

## CORRECCIONES PARA LAS CIFRAS DIARIAS DE MORTALIDAD ACUMULADA EN ESPAÑA DURANTE LA PANDEMIA DE COVID-19

Juan Equiza-Goñi (1)

(1) Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Navarra. Pamplona. España.

El autor declara que no existe ningún conflicto de interés.

### RESUMEN

**Fundamentos:** MoMo es un sistema de monitorización de la mortalidad que guía la acción en Salud Pública en España. La epidemia de COVID-19 agravó el retraso en la notificación de las defunciones, sesgando a la baja las estimaciones diarias del exceso de mortalidad acumulado en España procedentes de MoMo. El objetivo del presente estudio fue identificar el mejor método para corregir en dichas estimaciones el efecto del retraso en la notificación.

**Métodos:** Se siguió el siguiente proceso: 1) Se obtuvieron las cifras de exceso de muertes acumuladas en España desde el inicio de la epidemia COVID-19 publicadas diariamente por MoMo durante el período 15/04/2020-25/05/2020. 2) Se calculó la intensidad de las revisiones diarias de dichas cifras como el cociente entre la cifra publicada cada día y la del día anterior. 3) Se obtuvieron cinco estimaciones corregidas del exceso acumulado de mortalidad aplicando a los cocientes mencionados cinco modelos de corrección (media aritmética simple y ponderada según antigüedad de la revisión y regresiones lineales, cuadráticas y cúbicas). 4) Se comparó la validez de las distintas estimaciones corregidas con respecto a los valores observados definitivos mediante la raíz del error cuadrático medio (RMSE).

**Resultados:** La intensidad de las revisiones diarias del exceso acumulado de muertes bajó a 1 (ausencia de revisión) conforme la fecha de publicación se alejó de la fecha de defunción. Las estimaciones corregidas en base a regresiones polinómicas redujeron el error respecto al valor definitivo observado en un 18-25%.

**Conclusiones:** Para mejorar la validez de las estimaciones diarias de exceso de mortalidad de MoMo es recomendable corregir el retraso en la notificación mediante modelos de regresión polinómica estimados con datos de revisiones previas.

**Palabras clave:** Monitoreo epidemiológico, Coronavirus, *Nowcasting*, Mortalidad, SARS-CoV-2, COVID-19, Series temporales

### ABSTRACT

#### Corrections to daily excess mortality estimates in Spain during the COVID-19 pandemic

**Background:** MoMo is a mortality monitoring system that guides public health policy in Spain. The COVID-19 pandemic worsened death notification delays, thus biasing downwards the daily (cumulative) excess mortality estimates produced by MoMo. The goal of this study is to find the best model to correct these estimates for the effect of death notification delays.

**Methods:** The process followed was: 1) estimates for the excess mortality accumulated in Spain since the beginning of the COVID-19 pandemic are published daily by MoMo and gathered in this study for the period 15/04/2020-25/05/2020. 2) the intensity of daily revisions is computed as the ratio of the estimate published each day divided by the estimate published the day before. 3) Adjusted excess mortality estimates result from applying to these ratios five different correcting models (a simple arithmetic mean or a weighted average, as well as linear, quadratic and cubic regressions). 4) The performance of these corrected estimates is compared with the definite values using the root mean square error (RMSE).

**Results:** The intensity of daily revisions for the cumulative excess of deaths fell to 1 (no revision) as the publication date left behind the date of death. The correcting estimates based on polynomial regressions reduced the error with respect to the definite observed values by 18-25%.

**Conclusions:** To improve the validity of the daily estimates for the cumulative excess of deaths from MoMo, it is recommended to correct the notification delay of deaths using polynomial regression models estimated with data on previous revisions.

**Key words:** Public health surveillance, Coronavirus, *Nowcasting*, Mortality, SARS-CoV-2, COVID-19, Time series.

## INTRODUCCIÓN

Desde que la pandemia por el coronavirus COVID-19 llegara a España, los medios de comunicación y la opinión pública siguieron con mucha atención las cifras que se publican día a día del número de fallecidos. La cifra oficial del Ministerio de Sanidad a fecha de 25 de mayo de 2020 es que se habían sumado 26.834 muertes por coronavirus<sup>(1)</sup>. Sin embargo, este número sólo cuenta las defunciones de contagiados que fueron previamente confirmadas por un test. Por tanto, podría haber muchas otras personas infectadas y fallecidas a las que no se llegó a hacer dicho test, o personas no infectadas cuya defunción se debió indirectamente al COVID-19<sup>(2,3)</sup>.

En consecuencia, el Instituto de Salud Carlos III publicó diariamente otra cifra complementaria: la suma acumulada de defunciones por encima de lo esperado<sup>(4)</sup>. Para determinar cuál es la mortalidad esperada, el Centro Nacional de Epidemiología (CNE) usó cifras de mortalidad en años anteriores, la evolución de factores estacionales (por ejemplo, la gripe en invierno) o tendencias (evolución demográfica), etc<sup>(5)</sup>. A fecha de 25 de mayo, el sistema de monitorización de la mortalidad (MoMo) afirmó que el exceso acumulado de muertes durante la pandemia ascendía a 31.650 defunciones. Se estimó entonces que la epidemia empezó en España el 17 de marzo y terminó en su primera ola el 22 de mayo de 2020<sup>(6)</sup>.

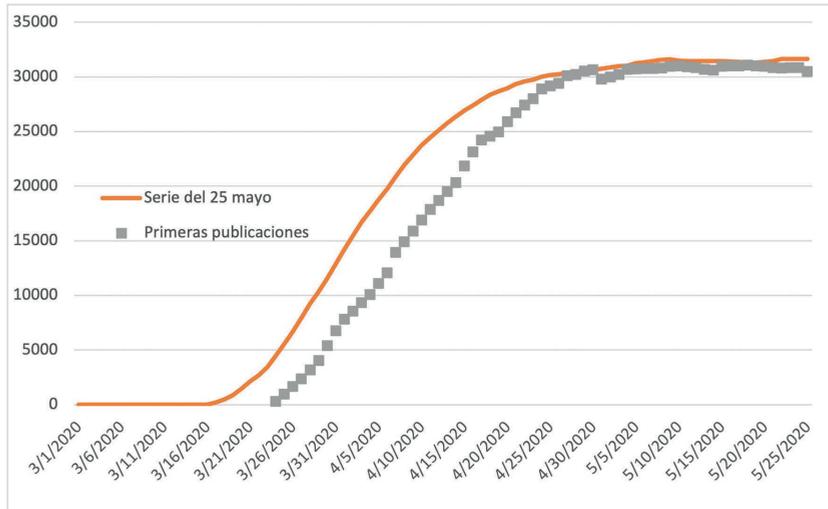
Cascón-Porres *et al* (2020) propusieron un posible ajuste que acerca más las estimaciones publicadas por MoMo al número real de muertes que se pueden atribuir al COVID-19<sup>(7)</sup>. Los autores estimaron que, aunque MoMo se basa en los registros de defunciones informatizados que cubren un 93% de la población española, las diferencias en incidencia de la mortalidad y en porcentaje de informatización entre comunidades autónomas podían bajar el porcentaje de

muertes registradas al 85%. En concreto, dicho estudio afirmó que el exceso de 24.372 defunciones que se contabilizó entre el 17 de marzo y 11 de abril realmente fueron 28.680 muertes. El presente artículo propone, sin embargo, un ajuste de los datos diarios de MoMo (o sea, una corrección en las primeras publicaciones del exceso de mortalidad acumulado hasta una fecha determinada) que corrija, al menos parcialmente, el retraso en la notificación de la mortalidad observada.

La **figura 1** muestra la evolución del exceso de muertes acumulado durante la pandemia incluyendo: la serie histórica publicada el 25 de mayo (línea continua naranja), y las primeras publicaciones del exceso acumulado que se efectuaron diariamente (los puntos grises). De nuevo se limita el periodo de primera ola de pandemia entre el 17 de marzo y el 22 de mayo. Se puede observar la enorme diferencia entre la primera cifra publicada en cada fecha y la serie que se publicó el 25 de mayo para esos mismos días (que se considera como definitiva); especialmente, en fechas anteriores al 24 de abril. Por ejemplo, el 31 de marzo se anunció un exceso acumulado durante la pandemia de 6.754 defunciones, pero a finales de abril esa cifra correspondiente al 31 de marzo ya había sido revisada hasta las 12.871 defunciones, aproximadamente el doble. Estas diferencias se deben al retraso en la notificación. Habitualmente, el 50% de las muertes se notifican con menos de 2 días de retraso y sólo un 10% se notifican con 4,5 días de retardo o más. Sin embargo, en las semanas más duras de la epidemia se notificaron con 4 días de retraso más del 50% de las muertes y un 10% se registraron con 12 días de retraso o más.

El objetivo del presente estudio fue identificar el mejor método para corregir los efectos del retraso en la notificación para las estimaciones diarias del exceso de mortalidad acumulado en España procedentes de MoMo.

**Figura 1**  
**Suma acumulada del exceso de mortalidad diario durante la crisis del COVID-19.**  
 Se suman valores entre el 17 de marzo y el 22 de mayo de 2020  
 que es la duración de la pandemia estimada a fecha del 25 de mayo.



Fuente: Descargas diarias de las bases de datos disponibles en el MoMo dashboard.

## SUJETOS Y MÉTODOS

Aunque MoMo publicara una primera estimación del exceso de muertes acumulado en una determinada fecha, en los días siguientes se notificaron más fallecimientos ocurridos antes de esa fecha. Esto implica que en los días siguientes esas estimaciones fueron revisadas al alza. MoMo comenzó a publicar diariamente en abril de 2020 las series históricas de fallecimientos observados y esperados. En este estudio se obtuvieron, primero, las cifras de exceso de muertes acumuladas desde el inicio de la epidemia de COVID 19 publicadas diariamente por MoMo durante el período 15/04/2020-25/05/2020.

Segundo, se calculó la intensidad de las revisiones diarias de los excesos de muertes acumuladas como el cociente entre la cifra publicada cada día y la del día anterior. Solo las revisiones del número de defunciones

observadas (y no de las esperadas) obedecieron al retardo en la notificación. Por tanto, se trabajó con una medida del exceso de muertes acumulado durante la pandemia que excluyera las revisiones de la mortalidad esperada. Es decir, siendo  $m_{t,p}$  el número publicado en la fecha  $p$  de muertes acumuladas hasta la fecha  $t$ . Y siendo  $\hat{m}_{t,p}$  el número de defunciones también publicado en fecha  $p$  que se esperaban acumular hasta ese mismo día  $t$ . Se definió el exceso de mortalidad acumulada hasta el día  $t$  y publicado en fecha  $p$  como  $em_{t,p} = m_{t,p} - \hat{m}_{t,p}$ , donde  $\hat{m}_{t,t}$  fue la primera publicación de las muertes que se esperaba acumular hasta el día  $t$ . Y con el cociente  $rev_{t,p} = em_{t,p} / em_{t,p-1}$  se midió la revisión del exceso de mortalidad acumulada hasta el día  $t$  que se realizó entre la fecha  $p$  y el día anterior.

En tercer lugar, se obtuvieron cinco estimaciones corregidas del exceso acumulado de mortalidad. Para ello se aplicaron cinco

modelos que, en base a los cocientes mencionados, estiman las revisiones para el último exceso de mortalidad publicado. Los modelos de corrección elegidos fueron cinco: (1) la media aritmética simple de las revisiones anteriores; (2) la media ponderada que asigne un menor peso a las de más antigüedad; y (3)-(5) modelos polinómicos lineales, cuadráticos o cúbicos, pero siempre en el dominio en que estas funciones son convexas y decrecientes. También se impuso que las revisiones estimadas no fueran menores de 1. En el caso del modelo lineal, esto significó que la revisión estimada fuera  $\max(1, a(t+j)+b)$  donde  $a$  y  $b$  son la pendiente e intercepto de la recta estimada. En los casos cuadrático y cúbico, el vértice o punto de inflexión tomó necesariamente el valor 1 en el eje de ordenadas.

Por último, se comparó la validez de las distintas estimaciones corregidas con respecto a los valores definitivos mediante la raíz del error cuadrático medio (RMSE), una medida frecuente de las diferencias entre valores predichos por un modelo y los observados.

## RESULTADOS

Las correcciones para cada primera publicación del exceso de mortalidad se basaron en la estimación de sus posteriores revisiones usando datos de revisiones ya observadas. Para ello, se calcularon las revisiones diarias de las series históricas para el exceso de mortalidad acumulada. Como ejemplo, la **tabla 1** muestra las revisiones que se realizaron entre el 15 y el 21 de abril de 2020 a la serie histórica de exceso de mortalidad que se había publicado cada día anterior (entre el 14 y el 20 de abril, respectivamente). Es decir, muestra los ratios:  $rev_{i,p} = em_{i,p} / em_{i,p-1}$  definidos en la sección 2. Para abreviar, la **tabla 1** muestra solamente las revisiones hechas a las series en sus observaciones para abril (y no toda la serie histórica). Por ejemplo, la última observación de la tabla (1,030) es el

cociente entre el exceso de mortalidad acumulado hasta el 20 de abril que se publicó el 21 de abril (26.779 defunciones), y el exceso de muertes acumulado hasta el 20 de abril que se publicó el 20 de abril (26.011 fallecimientos; por tanto  $26.779/26.011=1,030$ ).

Se observa que las revisiones realizadas al exceso de muertes acumulado hasta una fecha de defunción determinada convergieron a un valor cercano a 1 (ausencia de revisión) según la publicación se alejó de la fecha de defunción. Este estudio reordena las revisiones según los días transcurridos desde la primera publicación (en lugar de siguiendo la fecha de defunción) para garantizar un número suficiente de revisiones observadas con las que estimar revisiones posteriores.

La **figura 2** muestra una selección de las revisiones incluidas en la **tabla 1** reordenadas. En concreto, muestra las que revisaban cifras 1, 2, 7 y 14 días después de su primera publicación. En consecuencia, los valores de la línea azul se corresponden con el último número en cada columna de la **tabla 1**; la línea naranja, con las penúltimas observaciones; etc. Se observa que, efectivamente, la intensidad de las revisiones cayó según transcurrieron los días después de la primera publicación. Las revisiones también decayeron a medida que avanzaron los días de la epidemia.

A modo de ejemplo, la **figura 3** muestra, con una línea punteada, las revisiones que se hicieron entre el 15 y el 21 de abril al exceso de mortalidad acumulado 1 día después de su primera publicación (por tanto, publicado por primera vez entre el 14 al 20 de abril, respectivamente). También añade la revisión estimada para el 22 de abril. Dos rectas, en gris y en amarillo, muestran las estimaciones para la revisión basadas en la media aritmética (1,038) y la media ponderada (1,031). La revisión correspondiente al 22 de abril según una tercera recta,

**Tabla 1**  
**Revisiones publicadas entre el 15 y el 21 de abril de 2020 de los datos del día anterior**  
**(o sea, los publicados entre el 14 y el 20 de abril).**

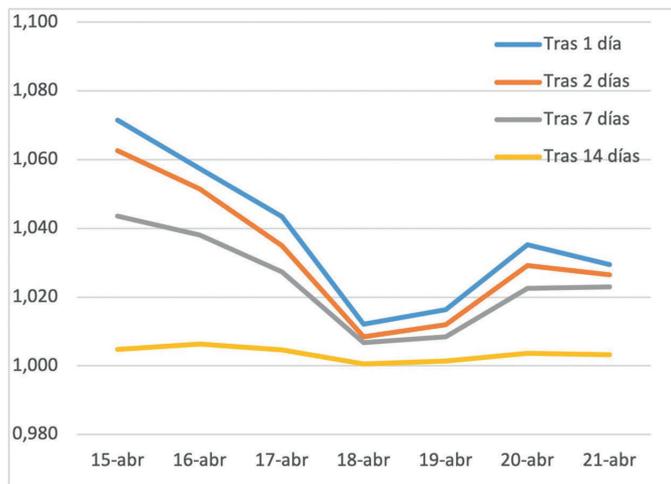
Fecha de defunción	Fecha de publicación						
	15/04	16/04	17/04	18/04	19/04	20/04	21/04
01/04/2020	1,005	0,999	1,000	0,999	1,000	0,999	0,999
02/04/2020	1,014	1,006	1,000	0,999	1,000	0,999	0,999
03/04/2020	1,024	1,014	1,005	0,999	1,000	0,999	0,999
04/04/2020	1,030	1,022	1,010	1,001	1,000	0,999	0,999
05/04/2020	1,034	1,027	1,016	1,003	1,001	0,999	0,999
06/04/2020	1,038	1,030	1,020	1,005	1,005	1,004	0,999
07/04/2020	1,040	1,033	1,022	1,007	1,007	1,011	1,003
08/04/2020	1,044	1,035	1,023	1,007	1,009	1,017	1,008
09/04/2020	1,048	1,038	1,026	1,007	1,009	1,020	1,013
10/04/2020	1,052	1,040	1,027	1,007	1,009	1,022	1,018
11/04/2020	1,056	1,044	1,028	1,007	1,008	1,023	1,020
12/04/2020	1,059	1,047	1,028	1,007	1,008	1,023	1,021
13/04/2020	1,063	1,049	1,030	1,007	1,009	1,023	1,022
14/04/2020	1,071	1,052	1,031	1,007	1,009	1,023	1,023
15/04/2020	-	1,057	1,035	1,008	1,010	1,023	1,024
16/04/2020	-	-	1,043	1,008	1,010	1,023	1,025
17/04/2020	-	-	-	1,012	1,012	1,026	1,026
18/04/2020	-	-	-	-	1,016	1,029	1,027
19/04/2020	-	-	-	-	-	1,035	1,027
20/04/2020	-	-	-	-	-	-	1,030

Fuente: descargas diarias de datos del MoMo dashboard.

**Figura 2**

**Revisiones publicadas entre el 15 y 21 de abril de 2020 de los excesos (acumulados) de mortalidad.**

En cada fecha de publicación se pueden revisar toda la serie histórica, por tanto se revisan datos 1, 2, 3... días después de su primer anuncio. Aquí se muestran con distintas líneas las revisiones al cabo de 1, 2, 7 y 14 días desde el primer anuncio que se hizo del exceso de mortalidad acumulado hasta una fecha.

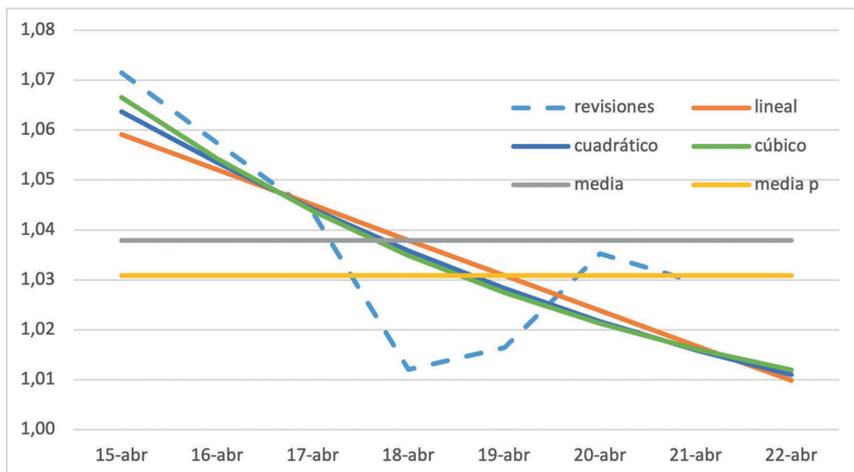


Fuente: Descargas diarias de las bases de datos disponibles en el MoMo dashboard.

**Figura 3**

**Estimación de la revisión realizada a los excesos acumulados de mortalidad 1 día después de su primera publicación. Estimaciones basadas en las revisiones realizadas entre el 15 y el 21 de abril de 2020.**

La línea punteada se corresponde con las revisiones pasadas observadas (la línea azul de la figura 2). Las rectas gris y amarilla son la media aritmética simple de las revisiones pasadas y la media ponderada según su antigüedad. Las líneas naranja, azul y verde son las regresiones lineal, cuadrática y cúbica estimadas con los datos de revisiones observadas, así como la revisión que predicen para el 22 de abril.



de color naranja, es la estimación basada en el modelo lineal (1,010). Por último, el valor del 22 de abril en dos curvas, una azul y otra verde, son las estimaciones basadas en regresiones cuadrática y cúbica (1,011 y 1,012), respectivamente. En resumen, se obtuvieron cinco estimaciones de la revisión para el día siguiente a la primera publicación del exceso de muertes acumulado hasta el 21 de abril (o sea, para su revisión el 22 de abril).

A diferencia de la **figura 3**, la línea punteada en la **figura 4** muestra las revisiones realizadas entre el 16 y 22 de abril a excesos de mortalidad publicados por primera vez entre el 14 y el 20 de abril. Se trata, por tanto, de revisiones que se hicieron 2 días después de la primera publicación del exceso acumulado de muertes. La **figura 4** también muestra las estimaciones de revisión para el 22 y 23 de abril, pero sólo

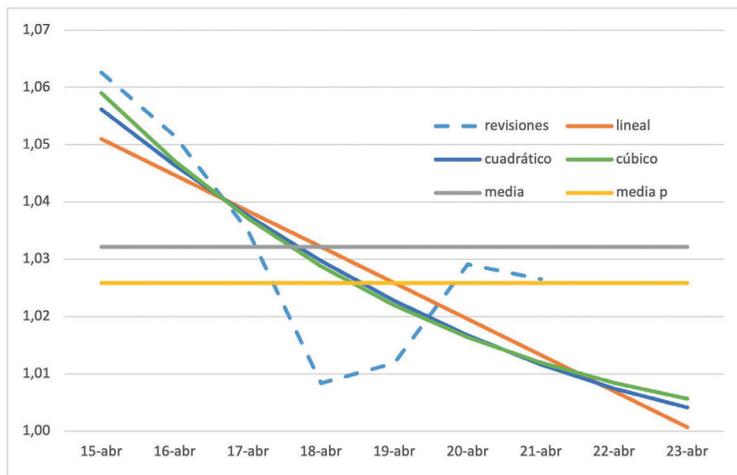
las últimas, correspondientes a 2 días después del 21 de abril, se usaron para la realización de la corrección objeto del presente estudio. Estas estimaciones se basaron, de nuevo, en cinco modelos de corrección: 1,032 o 1,026 usando la media aritmética o ponderada, y 1,001, 1,004 y 1,006 con las regresiones lineal, cuadrática o cúbica, respectivamente. Resumiendo: se obtuvieron cinco estimaciones de la revisión del exceso acumulado hasta el 21 de abril aplicables 2 días después de su primera publicación (o sea, aplicables el 23 de abril).

La línea punteada en la **figura 5** muestra la serie histórica que se publicó el 25 de mayo para el exceso de mortalidad. La figura también muestra desde el 21 de abril las cinco series corregidas del exceso de mortalidad. La cifra para cada fecha de las series corregidas es la primera publicación del exceso de mortalidad hasta

**Figura 4**

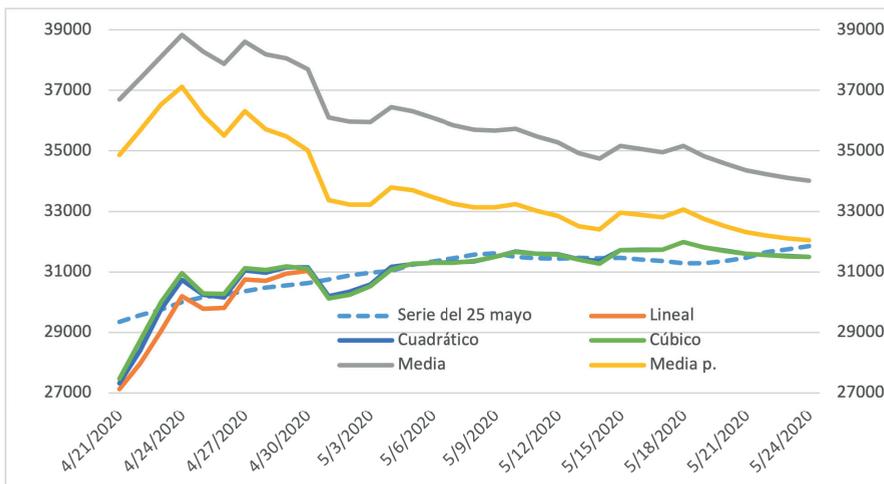
**Estimación de la revisión realizada a los excesos acumulados de mortalidad 2 días después de su primera publicación. Estimaciones basadas en las revisiones realizadas entre el 15 y el 21 de abril de 2020.**

La línea punteada se corresponde con las revisiones pasadas observadas (la línea naranja de la figura 2). Las rectas gris y amarilla son la media aritmética simple de las revisiones pasadas y la media ponderada según su antigüedad. Las líneas naranja, azul y verde son las regresiones lineal, cuadrática y cúbica estimadas con los datos de revisiones observadas, así como la revisión que predicen para el 22 y 23 de abril.



**Figura 5**

**Estimaciones corregidas de los excesos acumulados de mortalidad y valores observados.**  
 La línea puntuada se corresponde con los valores publicados el 25 de mayo (considerados como definitivos).  
 Las líneas gris y amarilla usan la media aritmética simple de las revisiones pasadas y la media ponderada según su antigüedad. Las líneas naranja, azul y verde usan regresiones lineal, cuadrática y cúbica para corregir la primera publicación que hizo MoMo en cada fecha.



esa fecha multiplicado por todas las revisiones estimadas para fechas posteriores según los distintos modelos. Por ejemplo, el exceso de mortalidad acumulado publicado el 21 de abril fue multiplicado por las correspondientes revisiones estimadas para el 22 de abril (mostradas en

la figura 3), las estimaciones para el 23 de abril (figura 4), etc.

Por último, la tabla 2 muestra las raíces de los errores cuadráticos medios (RMSE) para las series corregidas según los cinco modelos.

**Tabla 2**  
**Raíces de los errores cuadráticos medios (RMSE) para los datos de los excesos (acumulados) de mortalidad ajustados por los cinco modelos y su ratio respecto al RMSE de las estimaciones sin corregir.**

Modelo	RMSE	ratio
media aritmética	5.779,2	7,82
media ponderada	3.544,9	4,97
lineal	587,5	0,82
cuadrático	544.1	0,76
cúbico	535,8	0,75

Con esta medida se comparan las estimaciones corregidas con respecto a los valores definitivos. También se especifica la ratio de estas respecto al RMSE de las primeras publicaciones (que asciende a 713 defunciones). Usar la media aritmética y la media ponderada dio un valor del RMSE 7,82 veces mayor que el correspondiente a las primeras publicaciones. Sin embargo, el modelo cúbico redujo el RMSE en un 25%; el modelo cuadrático, en un 24%; y el lineal, un 18%.

## DISCUSIÓN

El presente estudio documentó que las revisiones diarias del exceso acumulado de muertes tienden a desaparecer según la fecha de publicación se alejó de la fecha de defunción (tabla 1). Esto es lógico pues las notificaciones de muertes que llegan con retraso bajan y tienden a cero con el paso del tiempo.

El estudio también documentó que las revisiones cayeron a medida que avanzaron los días de la epidemia. Hay dos razones para ello. Por un lado, según la epidemia remitió, los flujos de excesos de mortalidad diarios bajaron: también los que llegaron con retardo. Por otro lado, las revisiones fueron definidas como cocientes de sumas acumuladas. Esto significó que las sumas acumuladas se fueron acercando a 1 cuando los aumentos (i.e. las notificaciones retardadas) fueron cada vez menores en relación a dicha suma (o sea, como  $rev_{t,p} = 1 + (em_{t,p} - em_{t,p-1}) / em_{t,p-1}$ , cuando el cambio  $(em_{t,p} - em_{t,p-1})$  fue cada vez menor en relación al denominador  $em_{t,p-1}$ .

Se valoró la validez de distintas estimaciones del exceso de mortalidad corregido por retraso en la notificación con respecto a sus valores definitivos usando el RMSE. Resultó que usar medias aumentó el RMSE generado por las estimaciones publicadas por MoMo. Los resultados muestran que dichos métodos sobreestiman el exceso de mortalidad. Esto es

porque un modelo basado en medias de revisiones pasadas ignora la previsible caída por el simple transcurso del tiempo de revisiones posteriores. El uso de la media ponderada atenuó, pero no solucionó, este problema al dar mayor peso a las revisiones más recientes.

Sin embargo, las correcciones basadas en regresiones lograron reducir notablemente el RMSE ligado a las estimaciones publicadas por MoMo. Resultaron mejores los modelos cuadráticos o cúbicos pues captaron que las revisiones tendieron a desaparecer con el paso del tiempo a un ritmo cada vez menor. En concreto, el modelo cuadrático impone que el ritmo al que la intensidad de las revisiones se acerca a 1 (ausencia de revisión) tiende a cero. Sin embargo, el modelo cúbico incluye un punto de inflexión (no un vértice). Por tanto, la derivada de la curva que estima la intensidad de las revisiones posteriores baja sin tener que ser necesariamente cero al aproximarse a 1.

Este estudio solo dispuso de información sobre las revisiones a partir del 15 de abril. Por tanto, las correcciones aplicadas a las primeras cifras de la muestra son estimadas con menos observaciones que las aplicadas a las últimas. No obstante, son precisamente las observaciones del comienzo de la muestra (o, incluso, anteriores) las que presentan mayor sesgo a la baja (figura 1). Por tanto, se puede esperar que la corrección en base a regresiones polinómicas hubiera reducido más el RMSE de las cifras de MoMo de haberlo aplicado a observaciones anteriores. Estudios basados en otros países u otros contextos no analizan el efecto del retraso en la notificación<sup>(8,9)</sup>.

Dada la importancia de monitorizar la mortalidad en tiempos de pandemia<sup>(10)</sup> es recomendable corregir el retraso en la notificación mediante modelos de regresión polinómica basados en datos empíricos previos. Esto aumentaría la confianza en las estimaciones de muertes

diarias publicadas por los sistemas de vigilancia de la mortalidad<sup>(11)</sup>. Dicha recomendación complementa además la de otros estudios que aconsejan reducir el retraso en la notificación estableciendo medios para comunicar de forma inmediata la mortalidad a las autoridades sanitarias (como, por ejemplo, la comunicación telemática de las defunciones)<sup>(12,13)</sup>.

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece la colaboración de José Fellmann como ayudante-investigador.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Informes Situación de COVID-19 en España - Instituto de Salud Carlos III. [www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Paginas/InformesCOVID-19.aspx](http://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Paginas/InformesCOVID-19.aspx). Panel *online* o dashboard: [cneocovid.isciii.es/](http://cneocovid.isciii.es/)
2. Barbería E, Grijalba M, Martínez JA, Marcos RA, García V. (2020). Defunciones por COVID-19 en España y estadísticas de mortalidad. *Gaceta Sanitaria*. 2020 Sep 15.
3. Cirera L, Segura A, Hernández I. (2020). Defunciones por COVID-19: no están todas las que son y no son todas las que están. *Gaceta Sanitaria*. 2020 Jul 19.
4. Informes MoMo 2020 - Instituto de Salud Carlos III. [www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/MoMo/Paginas/Informes-MoMo-2020.aspx](http://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/MoMo/Paginas/Informes-MoMo-2020.aspx). Portal *online* o dashboard: [momo.isciii.es/public/momo/dashboard/momo\\_dashboard.html#nacional](http://momo.isciii.es/public/momo/dashboard/momo_dashboard.html#nacional)
5. León-Gómez I, Delgado-Sanz C, Jiménez-Jorge S, Flores V, Simón F, Gómez-Barroso D, Larrauri A, de Mateo Ontañón S. (2015). Exceso de mortalidad relacionado con la gripe en España en el invierno de 2012, *Gac Sanit* 2015; 29: 258-65.
6. Informes MoMo 2020 - Instituto de Salud Carlos III. Situación a 25 de mayo de 2020.
7. Cascón-Porres R, Berzal-Rubio M, Santos-Olalla F. (2020), Estudio del exceso de mortalidad motivado por pandemia de COVID-19, Universidad Politécnica de Madrid. [www.etsidi.upm.es/Escuela/Noticias/NoticiasETSIDI?id=e402832a20cc1710VgnVCM10000009c7648a\\_&mt=detail&prefmt=articulo](http://www.etsidi.upm.es/Escuela/Noticias/NoticiasETSIDI?id=e402832a20cc1710VgnVCM10000009c7648a_&mt=detail&prefmt=articulo)
8. Vestergaard LS, Nielsen J, Richter L, Schmid D, Bustos N, Braeye T, Fouillet A. (2020). Excess all-cause mortality during the COVID-19 pandemic in Europe—preliminary pooled estimates from the EuroMOMO network, March to April 2020. *Eurosurveillance*, 25(26), 2001214.
9. Fouillet A, Pontais I, Caserio-Schönemann C. (2020). Excess all-cause mortality during the first wave of the COVID-19 epidemic in France, March to May 2020. *Eurosurveillance*, 25(34), 2001485.
10. Vestergaard LS, Mølbak K. (2020). Timely monitoring of total mortality associated with COVID-19: informing public health and the public. *Eurosurveillance*, 25(34), 2001591.
11. Felix-Cardoso J, Vasconcelos H, Rodrigues P, Cruz-Correia R. (2020). Excess mortality during COVID-19 in five European countries and a critique of mortality analysis data. *medRxiv*.
12. Alvarez RT, Sanz MPL, Herranz SC, Floristán YF, Lozano MIS, Iribas MCM. (2020). La certificación de la defunción de casos de COVID-19 en España. *Revista Española de Medicina Legal*. Volume 46, Issue 3, 2020, pages 101-108.
13. Martín-Fumadó C, Gómez-Durán EL, Barbería-Marcalain E, Arimany-Manso J. (2020). Training, standardization and electronic medical certificate of cause of death. *Journal of forensic and legal medicine*, 76, 102078.