

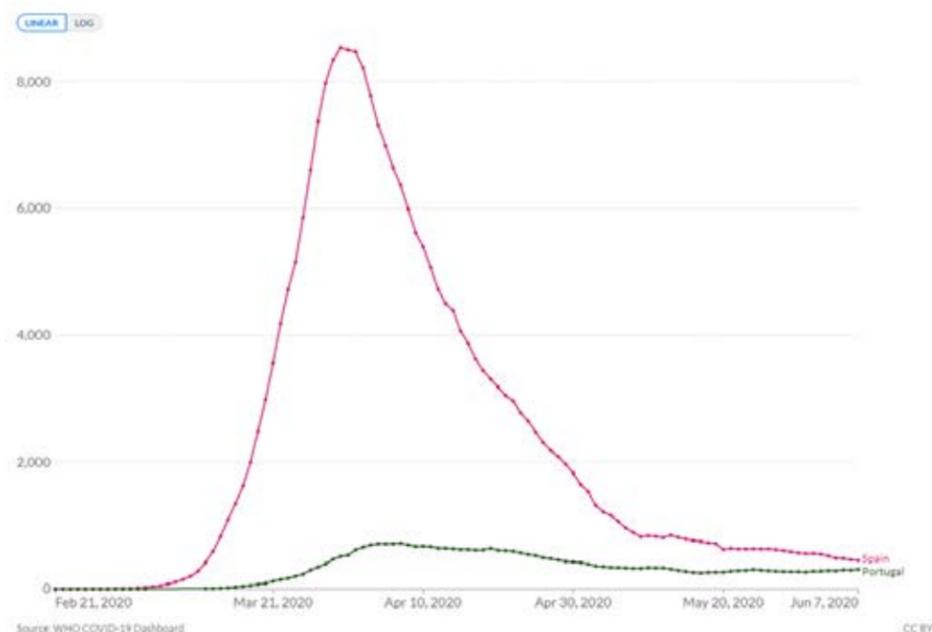
A woman with her hair in a bun, wearing a black face mask and a patterned blazer, is looking at her smartphone. She is standing on a train, with the interior seats and windows visible in the background. The scene is brightly lit, suggesting daytime.

# Las gráficas detrás de la pandemia

“La representación gráfica de los distintos indicadores epidemiológicos permite entender de una forma simple y efectiva la evolución temporal y la distribución geográfica de la pandemia.”

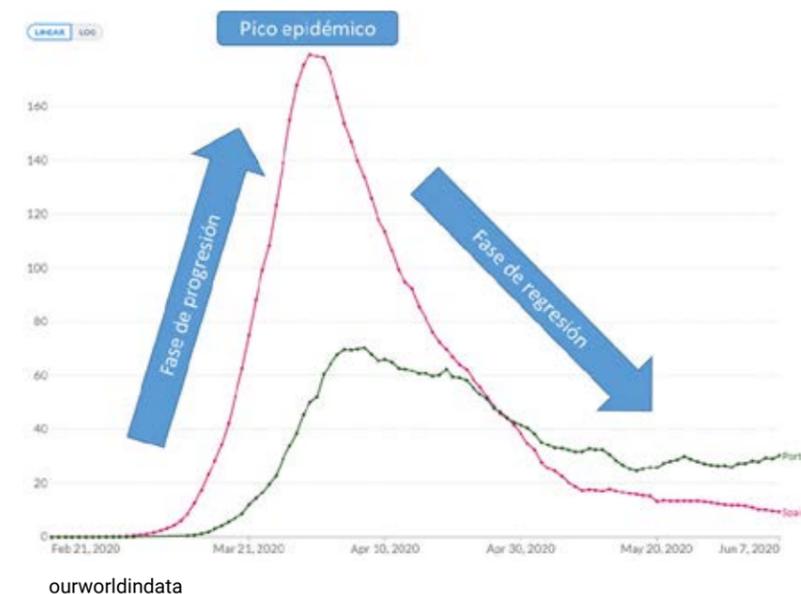
Ignacio de Blas

Figura 1: incidencias diarias absolutas de Covid-19 en España y Portugal



ourworldindata

Figura 2: incidencias diarias de Covid-19 en España y Portugal por cada millón de personas



ourworldindata

**E**n números anteriores hablamos de las palabras y los números que permitían describir una epidemia. Esta vez nos enfocaremos en la representación gráfica de esos números para comprender mejor la evolución epidemiológica de una enfermedad en la población.

A lo largo de este artículo usaremos datos y gráficas sobre Covid-19 procedentes de dos fuentes principales. Por una parte Our World in Data (<https://ourworldindata.org/coronavirus>) y por otra DataCovid del Gobierno de Aragón (<https://datacovid.salud.aragon.es/covid/>).

Empezaremos por la gráfica más sencilla que es la que muestra los casos que aparecen cada día en unos determinados territorios (figura 1). Podemos ver que a principios de marzo de 2020 empezaron a aparecer los primeros casos en España, mientras que en Portugal comenzaron un poco más tarde. Claramente el número de casos de la primera onda epidémica fue menor en Portugal que en España, pero como ya comentamos

en el primer artículo de esta serie para poder hacer una comparación adecuada había que utilizar frecuencias relativas. Por lo tanto, tendremos que ajustar los casos totales según la población de cada país (figura 2).

En esta nueva gráfica vemos que España tuvo una incidencia diaria relativa mayor que Portugal. En ambos casos se ven claramente las tres partes de una onda epidémica. En primer lugar, se observa que los casos crecen rápidamente y se corresponde con la fase de progresión de la epidemia. Poco a poco la curva cambia de tendencia y se llega al pico epidémico y luego comienzan a disminuir el número de nuevos casos diarios de forma más lenta, que es lo que se conoce como fase de regresión.

A diferencia de lo que mucha gente piensa, las ondas epidémicas no siguen el patrón de la función de densidad de la curva normal de Gauss, sino el de la primera derivada de la función de Gompertz, que es asimétrica y se ajusta mucho mejor a esa fase de progresión rápida

**“A principios de marzo de 2020 empezaron a aparecer los primeros casos en España, mientras que en Portugal comenzaron un poco más tarde.”**

seguida de una fase de regresión más lenta (figura 3). Como se puede ver las epidemias siguen patrones matemáticos lo que permite predecir su evolución.

Si prolongamos el periodo de estudio de la pandemia vemos que tras esa onda epidémica primaria vinieron otras ondas epidémicas secundarias separadas por fa-

ses donde la incidencia era más baja y que se denominan periodos interepidémicos (figura 4). Teóricamente estas ondas secundarias suelen ser de menor altura y mayor anchura que la onda epidémica primaria, aunque eso no parece que ocurra si observamos la evolución de los 3 primeros años de la pandemia en España (figura 5). Sin embargo, hay que considerar varios factores

Figura 3: comparación de la función de densidad de la curva normal con la primera derivada de la función de Gompertz

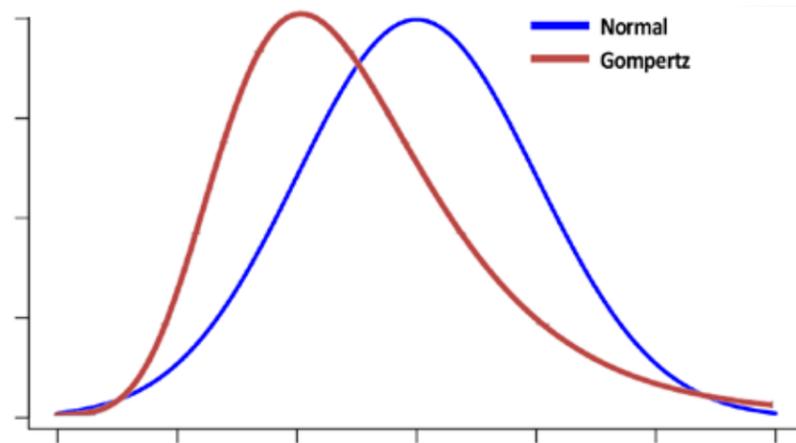
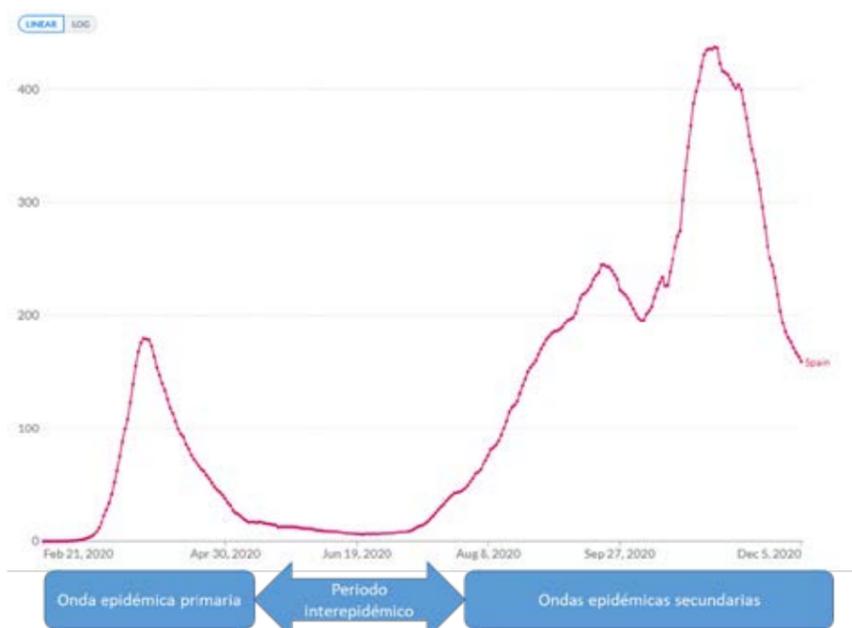
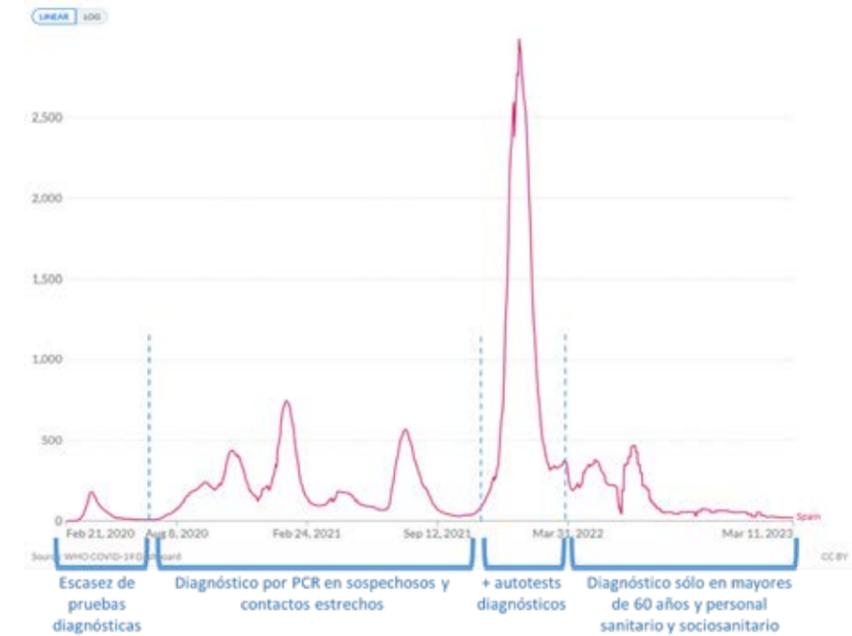


Figura 4: ondas epidémicas de Covid-19 en España en 2020



ourworldindata

Figura 5: evolución de la incidencia diaria de Covid-19 en España y su relación con el método de diagnóstico utilizado



ourworldindata

“El factor más importante que explica esos cambios tan notables es la metodología utilizada para diagnosticar y notificar los casos infectados.”

que pueden explicar esta anomalía. En primer lugar, la aparición de diferentes variantes con distinta repercusión clínica y/o mayor transmisibilidad (la cepa original de Wuhan ha ido mutando y ha dado lugar a diferentes variantes, siendo Alfa, Beta, Delta y Ómicron las más relevantes en España). También puede deberse a pérdidas de inmunidad en la población (en general, los coronavirus inducen una inmunidad entre 9 y 18 meses), pero también habría que tener en cuenta que algunas de esas variantes se caracterizaban por una mayor capacidad para evadir nuestra respuesta inmune.

Pero sin duda el factor más importante que explica esos cambios tan notables es la metodología utilizada para diagnosticar y notificar los casos infectados. La onda epidémica primaria es una de las que alcanza menor altura, y eso fue debido a que en esos primeros meses no se disponía de suficiente capacidad de diagnóstico laboratorial y tan solo se podían confirmar los casos más graves. En los meses posteriores se dispuso de pruebas diagnósticas muy sensibles (prueba en cadena de



que los casos se distribuyen formando una pirámide en su parte superior apoyada en una amplia base, lo que se corresponde con la pirámide poblacional de Aragón. Además, los casos se distribuyen de forma simétrica, lo que indica que no existe un riesgo mayor de sufrir la infección asociado con el sexo. Sin embargo, en la segunda gráfica vemos que la pirámide se invierte y la mayoría de los casos tienen 60 años o más. Recordemos que a finales de marzo de 2022 se cambió el sistema de notificación y se concentró el diagnóstico en personas mayores de 60 años. También observamos que la simetría se pierde y hay más casos en el grupo de mujeres, especialmente entre los 30 y los 69 años, lo que se corresponde con las personas en edad laboral, y hay que recordar que el otro grupo donde se enfocó el diagnóstico fue en los profesionales del sector sanitario y sociosanitario, que está formado mayoritariamente por mujeres.

Volvamos a la representación gráfica de la evolución temporal de las incidencias. En la parte superior izquierda de la figura 7 vemos la evolución diaria de las incidencias de España y Francia. A simple vista da la impresión

de que en Francia se han producido más casos que en España, ya que la cantidad total de casos se corresponde con el área que hay bajo cada curva, pero resulta complicado determinar si la diferencia es grande o pequeña. La alternativa es utilizar curvas epidémicas de incidencia acumulada (parte inferior izquierda de la figura 7) donde se van sumando los casos totales que se han producido desde el principio de la pandemia, y en las que se observa un ascenso en forma de escalones donde cada subida vertical corresponde con la fase de progresión de una onda epidémica. En la gráfica es fácil determinar que los casos totales (ajustando por millón de habitantes) son el doble en Francia que en España.

Hasta finales de marzo de 2022 la evolución fue muy similar en ambos países, pero a partir de esa fecha los casos aumentaron notablemente en Francia, mientras que en España la curva fue convirtiéndose en una línea horizontal (lo que indica que apenas hay nuevos casos, como se puede comprobar en la gráfica situada en la parte superior izquierda). Una vez más es necesario conocer el contexto epidemiológico de la enfermedad en

la polimerasa, PCR) en cantidad suficiente para detectar el SARS-CoV-2 tanto en las personas enfermas como en sus contactos estrechos, por lo que el número de infectados detectados aumentó notablemente. La gran onda epidémica de las navidades de 2021-2022 fue el resultado del impacto de las variantes Delta y Ómicron, unido a la inclusión como casos de las personas que resultaban positivas a los autotests diagnósticos rápidos que comenzaron a comercializarse en farmacias y a usarse masivamente a finales de diciembre de 2021. Por último, a finales de marzo de 2022 las curvas epidémicas disminuyen enormemente como consecuencia de que la notificación de casos se limita a personas mayores de 60 años y personal sanitario y sociosanitario.

Para explicar la importancia de este cambio vamos a usar un nuevo tipo de gráficas en el que vemos los casos absolutos distribuidos por sexo y edad (figura 6), que vamos a utilizar para comparar el perfil demográfico de los casos totales en Aragón en dos periodos equivalentes: noviembre de 2021 a febrero de 2022 y noviembre de 2022 a febrero de 2023. En el primer periodo vemos

“Hasta finales de marzo de 2022 la evolución fue muy similar en España y Francia.”

Figura 6: distribución por sexo y edad de los casos de Covid-19 notificados en Aragón en dos periodos diferentes

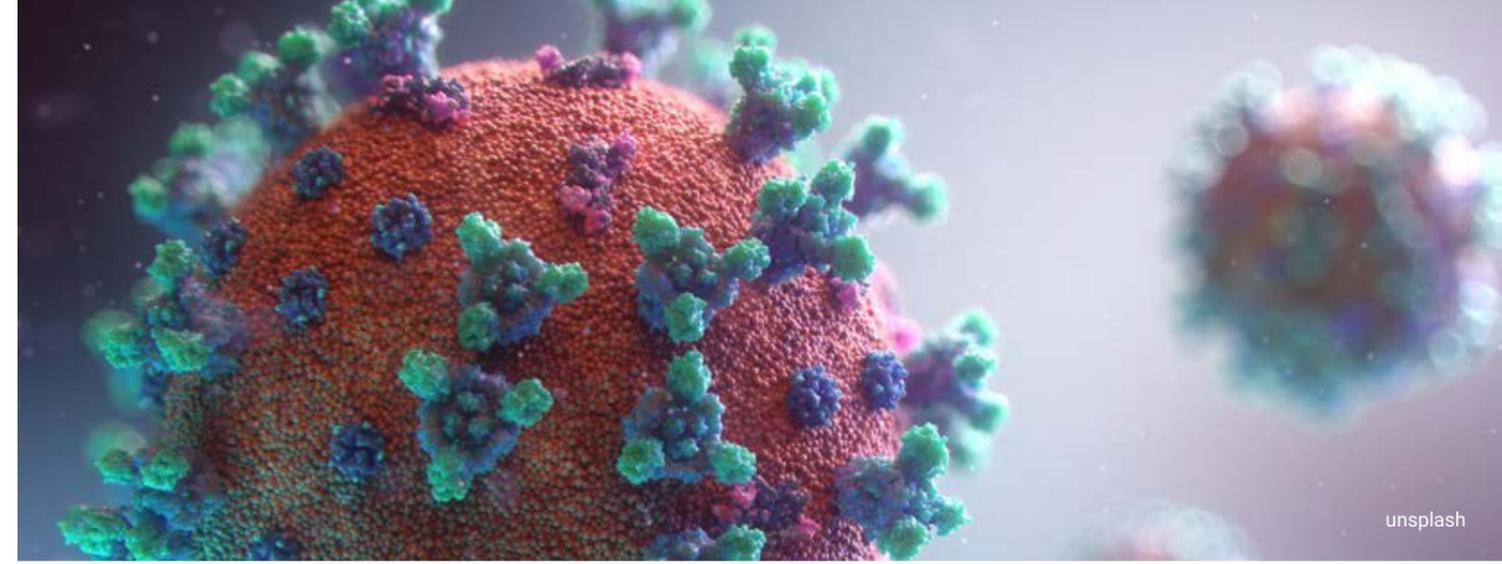


ourworldindata

cada país porque, como hemos comentado, en España se centró la notificación en unos estratos poblacionales muy específicos (lo que conlleva una subestimación de la incidencia global), mientras que en Francia dichos criterios de notificación no cambiaron y se mantuvo el diagnóstico en toda la población.

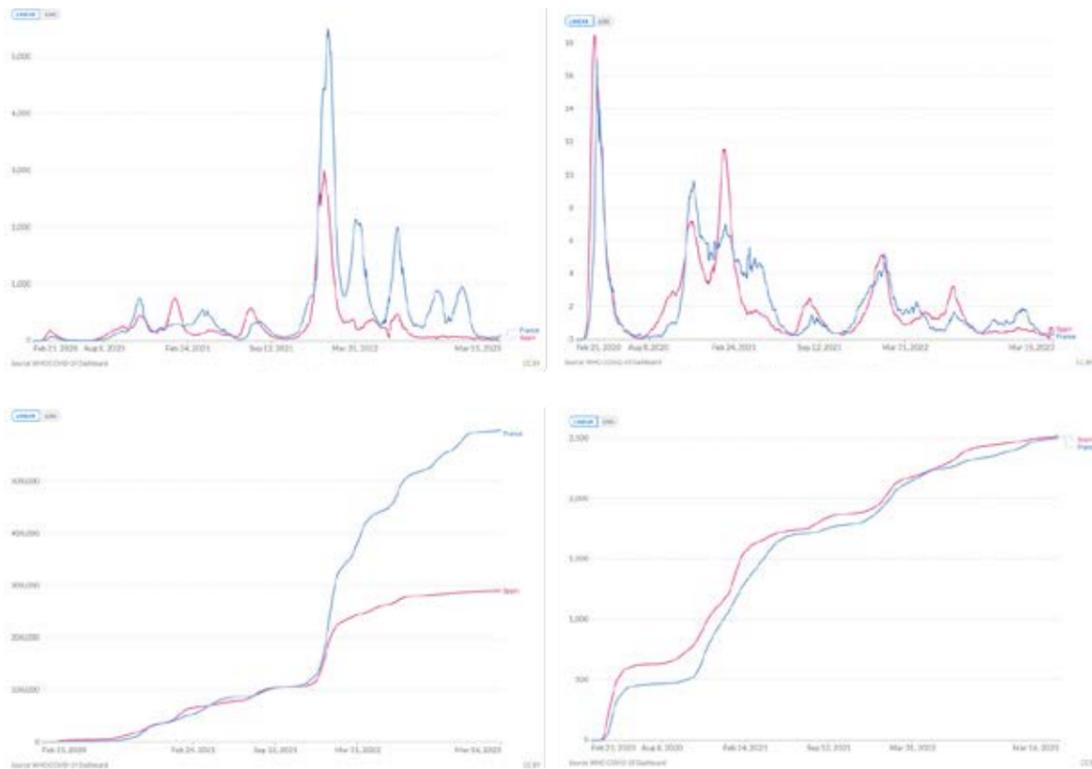
Pero además de ver la evolución de los nuevos casos (es decir, las incidencias) es importante también conocer la evolución de otros indicadores epidemiológicos como puede ser la mortalidad. Como en el caso de las incidencias, se puede visualizar la evolución diaria de los fallecidos o la evolución acumulada del total de fallecidos (ajustando o no según la población total).

“La mortalidad de la onda epidémica primaria fue muy superior a todas las posteriores en ambos países, y las mortalidades en las navidades de 2021-2022 no son tan elevadas.”



unsplash

**Figura 7: incidencias diarias y acumuladas (a la izquierda) y mortalidades diarias y acumuladas (a la derecha) de España y Francia desde febrero de 2020**



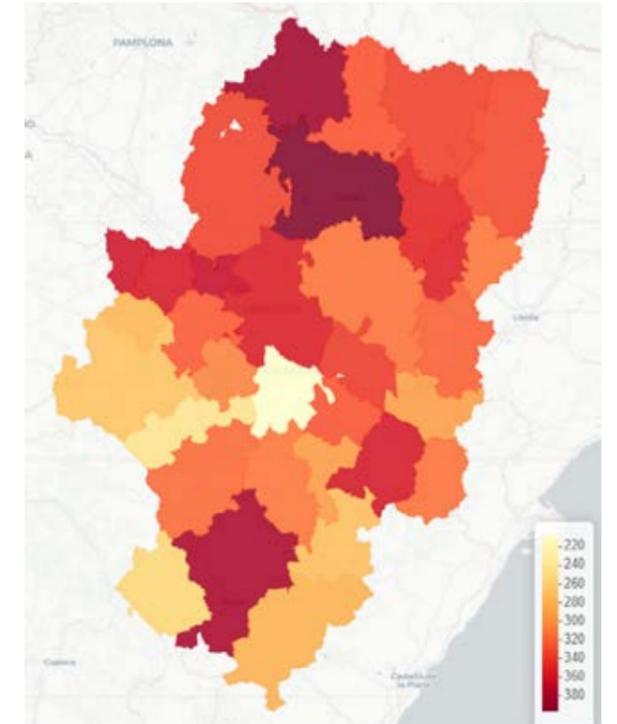
ourworldindata

En la parte superior derecha de la figura 7 vemos que la mortalidad de la onda epidémica primaria fue muy superior a todas las posteriores en ambos países, y las mortalidades en las navidades de 2021-2022 no son tan elevadas como nos harían pensar las incidencias registradas en ese mismo periodo. Parecería que ambas gráficas son contradictorias, pero hay que recordar que los sistemas de notificación y la capacidad diagnóstica han ido variando (figura 5), de manera que las curvas de mortalidad nos darían una visión más real del impacto de la pandemia.

En la parte inferior derecha de la figura 7 vemos que las mortalidades de Francia y España tras 3 años de pandemia son muy similares, aunque al principio fueron superiores en España.

Dejamos para el final una representación gráfica muy importante. Se trata de la representación espacial de los casos a través de mapas. En la figura 8 tenemos un buen ejemplo de cómo se pueden representar las incidencias acumuladas de las distintas comarcas de Aragón y ver cuáles han sido las más afectadas y las menos afectadas.

Como vemos, la representación gráfica de los distintos indicadores epidemiológicos permite entender de una forma simple y efectiva la evolución temporal y la distribución geográfica de la pandemia.



**Figura 8: casos de Covid-19 confirmados por cada 1.000 habitantes en las distintas comarcas de Aragón entre el 15 de febrero de 2020 hasta el 16 de marzo de 2023.**

Ignacio de Blas  
Dpto. de Patología Animal  
Facultad de Veterinaria  
Universidad de Zaragoza