



32 - IMPACTO DE LA VACUNACIÓN CONTRA SARS-COV-2 EN LAS HOSPITALIZACIONES: ESTIMACIÓN MEDIANTE MODELOS DE *MACHINE LEARNING*

Rafael García Carretero, Oscar Vázquez Gómez, Belén Rodríguez Maya, Silvia Álvarez Kailis, David Sánchez Camacho y Christian Aram Tsouroukdissian Alcalá

Hospital Universitario de Móstoles, Móstoles, España

Resumen

Objetivos: Ante la reciente pandemia del SARS-CoV-2, y en ausencia de antivirales efectivos, la mayor estrategia de salud pública ha sido la vacunación masiva. Esta vacunación ha proporcionado inmunidad de grupo y ha permitido mitigar los efectos de la pandemia durante 2022 y 2023. Se ha podido observar una disminución generalizada en los ingresos hospitalarios, así como diferencias en el perfil demográfico y clínico de los pacientes, sobre todo a partir de febrero de 2021. Se realizó un estudio piloto para estudiar el impacto de la vacunación en los ingresos hospitalarios mediante el uso de modelado predictivo con *machine learning*.

Métodos: Se realizó un estudio retrospectivo utilizando los datos públicos de nuestro centro respecto a hospitalizaciones relacionadas con infección por SARS-CoV-2. Se recogieron la edad y la fecha de ingreso. Se dividió el período estudiado en olas o picos en la incidencia de hospitalizaciones y se analizaron el número de hospitalizaciones, su edad, la necesidad de ingreso en UCI y las muertes. Después se realizó una estimación de las hospitalizaciones en ausencia de la vacunación, utilizando un modelo de serie temporal basado en *machine learning* (*general linear model* o GLM). Como datos de entrenamiento (training) se estableció un período entre julio de 2020 y abril de 2021. Se dibujaron las predicciones (*forecast*) en un gráfico de dispersión junto con una curva LOESS (*locally estimated scatterplot smoothing*) que marcara la tendencia.

Resultados: Un total de 2.802 pacientes fueron incluidos en el estudio, con predominio de varones (55%). Desde la tercera ola se observa un descenso acusado en las hospitalizaciones, que llega al punto más bajo en la quinta ola, asociado a un descenso en la edad media de los pacientes (47 años, fig. 1) y al número de fallecimientos (tabla). En ausencia de vacunación, el modelo de *machine learning* fue capaz de predecir dos olas más, al menos tan intensas como la tercera. Al comparar esta predicción con los datos reales, se observa el impacto beneficioso de las vacunas en la disminución de intensidad de la cuarta y quinta ola (fig. 2).

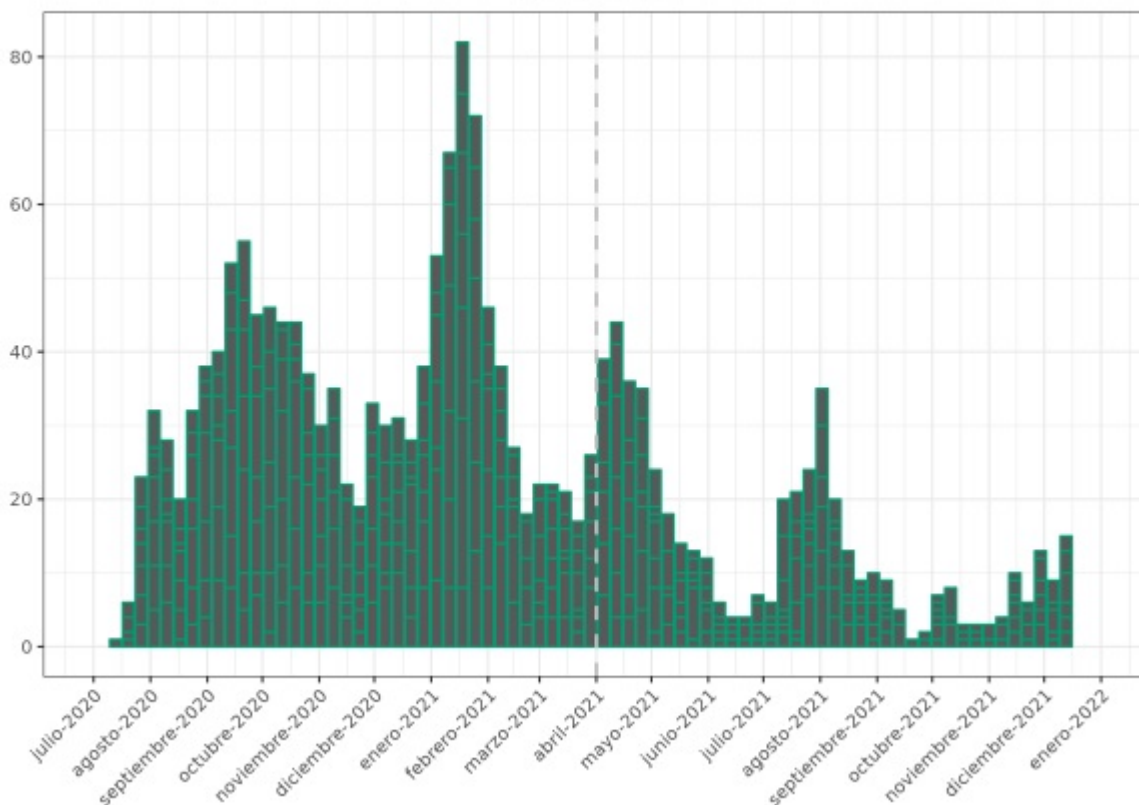
| | Pacientes totales | Hombres | Mujeres | p |
|---------------------------|--------------------------|----------------|----------------|----------|
| Pacientes por olas | 2.802 | 1.541 (55,0%) | 1.261 (45,0%) | 0,001* |
| Primera ola | 1.024 | 553 (16,7%) | 471 (14,2%) | 0,001 |

| | | | | |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
| Segunda ola | 652 | 363 (11,0%) | 289 (8,7%) | 0,001 |
| Tercera ola | 646 | 359 (10,8%) | 287 (8,7%) | 0,001 |
| Cuarta ola | 278 | 164 (4,9%) | 114 (3,4%) | 0,001 |
| Quinta ola | 202 | 105 (3,2%) | 97 (2,9%) | 0,001 |
| Edad | 67,0 (25,0) | 66,0 (24,0) | 68,0 (25,0) | 0,001** |
| Primera ola | 70,0 (22,2) | 68,0 (20,0) | 72,0 (24,0) | 0,001 |
| Segunda ola | 65,0 (26,0) | 64,0 (24,0) | 67,0 (27,0) | 0,159 |
| Tercera ola | 66,0 (23,0) | 65,0 (25,0) | 68,0 (21,5) | 0,004 |
| Cuarta ola | 60,0 (21,0) | 59,0 (20,0) | 65,5 (22,8) | 0,211 |
| Quinta ola | 47,0 (32,8) | 47,0 (32,0) | 47,0 (34,0) | 0,566 |
| Ingresos en UCI | 154 (4,6%) | 108 (5,9%) | 46 (3,1%) | 0,001*** |
| Primera ola | 59 (5,8%) | 46 (8,3%) | 13 (2,8%) | 0,001 |
| Segunda ola | 27 (4,1%) | 16 (4,4%) | 11 (3,8%) | 0,853 |
| Tercera ola | 27 (4,2%) | 18 (5,0%) | 9 (3,1%) | 0,323 |
| Cuarta ola | 17 (6,1%) | 11 (6,7%) | 6 (5,3%) | 0,81 |
| Quinta ola | 8 (4,0%) | 7 (6,7%) | 1 (1,0%) | 0,067 |
| Muertes | 310 (9,4%) | 197 (10,8%) | 113 (7,6%) | 0,002*** |
| Primera ola | 170 (16,6%) | 108 (19,5%) | 62 (13,2%) | 0,008 |
| Segunda ola | 40 (6,1%) | 27 (7,4%) | 13 (4,5%) | 0,165 |
| Tercera ola | 53 (8,2%) | 33 (9,2%) | 20 (6,9%) | 0,379 |
| Cuarta ola | 12 (4,3%) | 9 (5,5%) | 3 (2,6%) | 0,37 |
| Quinta ola | 8 (4,0%) | 4 (3,8%) | 4 (4,1%) | 1 |

*One-proportion Z-test. **Mann-Whitney-Wilcoxon test. ***Test chi cuadrado. La edad está expresada en mediana (rango intercuartílico).

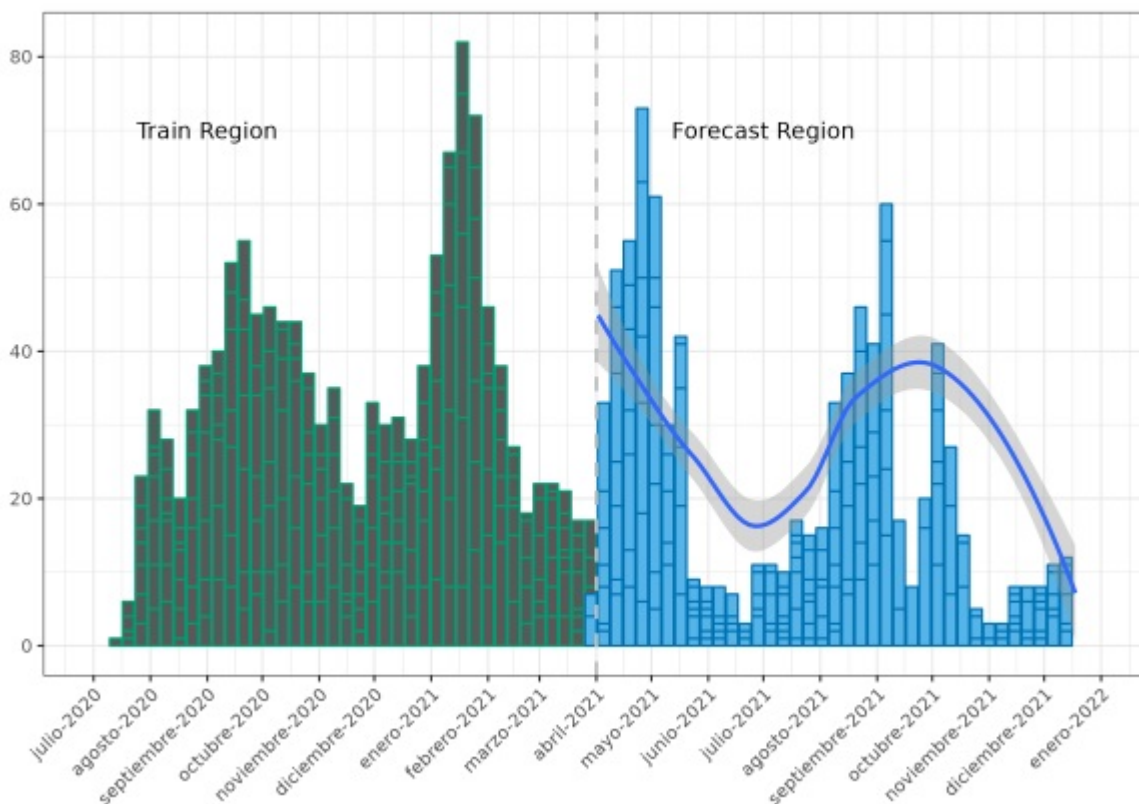
Ingresos semanales

Datos observados



Ingresos semanales

Datos estimados mediante GLM out-of-data



Discusión: La predicción basada en series temporales puede ser muy útil, sobre todo cuando existen patrones temporales no fácilmente identificables. *Machine learning* es una buena alternativa a modelos como ARIMA para series temporales en los que no existe estacionalidad, como el caso de nuestros datos. El modelo de *machine learning* es bueno solo si los datos en los que se basa son de

buena calidad. Si el futuro es incierto o los datos pasados no son de buena calidad, la predicción del modelo es inexacta.

Conclusiones: La vacunación masiva, sobre todo a partir de los 60 años fue capaz de prevenir una ola más intensa a partir de abril de 2021 y evitó el ingreso de pacientes ancianos. Se observó un efecto protector en el número de hospitalizaciones. Nuestro estudio se considera piloto porque se usaron pocos pacientes para realizar una prueba de concepto. En el futuro nuestros análisis se realizarán en datos multicéntricos a nivel nacional.