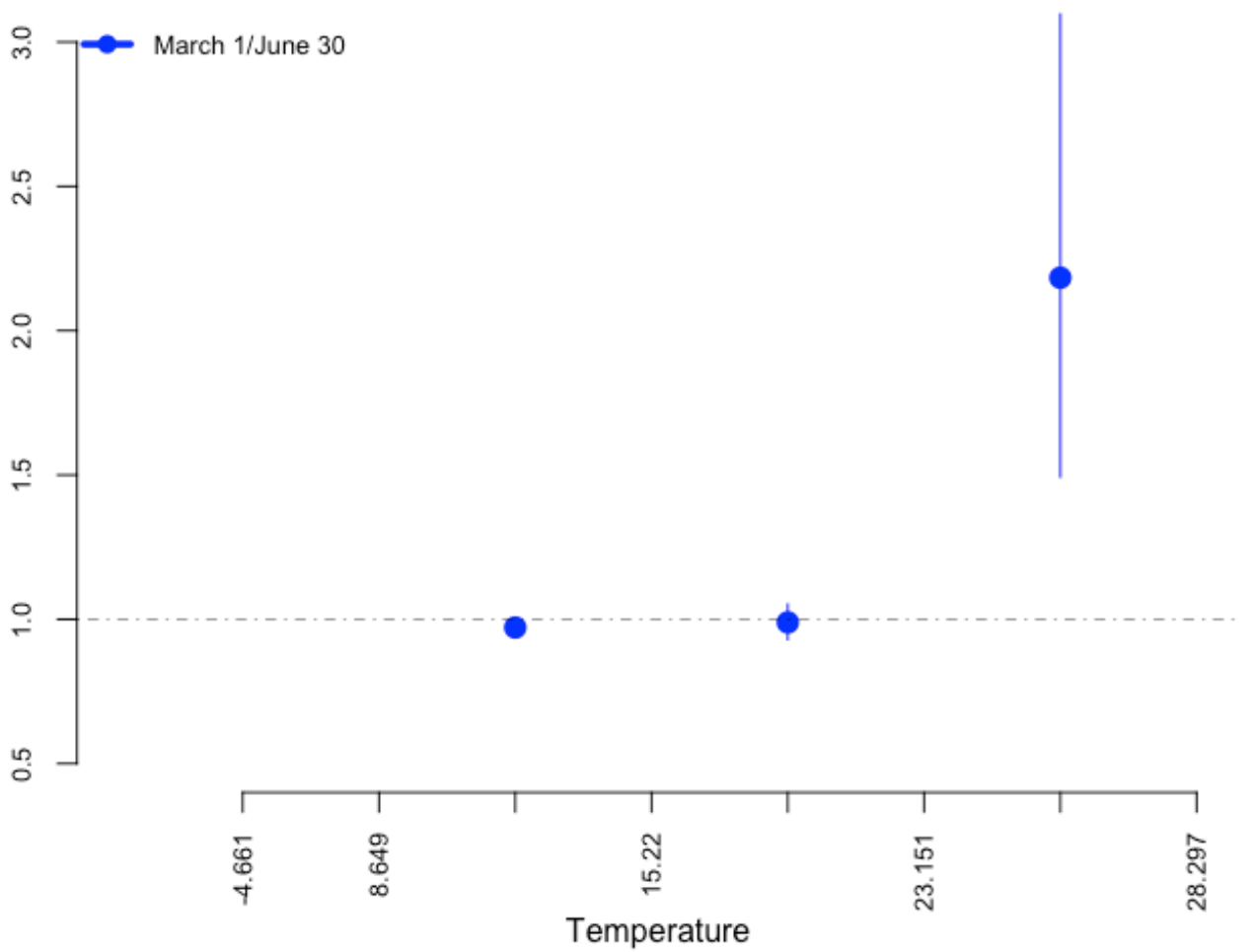
PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Control de la dependencia espacial y temporal

- ✓ De los estudios que tienen un diseño espacio-temporal, un 72,28% no controlan ni la dependencia espacial ni la temporal; un 18% no controlan la dependencia espacial, pero sí la temporal; un 3,61% controlan la dependencia espacial, pero no la temporal. Sólo un 6% controlan las dos, la dependencia espacial y la temporal.
- ✓ De los estudios que tienen un diseño espacial (no tienen componente temporal), el 91,78% no controlan la dependencia espacial.
- ✓ De los estudios que tienen un diseño temporal (no tienen componente espacial), ninguno de ellos controla la dependencia temporal.

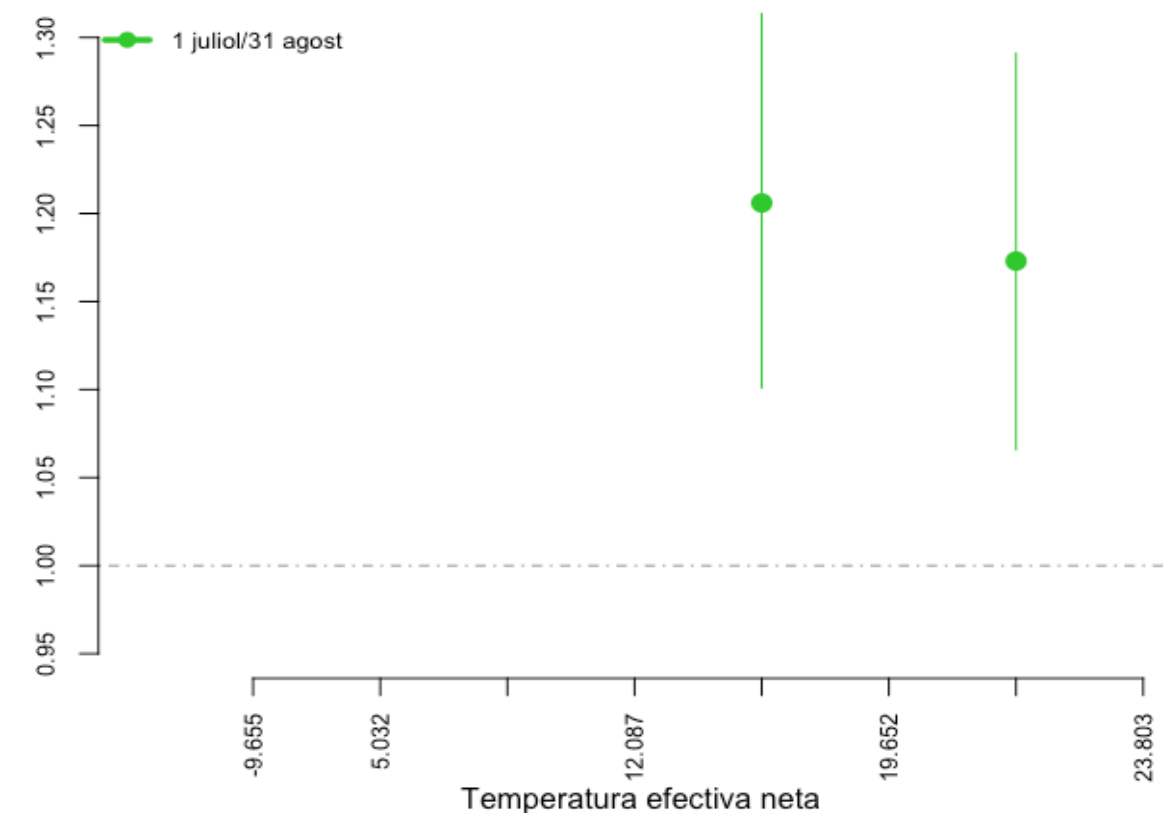
PROBLEMAS METODOLÓGICOS

- ✓ Acabamos de realizar un estudio utilizando como población de estudio las 373 Áreas Básicas de Salud (ABS) de Catalunya, en el período entre el 28 de febrero y el 31 de agosto de 2020.
- ✓ En el estudio controlamos todos los problemas metodológicos que hemos señalado.



METEOROLÓGICAS

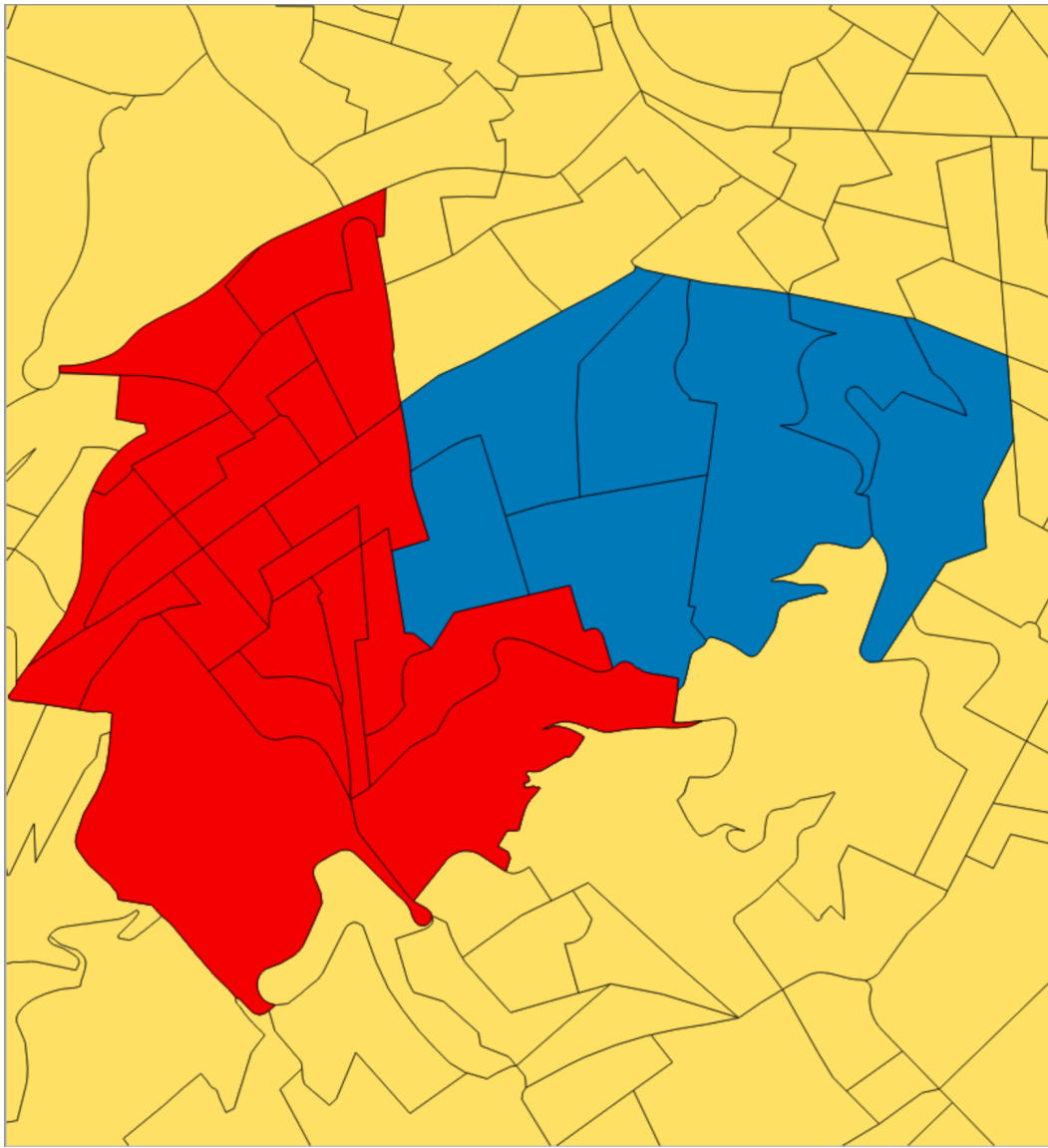
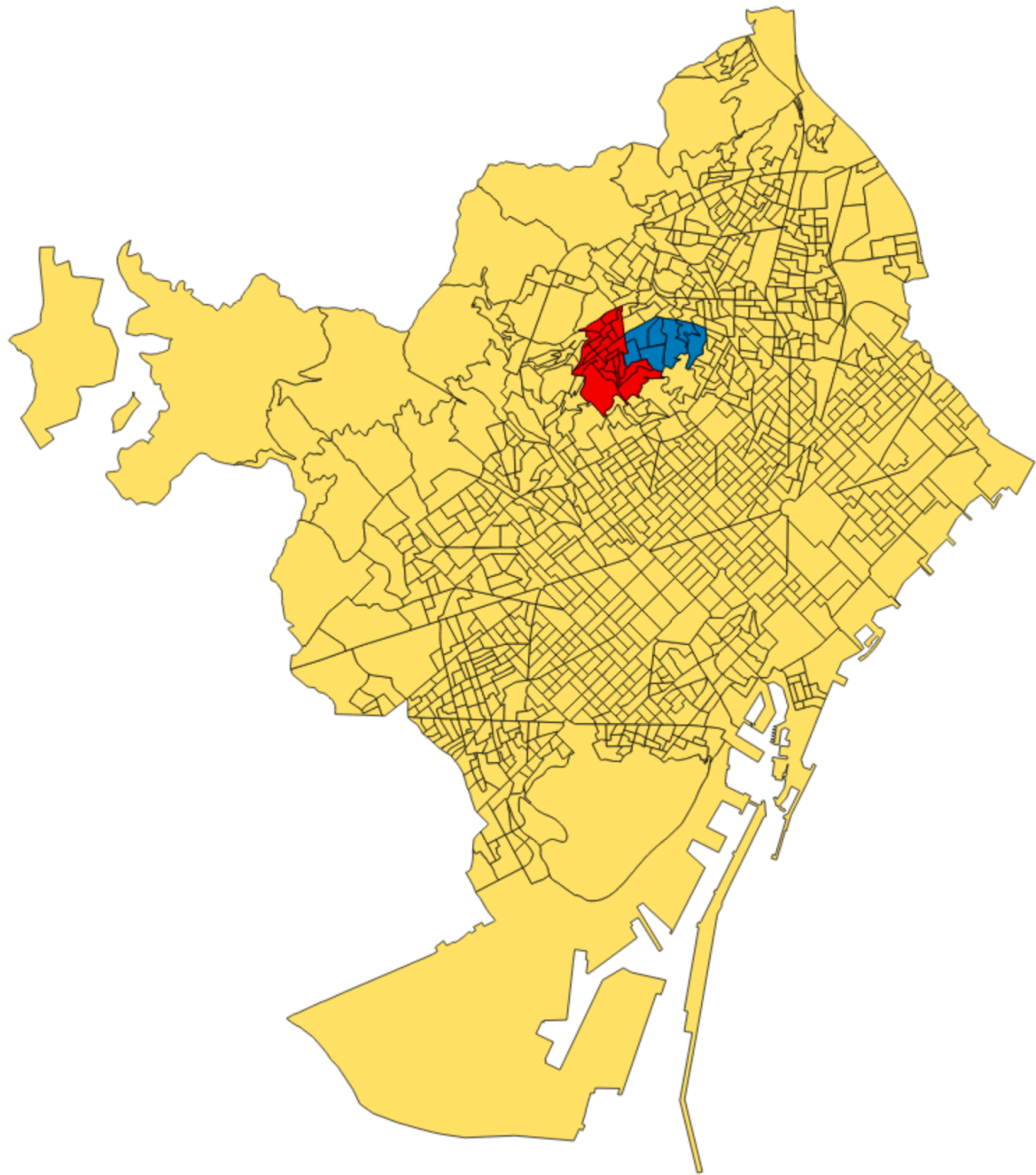
- ✓ El efecto de las variables meteorológicas fue muy similar al comportamiento de la movilidad.



- ✓ A medida que las condiciones meteorológicas fueron más favorables hubo mayor movilidad y, por tanto, más contactos, lo que comportó un aumento de la incidencia (y por tanto de las otras variables, hospitalización, ingresos en UCI y mortalidad).

CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

- ✓ La exposición a la contaminación atmosférica, en particular por NO₂, estuvo asociada a un aumento de la incidencia, aunque, sobre todo, durante la primera ola. Pero, además, esta asociación sólo se encontró en aquellas ABS más contaminadas y en aquellas con una contaminación moderada.
- ✓ Por lo tanto, podría ser que la exposición a la contaminación atmosférica fuera un sustituto de otras variables que fueran las verdaderamente asociadas con la incidencia (por ejemplo variables socioeconómicas).
- ✓ También encontramos una asociación entre la exposición a la contaminación atmosférica y el agravamiento de la enfermedad. Aunque creemos que puede ser sólo una consecuencia de la asociación con la incidencia.





Renta media por persona (2015-2017): 10715,70 €

Porcentaje inmigrantes (2019): 12,89%

Tasa de paro (2011): 25,98%

PM₁₀: 26,60 µg/m³

PM_{2.5}: 14,90 µg/m³

NO₂: 32,42 µg/m³

Renta media por persona (2015-2017): 17260,29 €

Porcentaje inmigrantes (2019): 8,69%

Tasa de paro (2011): 20,36%

PM₁₀: 22,06 µg/m³

PM_{2.5}: 12,77 µg/m³

NO₂: 21,80 µg/m³



VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

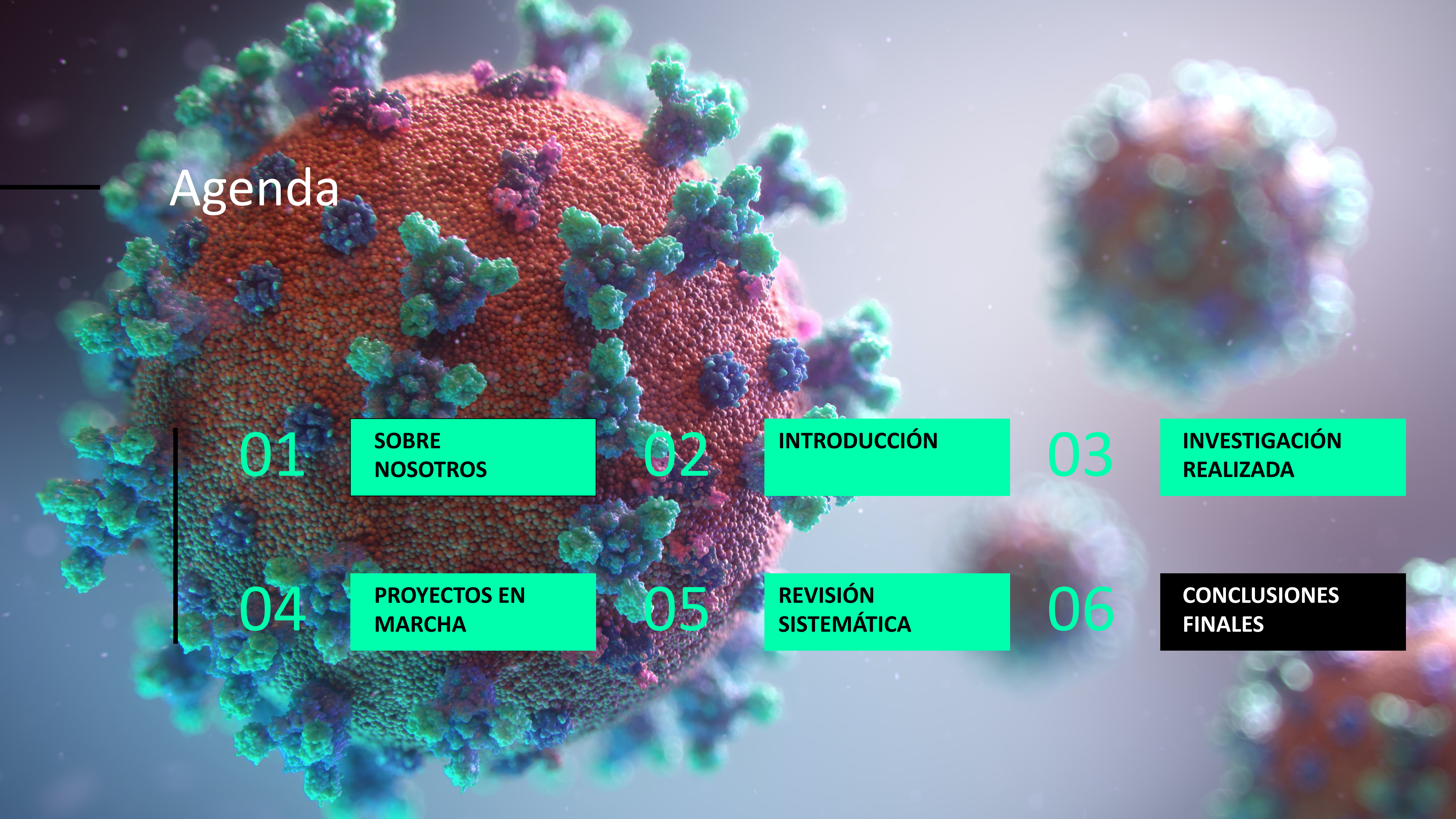
- ✓ En un artículo anterior (donde no incluíamos variables meteorológicas y no controlamos por movilidad), encontramos que, en la primera ola, las áreas con mayor renta presentaban un mayor número de PCR positivas y esto no estaba asociado con la mortalidad.
- ✓ En nuestro estudio más reciente, observamos que las áreas con mayor renta presentaban una menor incidencia, hospitalizaciones e ingresos en la UCI, tanto en la primera como en la segunda ola y una menor mortalidad en la segunda ola.
- ✓ En ambos estudios, encontramos que a mayor densidad de población, mayor incidencia y peores indicadores de agravamiento de la enfermedad, también en ambos casos y en ambos periodos.
- ✓ También, en ambos estudios, encontramos que aquellas áreas con más desempleo, sin embargo, presentaban una menor incidencia y mejores indicadores de empeoramiento de la enfermedad en ambos casos y en ambos periodos.

VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

Pollán M, Pérez-Gómez B, Pastor-Barriuso R, Oteo J, Hernán MA, Pérez-Olmeda M, Sanmartín JL, Fernández-García A, Cruz I, Fernández de Larrea N, Molina M, Rodríguez-Cabrera F, Martín M, Merino-Amador P, León J, Muñoz-Montalvo JF, Blanco F, Yotti R. Prevalence of SARS-CoV-2 in Spain (ENE-COVID): a nationwide, population-based seroepidemiological study. *Lancet*. 2020; 22;396(10250):535-544. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31483-5.

	Point-of-care test		Immunoassay	
	Number of participants	Seroprevalence (95% CI)	Number of participants	Seroprevalence (95% CI)
Overall	61 075	5.0% (4.7–5.4)	51 958	4.6% (4.3–5.0)
Sex				
Female	31 726	5.0% (4.7–5.5)	27 141	4.6% (4.2–5.0)
Male	29 349	5.0% (4.6–5.4)	24 817	4.6% (4.2–5.0)
Age, years				
0–19	11 422	3.4% (2.9–3.9)	6 527	3.8% (3.2–4.6)
20–34	8 469	4.4% (3.7–5.1)	7 569	5.0% (4.3–5.8)
35–49	14 532	5.3% (4.7–5.9)	13 354	4.9% (4.3–5.5)
50–64	15 094	5.8% (5.3–6.5)	13 906	4.7% (4.1–5.3)
≥65	11 558	6.0% (5.4–6.8)	10 602	4.5% (3.8–5.3)
Nationality				
Spanish	57 858	5.0% (4.7–5.4)	49 520	4.6% (4.2–4.9)
Other	2 643	5.6% (4.3–7.3)	2 178	5.7% (4.3–7.5)
Occupation*				
Active worker	25 759	5.8% (5.3–6.3)	23 763	5.3% (4.9–5.9)
Unemployed	4 459	3.3% (2.6–4.1)	3 981	3.5% (2.7–4.6)
Student	3 550	4.6% (3.6–5.8)	3 060	4.8% (3.8–6.1)
Retired	11 895	6.0% (5.4–6.8)	10 932	4.5% (3.8–5.3)
Permanent or temporary disability	1 476	4.1% (2.9–5.9)	1 342	3.6% (2.4–5.5)
House person	3 369	4.3% (3.5–5.4)	3 033	3.3% (2.5–4.3)
Unpaid social work	49	3.1% (0.7–11.4)	42	4.5% (1.4–13.6)
Other	965	4.2% (2.8–6.2)	839	3.3% (2.1–5.2)
Occupation sector†				
Telecommuting	11 899	6.4% (5.7–7.0)	10 947	5.9% (5.3–6.6)
Retail	1 640	4.7% (3.4–6.6)	1 515	4.5% (3.1–6.5)
Transport	800	5.9% (3.9–8.7)	731	5.8% (3.6–9.2)
Police, firefighters, or public safety	643	6.2% (4.1–9.2)	589	6.3% (4.0–9.9)
Cleaning	804	4.1% (2.6–6.4)	748	4.5% (2.9–7.1)
Health care	1 109	10.2% (7.9–13.0)	1 048	10.0% (7.7–12.9)
Nursing home or other social work	1 016	7.7% (5.6–10.5)	947	7.9% (5.9–10.6)
Home caregiver	403	6.4% (3.1–12.1)	372	3.7% (1.6–8.3)
Other	7 444	4.3% (3.6–5.0)	6 865	3.4% (2.8–4.0)
Household size, residents				
1	4 863	5.1% (4.3–6.0)	4 456	4.0% (3.3–5.0)
2	14 042	5.7% (5.1–6.5)	12 894	5.1% (4.4–5.8)
3–5	38 964	4.8% (4.5–5.3)	32 140	4.6% (4.2–5.1)
≥6	3 206	3.8% (2.7–5.3)	2 468	3.2% (2.1–4.8)

(Table 1 continues on next page)



Agenda

01

**SOBRE
NOSOTROS**

02

INTRODUCCIÓN

03

**INVESTIGACIÓN
REALIZADA**

04

**PROYECTOS EN
MARCHA**

05

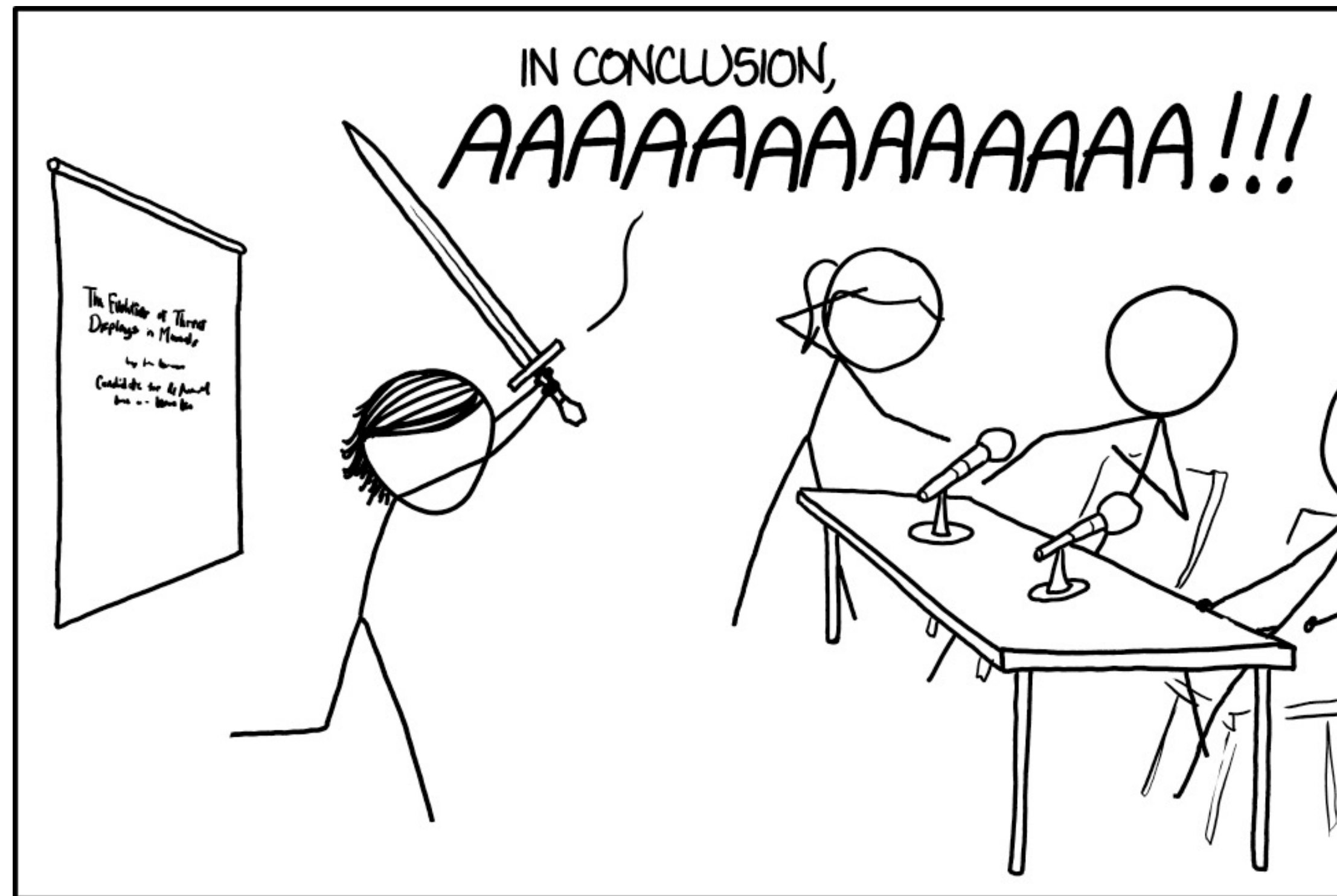
**REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

06

**CONCLUSIONES
FINALES**

RESUMIENDO

- ✓ Con datos agregados (es decir, ecológicos), concluimos que la exposición a variables medioambientales (meteorológicas y contaminantes atmosféricos) y las variables socioeconómicas no tienen una asociación directa con la pandemia por COVID-19.
- ✓ Todas estas variables están asociadas a la movilidad, a su vez, proxy de la interacción social (contactos entre personas).
- ✓ Existe la hipótesis que la exposición a los contaminantes atmosféricos podrían ser un modificador del efecto, agravando la enfermedad (a través de su relación con enfermedades tales como obesidad y diabetes), pero esto no se puede contrastar sin datos a nivel individual.



THE BEST THESIS DEFENSE IS A GOOD THESIS OFFENSE.



972 418338



marc.saez@udg.edu
antonia.barcelo@udg.edu



www.udg.edu/grecs