



Universidad
Zaragoza

TRABAJO FIN DE GRADO

RELACIÓN ENTRE LA EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN
SOLAR Y LA INFECCIÓN POR EL CORONAVIRUS
SARS-CoV-2

RELATION BETWEEN EXPOSURE TO SOLAR
RADIATION AND INFECTION BY CORONAVIRUS SARS-
CoV-2

Alumna:

Natalia Martín Iranzo

Tutora:

Yolanda Gilaberte Calzada

Facultad de Medicina
2021

Índice

Resumen	2
Palabras clave	2
Introducción	3
Hipótesis.....	13
Objetivos.....	13
Material y métodos.....	13
Resultados.....	15
Discusión	33
Conclusiones	40
Agradecimientos	40
Bibliografía.....	40
Anexos.....	44

Resumen

Diferentes estudios asocian el déficit de vitamina D (VD) y la mayor gravedad y mortalidad por la COVID-19. La principal fuente de VD es la radiación solar.

Algunos estudios apoyan que parece que hay una correlación inversa entre la exposición solar y la infección por coronavirus SARS-CoV-2.

En España se ha observado una incidencia de la COVID-19 diferente entre distintos puntos de nuestra geografía lo que podría relacionarse con la radiación solar o la temperatura.

El objetivo de este estudio es analizar la asociación entre el índice ultravioleta recibidos y las variaciones de temperatura en diferentes latitudes geográficas de España y la incidencia, número de hospitalización y mortalidad por COVID-19.

A través de un estudio observacional prospectivo se analizan los datos de incidencia de la COVID-19, temperatura máxima, mínima y UVI de 5 ciudades de España (San Sebastián, Zaragoza, Madrid, Málaga y Tenerife) desde enero de 2020 a febrero de 2021. A través del índice de correlación de Pearson se obtienen los resultados que objetivan una correlación inversa entre el UVI y los casos incidentes de COVID-19 estadísticamente significativa en todas las ciudades. La hospitalización y la mortalidad se correlacionaron inversamente con el UVI solo en las ciudades con mar y no en las del interior. En cuanto a la influencia de la temperatura, las correlaciones con las variables de COVID-19 fueron menos frecuentes, destacando la correlación inversa de las defunciones con las temperaturas máximas y mínimas en las ciudades del Sur, Málaga y Tenerife. No parece que el ingresar en la UCI guarde ninguna relación ni con el UVI ni con la temperatura.

En conclusión, el UVI parece influir en la incidencia de casos de la pandemia por COVID-19. Si esta acción se ejerce por su acción sintetizadora de vitamina D en la piel o es por otros mecanismos requiere futuras investigaciones.

Palabras clave

Radiación ultravioleta, Coronavirus, Latitud, Correlación, España

Abstract

Diverse studies have borne out the close rapport between vitamin D deficiency (VD) and increased severity and mortality from COVID-19. Solar radiation exposure is the major source of vitamin D.

Some recent supporting studies have evidenced that there seems to be an inverse correlation between sun exposure and SARS-CoV-2 coronavirus infection.

In Spain, it has been noticed a different incidence of COVID-19 in other geographical parts of the country. This could be associated to solar radiation or temperature.

The aim of this study is to analyse the correlation between the ultraviolet index received and the temperature variations in different geographical latitudes in Spain. Taken together, through direct evidence of the incidence, number of hospitalisations and mortality due to COVID-19.

Through a prospective observational study, we analyse data on COVID-19 incidence, maximum and minimum temperature and UVI in 5 cities in Spain (San Sebastian, Zaragoza, Madrid, Málaga and Tenerife) from January 2020 to February 2021. Using Pearson's correlation index, the results show an inverse correlation between UVI and the number of COVID-19 cases, which is statistically significant in all cities. Hospitalisation and mortality were inversely correlated with UVI only in cities with sea and not in inland cities. As for the influence of temperature, correlations with COVID-19 variables were less frequent, with the inverse correlation of deaths with maximum and minimum temperatures in the cities of the South, Malaga and Tenerife standing out. Admission to the ICU does not seem to be related to either UVI or temperature.

The obvious conclusion to be drawn from the data is that UVI seems to influence the incidence of COVID-19 pandemic cases. Whether this action is exerted by its vitamin D synthase action in the skin or by other mechanisms requires further research.

Keywords

Ultraviolet radiation, Coronavirus, Latitude, Correlation, Spain.

Introducción

1. Pandemia por SARS-CoV-2

La pandemia mundial por SARS-Cov-2 surgió en diciembre de 2019, en la ciudad de Wuhan, China. Los primeros casos se agruparon como neumonía viral de origen desconocido. La mayoría desarrollaron síntomas leves como tos, dolor de garganta y fiebre. Sin embargo, hubo casos con complicaciones muy graves e incluso la muerte.

La sintomatología típica es tos seca, fiebre, mialgia, fatiga, anosmia y ageusia. Tiene un periodo de incubación de 2 a 14 días. En las situaciones graves se requiere hospitalización e ingreso en unidades de cuidados intensivos. Las complicaciones más frecuentes son neumonía y fallo multiorgánico.

Las formas leves ocurren más en los niños y adolescentes, siendo las formas graves más comunes en los mayores de 65 años (1).

El diagnóstico es clínico y ante la sospecha de un paciente infectado por SARS-CoV-2 se confirma mediante PCR (reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa reversa) de frotis de nasofaringe, siendo la prueba serológica de anticuerpos útil en fases avanzadas de la enfermedad.

El 30 de enero de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que se trataba una emergencia de salud pública internacional. A partir de ese momento numerosos esfuerzos se han encaminado para la investigación de la COVID-19.

La pandemia de COVID-19 en España comienza con el primer caso el 31 de enero de 2020 en La Gomera, mientras que el primer fallecimiento conocido ocurrió el 13 de febrero en Valencia. Se estima que la pandemia ha causado en España más de 80 000 fallecimientos. La gran mayoría de los fallecidos, personas mayores de 65 años.

El agente causal es el SARS-CoV-2, un beta coronavirus. Está compuesto por una estructura de ácido ribonucleico (ARN) monocatenario que pertenece a la familia Coronaviridae. El análisis de secuencia de SARS-CoV-2 ha mostrado una estructura típica de la de otros coronavirus y su genoma se ha comparado con una cepa de coronavirus previamente identificada que causó el brote de SRAS (síndrome respiratorio agudo grave) en 2003 (2).

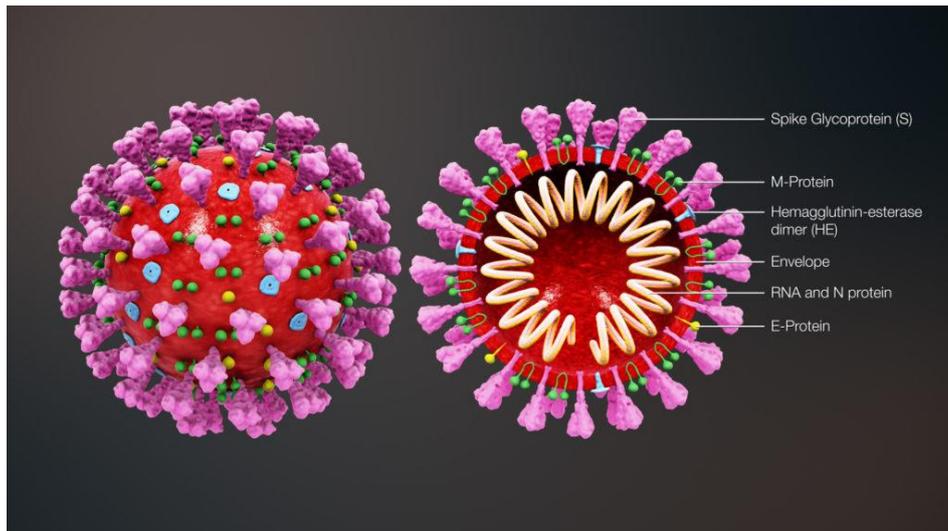


Figura 1

Actualmente existe una gran incertidumbre sobre su mecanismo de propagación. El conocimiento actual se deriva en gran medida de coronavirus similares, que se transmiten de persona a persona a través de fómites respiratorios. La forma de transmisión del COVID-19 es por gotículas de una persona infectada a otra (3). Por lo general, los virus respiratorios son más contagiosos cuando un paciente presenta síntomas. La transmisión del virus es relativamente alta en comparación con otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (4).

El comienzo y foco de atención mundial fue China, pero a finales de febrero la pandemia se desplazó a Europa. Italia fue inicialmente el país más afectado, seguido por España. Posteriormente, la pandemia se ha extendido por todo el mundo afectando a todos los países sin excepción.

El objetivo actual es principalmente limitar la propagación del virus a través del distanciamiento físico, es decir, reducir las tasas de contacto con el fin de preparar los servicios de atención médica para una alta demanda (5).

Las medidas básicas para prevenir la transmisión de la enfermedad incluyen: lavarse las manos con agua y jabón, llevar mascarillas, el distanciamiento social, no tocarse los ojos, la nariz ni la boca con las manos sin lavar, y toser y estornudar en un pañuelo desechable o en el pliegue del codo.

Las vacunas contra la COVID-19 tratan de prevenir la enfermedad y se clasifican según el vector que utilizan para introducir el material del SARS-CoV-2. El vector puede ser una versión inactivada del propio coronavirus, otro virus (generalmente un adenovirus) al que se le ha insertado ARN del SARS-CoV-2, o bien ARN mensajero solo.

Por el momento, la COVID-19 ha causado más de 3.000.000 de muertes e infectado a más de 147.000.000 personas. El impacto sanitario de la COVID-19 ha llevado a un desbordamiento en los sistemas hospitalarios de diversos países. La salud mental se ha visto afectada alrededor del mundo causando ansiedad, estrés y preocupación, tanto por los posibles efectos psicológicos negativos del propio confinamiento como las características de la pandemia y el miedo al contagio (6).

El impacto socioeconómico por el confinamiento ha supuesto una crisis y una de las recesiones económicas más importantes en la historia.

A diferencia de otras epidemias y gracias a los avances de la ciencia, esta nueva infección respiratoria se consideró distinta, se aisló e identificó su agente etiológico y se desarrollaron nuevas pruebas de detección y vacunas en un tiempo récord, y se sigue investigando (7).

2. Tipos de radiación solar, efectos sobre la salud y asociación con la reducción de infecciones

2.1 El espectro de radiación solar

La radiación solar que llega a la tierra consiste en longitudes de onda de energía electromagnética no ionizante, cuyo espectro de irradiancia incluye las siguientes radiaciones: infrarroja (l 3.000- 760 nm), visible (l 760-400 nm), y ultravioleta (UV), la cual se subdivide en UVA-I (l 400-340 nm), UVA-II (l 340-315 nm) y UVB (l 315-280 nm), quedando la radiación UVC (l 280-100 nm) filtrada por la capa de ozono y sin llegar a la superficie terrestre (8), cómo aparecen en la figura 2 las diferentes longitudes de onda (nanómetros) del espectro electromagnético.

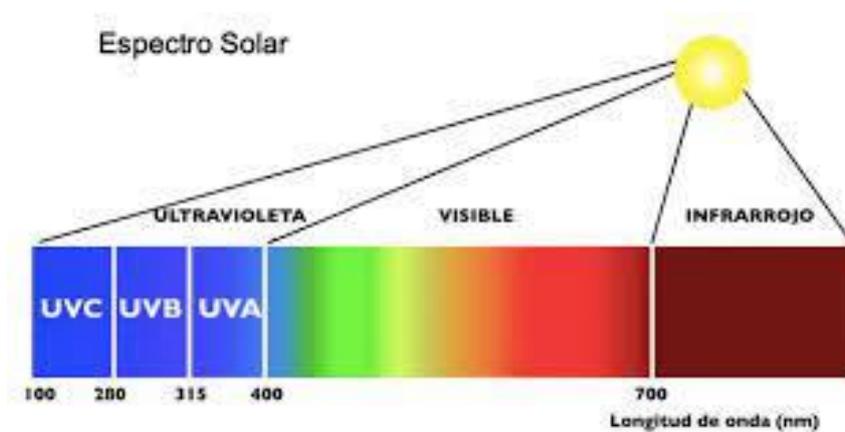


Figura 2

Según la época del año también cambian los niveles de RUV, siendo mayores en primavera y verano y menores en otoño e invierno. Las condiciones climáticas como la presencia de nubes y la contaminación pueden reducir los niveles de RUV especialmente A (9).

La radiación UV penetra en la piel en función de la longitud de onda que tiene. Así, el UVB afecta fundamentalmente a la epidermis y un pequeño porcentaje, un 10% llega a la dermis. Esta radiación es la responsable de las quemaduras solares y un 65-70% de los efectos carcinógenos de la radiación solar. La radiación UVA llegaría hasta la dermis.

2.2 El índice ultravioleta (UVI)

El UVI mide la intensidad de la radiación UV que alcanza la superficie de la Tierra, y tiene relación directa con los efectos sobre la piel humana. Está basado en el estándar creado por la Organización Meteorológica Mundial, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Comisión Internacional para la Protección frente a Radiaciones No Ionizantes. Esta estandarización permite tener una escala unificada a nivel mundial, que engloba el UVI desde el valor 0 como de mínimo, pero sin llegar a establecer un valor máximo. La figura 3 muestra la correspondencia entre el UVI y la intensidad de exposición solar aparejada con el riesgo de sufrir daño en la piel y los ojos por la misma.

Gracias a esta gráfica visual podemos identificar claramente las señales de alerta en base al UVI y así tomar las medidas de fotoprotección adecuadas en torno a él.

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUV
BAJA	< 2
MODERADA	3 A 5
ALTA	6 A 7
MUY ALTA	8 A 10
EXTREMADAMENTE ALTA	11+

Figura 3

La AEMET dispone de más de 20 estaciones y medidores de radiación UV en España que miden e informan diariamente el UVI.

El valor de UVI que nos indica la AEMET, es el valor máximo que se alcanzará ese día, teniendo en cuenta que puede haber pequeñas variaciones en función de la cantidad de ozono presente en la atmósfera, la situación del sol, la altitud del lugar y la presencia de

nubes. La sombra puede reducir en un 50% la radiación UV que recibimos y entre las 10 y 14 horas, recibimos el 60% de la radiación UV diaria.

2.3 Efectos de la Radiación Solar en la salud

La exposición solar excesiva presenta riesgos y efectos secundarios, siendo la radiación solar el factor de riesgo ambiental más importante para el cáncer de piel y la principal causa del foto-envejecimiento.

Por ello es importante adoptar medidas de protección, como ropas, sombrero, gafas de sol y cremas fotoprotectoras. Las radiaciones solares pueden tener efectos perjudiciales que pueden evitarse si se incrementa la educación a la población sobre dichos efectos (10).

Los fotones de la radiación UV tienen una serie de efectos biológicos beneficiosos, induciendo la síntesis de endorfinas y produciendo vitamina D. La radiación UVB es la principal responsable de la producción de vitamina D en la piel. La exposición a la radiación UV determina la foto-conversión de la provitamina D3 (7-dehidrocolesterol) en la piel a pre-vitamina D3. A continuación, se producen dos hidroxilaciones diferentes, la primera en el hígado, donde se convierte en 25(OH)D, y la segunda en el riñón, con la síntesis de su forma activa (1-25OH D o calcitriol). Finalmente, se une a receptores específicos (VDRs), actuando en diferentes tejidos (11).

La inmunomodulación, la producción de melatonina y serotonina y el efecto de la luz en los ritmos circadianos son otras acciones de la radiación solar en la salud.

La radiación UVA induce la liberación de óxido nítrico de su almacenamiento en la piel, así como su translocación a la sangre. Aquí, el óxido nítrico es responsable de una variedad de efectos como la vasodilatación y por lo tanto la disminución de la presión arterial y la supresión de la intolerancia a la glucosa y la resistencia a la insulina.

En cuanto a la inmunomodulación, tanto la radiación UVA como la UVB tienen un efecto inmunosupresor directo, por inducción de citocinas como el factor de necrosis tumoral- α (TNF- α), la interleucina-10 (IL-10) y estimulación de T células reguladoras. Este mecanismo puede explicar el beneficio de la exposición al sol en la protección frente a determinados trastornos autoinmunitarios como la esclerosis múltiple o la artritis reumatoide.

En el cáncer, numerosos estudios apoyaron una fuerte asociación entre la exposición a los rayos UV y una disminución del riesgo del cáncer de mama, colon, ovario, próstata y linfoma no Hodgkin (12).

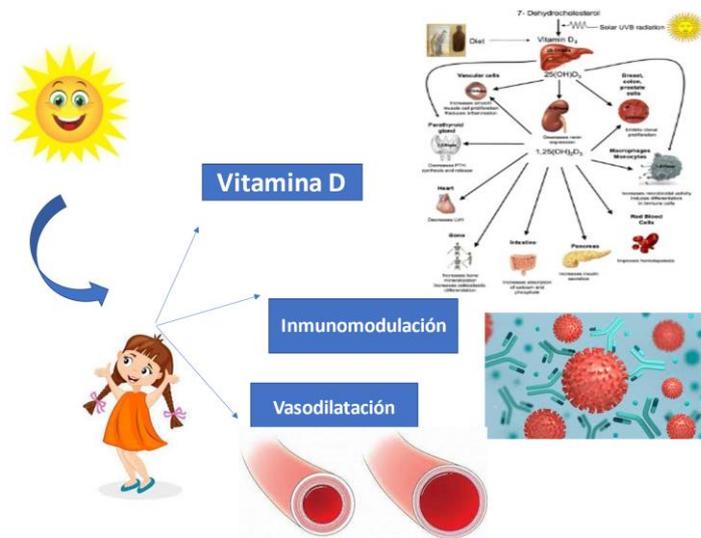


Figura 4

2.4 Acción antimicrobiana de la radiación UV

La radiación UV-C es el desinfectante más eficaz que la radiación UV-B. Sin embargo, la radiación solar UV-C solar es filtrada por la atmósfera terrestre. (13) Esta radiación se puede utilizar como medio de desinfección. El virus del SARS-CoV-2 puede convertirse en no infeccioso con la aplicación de la radiación UVC. Esto se debe a que la radiación UV-C daña su secuencia de ARN, rompiendo sus enlaces de forma que se detiene su capacidad de replicarse (14). Una pequeña cantidad de contagios se han llevado a cabo por contacto de superficies. La radiación UVC se puede utilizar como desinfectante del SARS-Cov-2 en diferentes situaciones como son la purificación del agua, el aire, los alimentos, las superficies de trabajo y los experimentos de laboratorio.

Se han llevado a cabo ensayos usando UVC frente a tres concentraciones distintas de virus, estableciéndose que a partir de una dosis de 169 Ws/m² existe una inactivación viral total (15).

3. Relación entre la radiación solar y la infección por SARS-Cov-2

Se sabe que la vitamina D es vital para regular el sistema inmunitario, y que la exposición a la radiación UVB del sol en la piel produce vitamina D. Se han publicado diferentes

trabajos que apoyan la asociación entre bajos niveles séricos de vitamina D y una mayor gravedad por COVID (16). Considerando que la intensidad de la RUV es mayor cuando más proximidad al ecuador, algunos trabajos han analizado la posible relación de la COVID-19 con la latitud.

Un estudio examinó la correlación entre la latitud y las tasas de mortalidad por COVID-19 en diferentes países. Para ello se seleccionaron 88 países, utilizando las tasas de mortalidad/millón de cada país y se realizó un análisis de correlación entre dichas tasas de mortalidad y la latitud de cada uno. Se encontró una correlación positiva estadísticamente significativa entre las tasas de mortalidad más bajas y la proximidad de un país al ecuador (Pearson $r = 0,40$ $P < 0.0001$). Según este trabajo el 16% de la variación de las tasas de mortalidad entre países se debería a la latitud del país. Por lo tanto, presentan pruebas que sugieren una correlación directa entre la exposición a la luz solar y la reducción de la mortalidad. Por ejemplo; muertes en Nápoles 403/millón (59% días soleados) frente a Milán 15.720/millón (43% días soleados).

Este estudio fue el primero en documentar una correlación estadísticamente significativa entre la latitud de un país y su mortalidad por COVID-19 y es consistente con otras investigaciones sobre la latitud, la deficiencia de vitamina D y las muertes por COVID-19.

Cuanto mayor sea la latitud, el sol se sitúa lejos de la vertical y por lo tanto llega menos radiación. Esta relación entre la latitud y las muertes por covid-19 se ha atribuido a la relación entre la exposición solar y la VD.

Existe una estacionalidad de las infecciones virales y bacterianas, suelen ser más graves en invierno. Este hecho se ha relacionado con el hecho de que en invierno se recibe menos RUVB y por tanto se sintetiza menos vitamina.

Algunas publicaciones indican el papel protector frente a la COVID-19 de la radiación ultravioleta B (UVB) en la salud humana, mediado por la síntesis de la vitamina D. Así, un estudio observacional establece una asociación negativa entre la radiación UVB, medida por el UVI, con el número de muertes por COVID-19; analizan 152 países durante 108 días ($n = 6524$) y utilizan el número acumulado de muertes por COVID-19 y la tasa de mortalidad como principales variables dependientes y el UVI como independiente; tras controlar los factores constantes y variables en el tiempo, descubrieron que un aumento permanente del IVU se asocia a un descenso de 1,2 puntos porcentuales en la tasa diaria de mortalidad acumuladas de COVID-19 [$p < 0,01$] y un descenso de 1,0 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento diario del CFR [$p < 0,05$]. Estos resultados representan una reducción porcentual significativa en términos de tasas de crecimiento diario de las muertes acumuladas por COVID-19 (- 12%) y CFR (- 38%) en relación con el incremento del UVI. Se trata de una asociación negativa

significativa entre el UVI y las muertes por COVID-19, lo que indica evidencia del papel protector de la UVB en la mitigación de las muertes por COVID-19 (17).

Un estudio ecológico ambiental en Italia investigó la correlación entre la distribución espacial de los casos y muertes por COVID-19 en las diferentes regiones italianas y el número de horas de sol que esas localidades tenían, el impacto clínico del COVID-19 fue mucho más fuerte en el norte que en el sur de Italia. Es el primer estudio en Italia que emplea mediciones reales de radiación UV, con el objetivo de comprender mejor una tasa tan alta de infección en el norte del país. Italia cuenta con amplia extensión de latitud y diferentes condiciones ambientales, es el área de prueba ideal para explorar una correlación entre los resultados clínicos de la pandemia y la distribución geográfica de la irradiación UV solar. El estudio multidisciplinario incluye datos de exposición ambiental UV solar junto con otros factores ambientales de comorbilidad y demográficas, para explicar la distribución geográfica de la mortalidad e infecciones COVID-19 entre las diferentes regiones italianas.

El estudio se llevó a cabo teniendo en cuenta los resultados clínicos disponibles de las 20 regiones italianas.

La exposición a la radiación UV solar, junto con otros factores como las condiciones sociales, demográficas y ambientales afecta la transmisión SARS-CoV-2 y sus resultados (por ejemplo, las muertes fueron 919 el 27 de marzo, 333 el 27 de abril, 117 el 27 de mayo) (11).

La incidencia y la mortalidad de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) están correlacionadas con los niveles de vitamina D; por otro lado, la síntesis de vitamina D en la piel humana depende de la exposición a la radiación UVB. Por lo tanto, se considera que la incidencia y la mortalidad de COVID-19 también están correlacionadas con los niveles de vitamina D.

Tang L, et al., analizan la correlación entre el porcentaje medio de positivos de cinco coronavirus humanos (SARS-CoV-2, CoVHKU1, CoVNL63, CoVOC43 y CoV229E) en diferentes áreas de Estados Unidos y la correspondiente dosis de radiación UV de la luz solar recibida en esas localizaciones. Los resultados indicaron que el porcentaje medio mensual de positivos de cuatro coronavirus comunes estaba significativamente correlacionado de forma negativa con la dosis de radiación UV de la luz solar recibida. El porcentaje semanal positivo de SARS-CoV-2 entre el 17 de abril de 2020 y el 10 de julio de 2020 mostró una correlación negativa significativa con la dosis de radiación UV de la luz solar en las regiones censales 1 y 2 (Noreste y Medio Oeste de los EE. UU), mientras que no hubo significación estadística en las demás regiones. Además, la radiación UV de la luz solar también mostró algunos efectos negativos con respecto a la transmisión temprana del SARS-CoV-2 (18).

En otros estudios se analizó la correlación entre la latitud y las muertes por COVID-19. Hay que considerar una limitación y es que la prevalencia de HTA es también menor cuanto más cercanía al ecuador, y la HTA es un factor de riesgo reconocido de gravedad de la COVID-19 (19).

Dos estudios realizados en los Estados Unidos sugieren una menor incidencia o transmisión en zonas con una alta radiación UV ambiental (20). Por el contrario, un estudio realizado en China concluyó que ningún factor climático, incluida la radiación UV, se asoció con la incidencia acumulada o la tasa de infección de COVID-19. Por último, un estudio en España encontró una correlación positiva entre las horas de sol diarias y la incidencia de COVID-19 (21).

Los cambios estacionales influyen en las tasas de incidencia de la COVID-19, sin embargo, hay que tener en cuenta la influencia de otras variables ambientales, así como las políticas de distanciamiento social (22). Es cierto que las medidas establecidas por los gobiernos han ayudado a reducir la expansión del virus, pero no sólo eso ha influido, de hecho, se encuentra menor incidencia de COVID-19 con temperaturas más altas y niveles de humedad. Los estudios existentes indican que la temperatura y la humedad tienen una influencia significativa en el número de casos confirmados para una determinada región. Así, China y EE. UU. encontraron una influencia similar de la temperatura y la humedad relativa en la transmisibilidad de COVID-19 (23). No obstante, y aún con esta influencia ambiental, la intervención de salud pública como el distanciamiento social es crucial para bloquear la transmisión de COVID-19 incluso en verano. De hecho, la menor influencia de las condiciones meteorológicas en la marcha de la pandemia se debe probablemente a la política de permanecer en casa durante los periodos de mayor incidencia, lo que en definitiva hace que la población se exponga menos al exterior y que, por tanto, los factores medioambientales influyan menos en la marcha de la pandemia (24).

4. Justificación del estudio

Los datos recopilados hasta la fecha sugieren que los niveles ambientales altos de radiación UV pueden ser beneficiosos para reducir la incidencia y la mortalidad por COVID-19. Por tanto, y dado que España es un país con una variación estacional muy importante de los niveles de UVI, nos planteamos la realización de un estudio para analizar la relación de la COVID-19 con la radiación solar recibida en diferentes partes del país.

Hipótesis

Existe una correlación del UVI y la temperatura con la incidencia, y/o la gravedad/mortalidad por la infección por coronavirus SARS-CoV-2 en España.

Objetivos

Principal

Analizar la asociación entre el UVI y la temperatura en diferentes latitudes geográficas de España y la incidencia, número de hospitalizaciones y mortalidad por COVID-19

Secundarios

1. Valorar la asociación entre el UVI y los casos incidentes de infección por coronavirus SARS-CoV-2 en ciudades de diferentes latitudes en España a lo largo del tiempo.
2. Investigar la correlación entre el UVI y la gravedad de la COVID-19 valorada como número de hospitalizaciones y mortalidad en diferentes latitudes de España a lo largo del tiempo.

Material y métodos

1. Tipo de Estudio

Se trata de un estudio observacional prospectivo.

2. Población del Estudio

Se tomaron los casos incidentes, hospitalizados, ingresados en UCI y defunciones por infección por SARS-CoV2 desde enero de 2020 a febrero de 2021 en 5 ciudades españolas con diferentes latitudes de Norte a Sur.

San Sebastián (latitud N 43.257), Madrid (latitud N 40.4167), Zaragoza (latitud N 41.6563), Málaga (latitud N 36.72016) y Tenerife (latitud N 28.46824)

Para ello se extraerán los datos del Centro Nacional de Epidemiología (CNE) sobre la incidencia de casos, hospitalizaciones, ingresos en UCI y defunciones causadas por la COVID-19 en dichas ciudades.

La recogida de los casos se obtuvo a partir de la declaración de los casos de COVID-19 a la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (RENAVE) a través de la plataforma informática vía Web SiViES (Sistema de Vigilancia de España) que gestiona el Centro Nacional de Epidemiología (CNE). Esta información procede de la encuesta

epidemiológica de casos que cada Comunidad Autónoma cumplimenta ante la identificación de un caso de COVID-19.

La población utilizada para el cálculo de las tasas de incidencia procede de las cifras oficiales de población resultantes de la revisión del padrón municipal a 1 de enero del Instituto Nacional Estadística de 2020.

3. Datos Meteorológicos

La Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET) tiene como objetivo la prestación de servicios meteorológicos en nuestro país. Tras realizarles la petición obtuvimos los datos del UVI en cada una de las estaciones meteorológicas oficiales que existen en España para las ciudades objeto de nuestro estudio, así como la temperatura máxima y mínima.

Así, se obtuvieron los datos de ciclos diarios de los niveles de UVI y temperatura a intervalos diarios durante todo el año 2020 y hasta el 28 de febrero de 2021. Posteriormente estos datos diarios se agruparon por semanas calculando el promedio.

4. Variables del Estudio

Variables independientes:

1. Irradiancia eritemática a partir del UVI
2. Ciclos diarios de temperatura máxima y mínima

Variables dependientes:

3. Casos incidentes diarios de infección por coronavirus SARS-CoV-2 en cada una de las ciudades objeto de estudio del 1 enero de 2020 al 28 de febrero 2021
4. Casos hospitalizados por coronavirus SARS-CoV-2 en cada una de las ciudades objeto de estudio del 1 enero de 2020 al 28 de febrero 2021
5. Casos hospitalizados en la UCI por coronavirus SARS-CoV-2 en cada una de las ciudades objeto de estudio del 1 enero de 2020 al 28 de febrero 2021
6. Número de muertes por SARS-CoV-2 en cada una de las ciudades objeto de estudio del 1 enero de 2020 al 28 de febrero 2021

5. Análisis Estadístico

Se utilizó la hoja de cálculo de Excel para agrupar todos los datos obtenidos tanto de la AEMET como del CNE para cada ciudad.

Los casos estaban agrupados por edad y sexo para cada día desde el 1 de enero de 2020 hasta el 28 de febrero de 2021 fechas que incluyen las 4 olas de la pandemia por SARS-CoV2 en España. Para cada ciudad se obtuvieron número de casos incidentes por la infección, número de hospitalizaciones, número de ingresos en la UCI y número

de defunciones. Posteriormente, para obtener el número total de cada uno de ellos se realizó la suma de todas las edades y ambos sexos para cada día.

También se estableció el índice ultravioleta y la temperatura máxima y mínima del rango de días escogido.

Seguidamente, para poder comparar las diferentes ciudades, se calculó la incidencia por cada una de ellas por 100.000 habitantes dividiendo el número de casos por el número de habitantes de cada ciudad: Madrid 6779.888, Málaga 1685.929, Tenerife 1044.887, Zaragoza 972.528 y San Sebastián 727.212 habitantes.

Dado que no hay diferencias relevantes en el UVI a lo largo de 1 semana se realizaron también los cálculos semanalmente. Así, se dividió cada mes en 4 semanas, se sumaron los casos por semana, calculándose también la incidencia por 100.000 semanal. De este modo pudimos calcular los casos de las semanas a lo largo de todo el periodo de pandemia representando los datos mediante graficas.

Para analizar la asociación entre las variables meteorológicas y las de incidencia de las diferentes variables de COVID-19 se utilizó el test de correlación de Pearson.

Los programas estadísticos utilizados fueron Excel versión 2103 y SPSS ver 19.0 (IBM).

Resultados

1. Incidencias de casos, pacientes hospitalizados, ingresos en UCI y defunciones por COVID-19

Los casos incidentes, hospitalizados, UCI y muertes por semanas para cada ciudad, así como las respectivas incidencias por 100.000 habitantes se recogen en tablas 1 a 5 del Anexo 1.

Analizando las medias de las incidencias por 100.000 habitantes a lo largo de todo el periodo de este estudio, la mayor se ha dado en Madrid (23,62 desviación estándar (DE) 24,16), seguida de Zaragoza (20,98 DE 21,02), San Sebastián (17,67 DE 20,35), Málaga (11,53 DE 15,97) y muy por debajo de todas ellas Tenerife (3,82 DE 4,16). Las diferencias fueron estadísticamente significativas entre Málaga y Madrid ($p=0,002$) y Málaga y Zaragoza ($p=0,008$) pero no entre Málaga y San Sebastián ($p=0,076$). Las diferencias entre Tenerife y el resto de las capitales fueron todas estadísticamente significativas ($p\leq 0,001$).

En cuanto a la hospitalización fue mayor en Madrid (4,58 DE 9,12), seguida de Zaragoza (3,81 DE 5,96), Málaga (3,77 DE 9,79), San Sebastián (2,27 DE 5,68)

y muy por debajo Tenerife (0,65 DE 0,81). Estas diferencias fueron estadísticamente significativas entre Tenerife y todas las demás ciudades ($p < 0,05$) pero no entre San Sebastián, Zaragoza, Madrid y Málaga. El mismo patrón en cuanto al orden de las medias se encuentra en las medias de incidencia de hospitalización (Tabla 1).

Respecto a los ingresos en UCI la mayor media de incidencia se encontró en Zaragoza (0,17 DE 0,22), seguido de Madrid (0,13 DE 0,31), y muy por debajo las otras 3 ciudades, siendo la de menor incidencia en este caso San Sebastián (Tabla 1). Las diferencias fueron estadísticamente significativas entre Zaragoza y San Sebastián ($p = 0,001$), Málaga ($p = 0,002$) y Tenerife ($p = 0,006$), mientras que las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre Madrid y estas 3 ciudades. Las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre las 3 ciudades con menor media de incidencia (San Sebastián, Málaga y Tenerife) ni entre las 2 con más incidencia entre sí (Zaragoza y Madrid).

La media más alta de incidencia de defunciones se registró en Zaragoza (0,52 DE 0,54), seguida de Madrid (0,41 DE 0,37), San Sebastián (0,36 DE 0,39) y Málaga (0,14 DE 0,16), siendo muy inferior en Tenerife (0,08 DE 0,10). Las diferencias fueron estadísticamente significativas entre Tenerife y todas las demás capitales ($p < 0,018$), Málaga y el resto de las capitales más al norte ($p < 0,001$) pero no entre Zaragoza y Madrid ($p = 0,0371$), Zaragoza y San Sebastián ($p = 0,073$) ni Madrid y San Sebastián ($p = 0,656$)

Tabla 1. Media de las incidencias por 100.000 habitantes de casos, pacientes hospitalizados, ingresados en UCI y defunciones de todo el periodo de estudio (enero 2020 a febrero 2021)

Variable	Incidencia de casos Media (DE)	Incidencia de hospitalización Media (DE)	Incidencia ingreso UCI Media (DE)	Incidencia Defunciones Media (DE)
San Sebastián	17,67 (20,35)	2,27 (5,68)	0,052 (0,10)	0,36 (0,39)
Zaragoza	20,98 (21,02)	3,81 (5,96)	0,17 (0,22)	0,52 (0,54)
Madrid	23,62 (24,16)	4,58 (9,12)	0,13 (0,31)	0,41 (51,37)
Málaga	11,53 (15,97)	3,77 (9,79)	0,06 (0,09)	0,14 (0,16)
Tenerife	3,82 (4,16)	0,65 (0,81)	0,07 (0,10)	0,08 (0,10)

2. UVI y Temperatura

La media del UVI a lo largo del periodo de estudio aumenta con la latitud, siendo la menor de 3,98 (DE 2,51) en San Sebastián y la mayor en Tenerife 6,81 (DE 2,79) (Tabla 2).

En cuanto a la temperatura media, Madrid es quien la tiene la media más baja (14,63 DE 7,40) y Tenerife las más alta (21,73 DE 2,74). Madrid y Zaragoza coinciden en las menores medias de las mínimas temperaturas, mientras que Madrid (19,12 DE 8,78) y San Sebastián (19,12 DE 5,07) tienen las menores medias de las máximas temperaturas. Las medias máximas tanto de las mínimas temperaturas (17,86 DE 2,73) como de las máximas (25,60 DE 2,87) corresponden a Tenerife.

En el Anexo 2 se presentan las gráficas de UVI y temperaturas diarios por ciudad. En todas ellas se aprecia que el aumento y disminución del UVI y la temperatura son paralelos.

Tabla 2. Media del UVI y de las temperaturas máxima, mínimas y media de las ciudades de estudio en el periodo de estudio (enero 2020, febrero 2021)

Variable	UVI Media (DE)	Temperatura máxima Media (DE)	Temperatura mínima Media (DE)	Temperatura media Media (DE)
San Sebastián	3,98 (2,51)	19,12 (5,07)	11,08 (4,79)	15,10 (4,84)
Zaragoza	4,32 (2,97)	20,60 (8,04)	10,14 (5,92)	15,37 (6,94)
Madrid	4,64 (3,00)	19,12 (8,78)	10,15 (6,15)	14,63 (7,40)
Málaga	5,01 (2,80)	24,14 (5,31)	14,73 (4,74)	19,44 (4,98)
Tenerife	6,81 (2,79)	25,60 (2,87)	17,86 (2,73)	21,73 (2,74)

3. Correlación entre UVI y enfermedad COVID-19

En los gráficos 1, 2, 3, 4 y 5 se presentan la evolución del UVI junto a la del número de casos incidentes, hospitalizados, ingresados en UCI y defunciones por día en las distintas ciudades durante el periodo de estudio. La evolución del UVI sigue una curva de tipo campana de Gauss en todas las ciudades, siendo máximos en los meses de verano y mínimos en los de invierno. Dicha curva es más aplanada en Tenerife.

Sin embargo, la evolución de las incidencias de casos, pacientes hospitalizados, ingresados en UCI y mortalidad reflejan las diferentes olas de COVID-19 que se han producido en las diferentes ciudades a lo largo del periodo del estudio.

Tras la primera ola, en Zaragoza y en San Sebastián la incidencia de casos de COVID-19 aumenta a partir de julio que es cuando el UVI inicia su descenso, aunque todavía es alto. El ascenso fue mayor en Zaragoza donde se registró una segunda ola no presente en otras localidades. En Madrid, Málaga y Tenerife el ascenso de los casos se produce a partir de Septiembre, cuando el UVI inicia un descenso marcado.

En todas las ciudades se objetiva un aumento marcado de los casos en los meses de otoño e invierno, cuando el UVI es más bajo.

Figura 1. San Sebastián

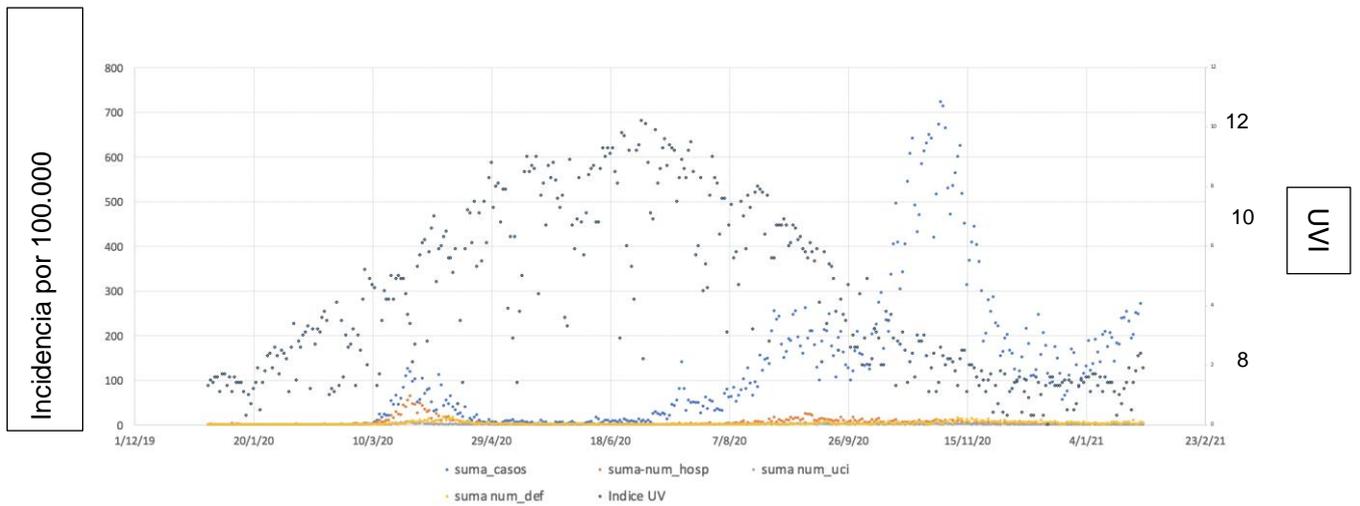


Figura 2. Zaragoza

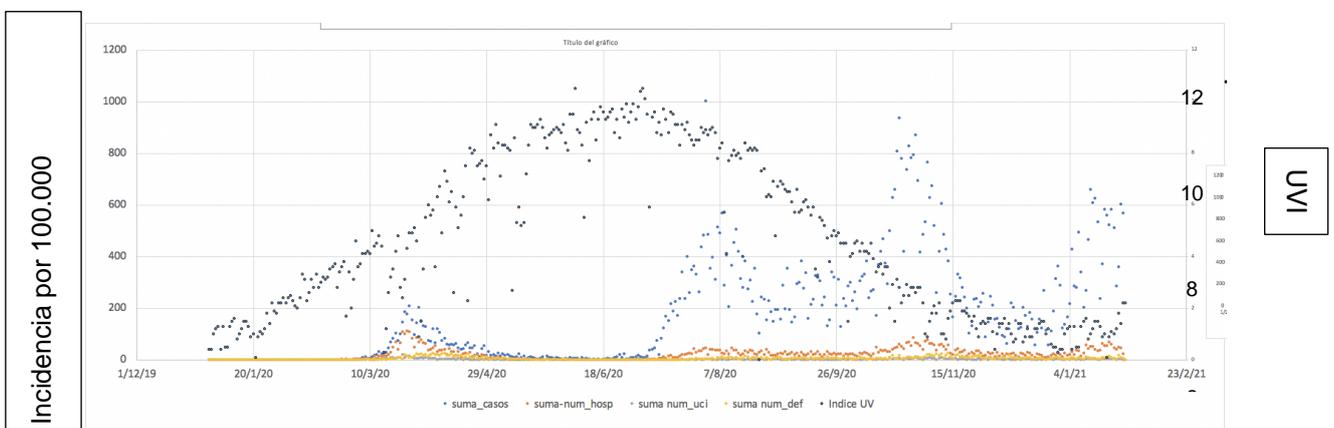


Figura 3. Madrid

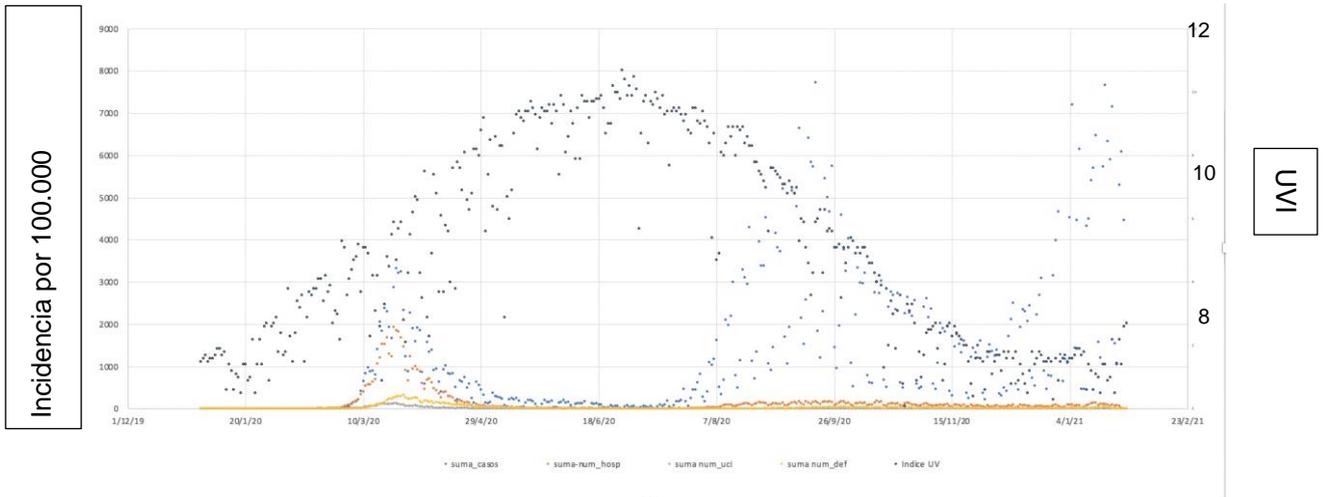


Figura 4. Málaga

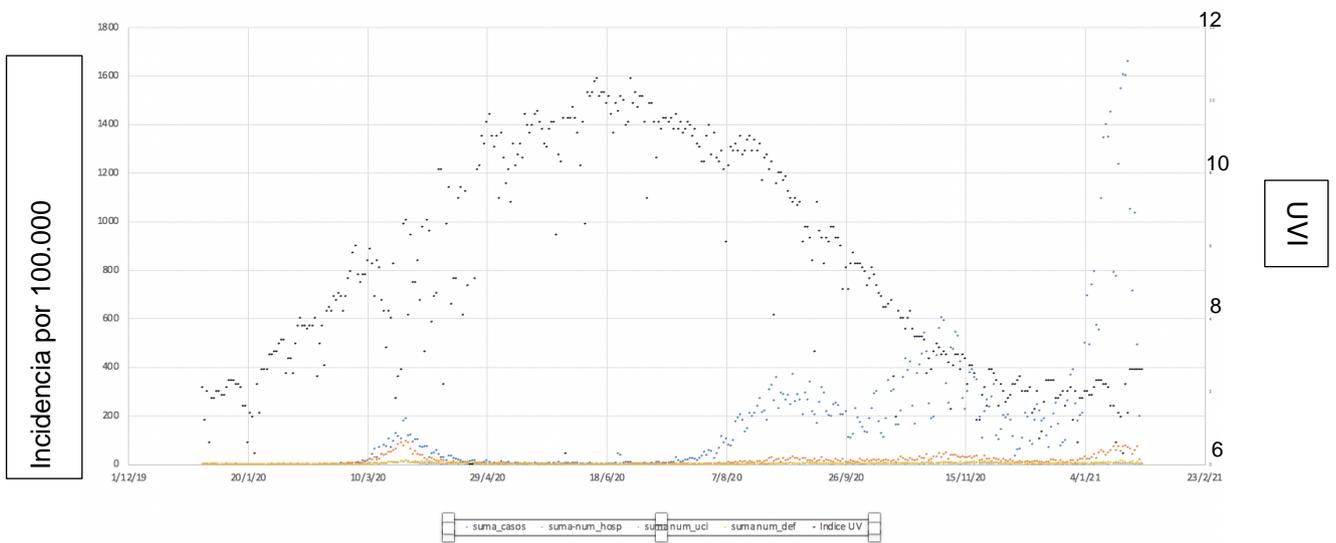
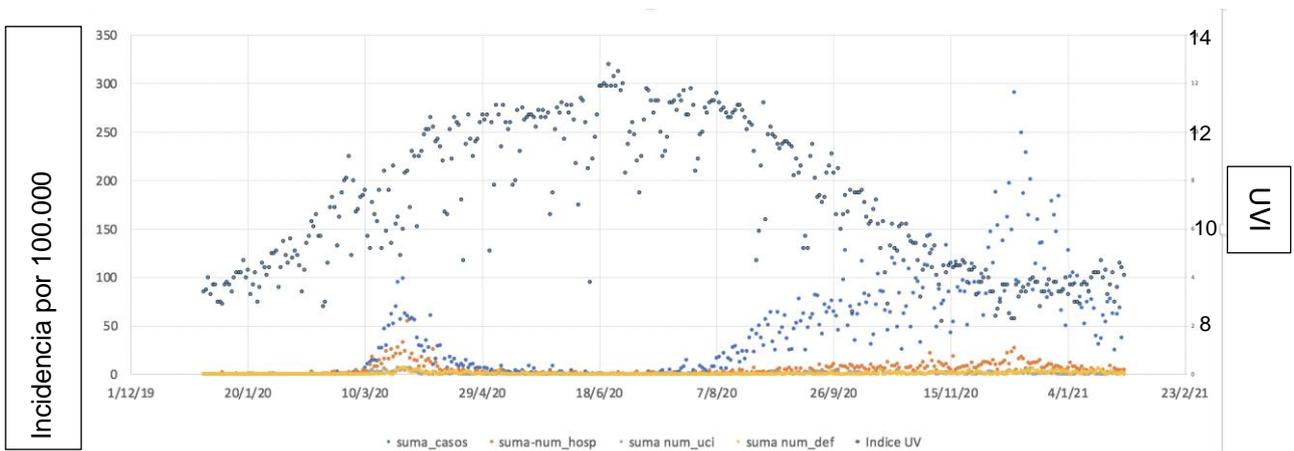


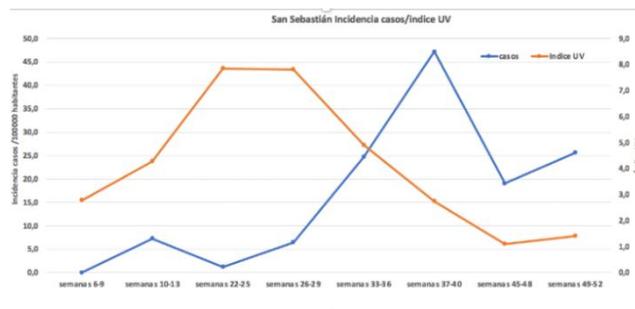
Figura 5. Tenerife



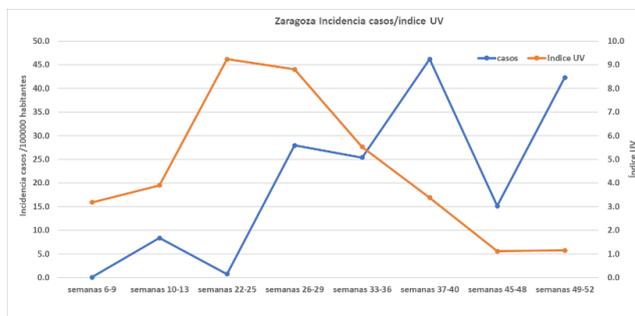
Para visualizar de forma más clara la evolución de las 4 variables de COVID-19 y su relación con el UVI, se ha simplificado en gráficos agrupando los datos de incidencia de casos, hospitalizaciones, ingresos en UCI y defunciones durante las 4 olas. Para ello hemos calculado la media de las incidencias de cada una de las semanas previas a la subida de contagios y el mes de ascenso. La primera ola corresponde con las semanas 10-13 (del 2 de marzo al 29 de marzo). La segunda ola son las semanas 26-29 (del 22 de junio al 19 de julio), tercera ola de las semanas 37-40 (del 7 de septiembre al 4 de octubre). Y la cuarta ola analizada va de la semana 49-52 (del 30 de noviembre al 27 de diciembre).

3.1 Media de incidencia de Casos COVID-19 por 100.000 habitantes y de UVI

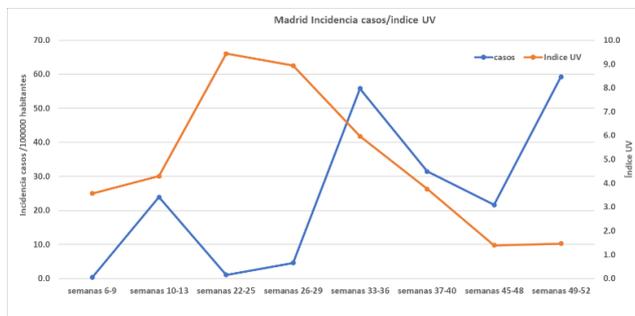
San Sebastián, observamos que conforme disminuye el índice UV a partir de la semana 26-29 (del 22 de junio al 19 de julio), empiezan a aumentar los casos



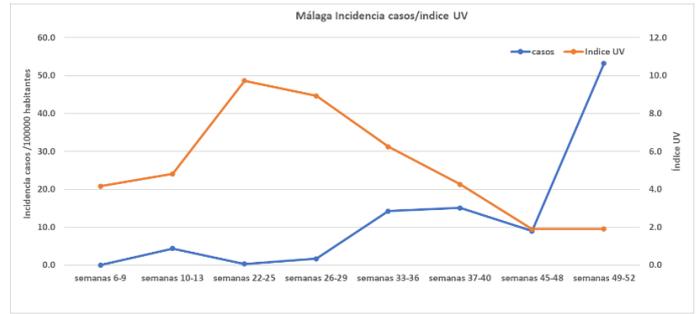
En Zaragoza se observa que aun cuando el UVI estaba en máximos hubo un ascenso de los casos. No obstante, cuando el UVI descendió la incidencia de casos experimentó sus picos máximos.



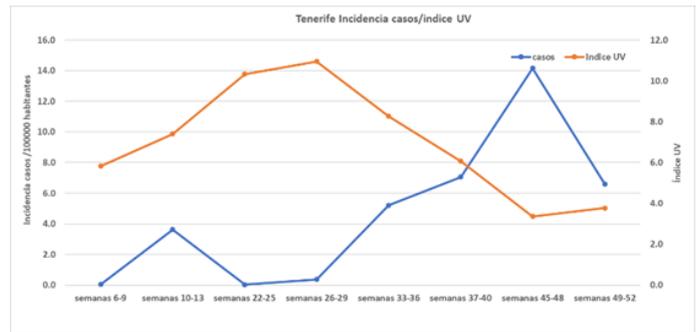
En Madrid, se observa un ascenso de casos tras la semana 26-29 (del 22 de junio al 19 de julio) coincidente con el descenso del UVI. Luego los casos descienden, pero cuando el UVI alcanza su mínimo valor, la incidencia de casos llega a su valor más alto.



En Málaga la curva de incidencia de casos es más plana que en las ciudades del norte; sin embargo, la mínima incidencia se dio mientras que los UVI fueron más altos y la mayor incidencia de casos ocurrió cuando el UVI era mínimo.

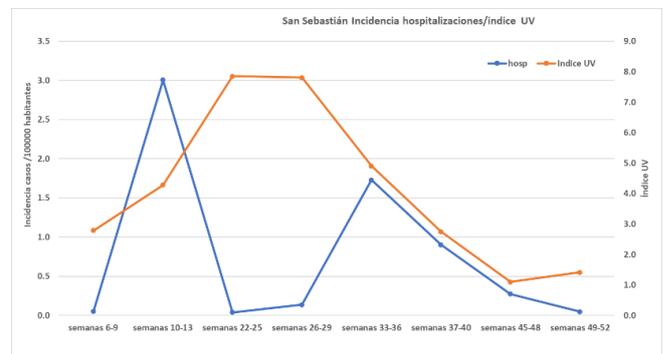


En Tenerife se aprecia que con UVI alto los casos bajan y que conforme empieza a bajar el índice UVI los casos tienen una progresión ascendente. Después de la última ola disminuyen de nuevo los casos, aunque el UVI se mantenía bajo.

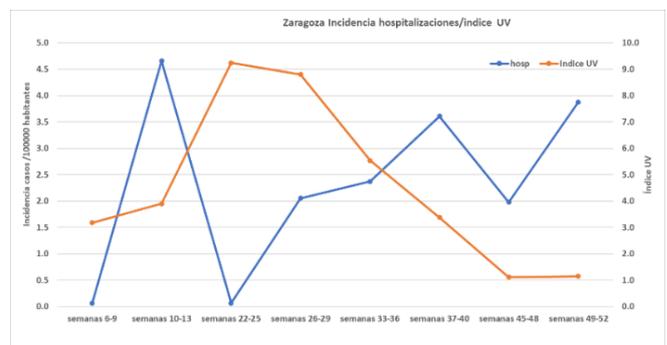


3.2 Media de incidencia de pacientes hospitalizados por COVID-19 por 100.000 habitantes y UVI.

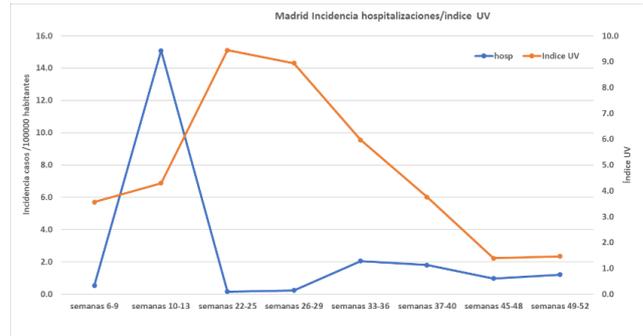
En San Sebastián, el pico máximo de hospitalizaciones se observa en las primeras semanas. Cuando el UVI es máximo se reducen hasta valores cercanos a 0 y posteriormente tras un aumento en las semanas 37-40 (del 7 de septiembre al 4 de octubre) coincidiendo con el descenso del UVI, disminuyen al mismo tiempo que disminuyen el UVI.



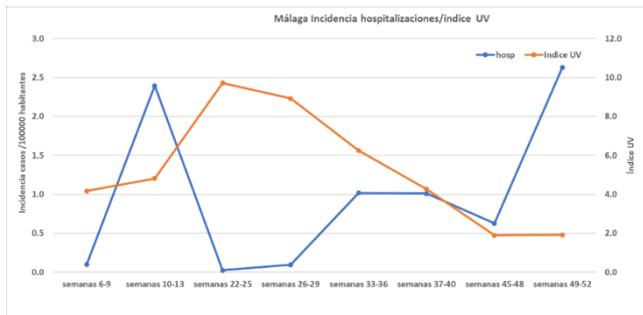
En Zaragoza, tras el pico inicial de hospitalizaciones y el descenso posterior coincidiendo con el momento en el cual el UVI está más alto. Posteriormente se produce un aumento algo escalonado de las hospitalizaciones, que se inicia con UVI todavía altos.



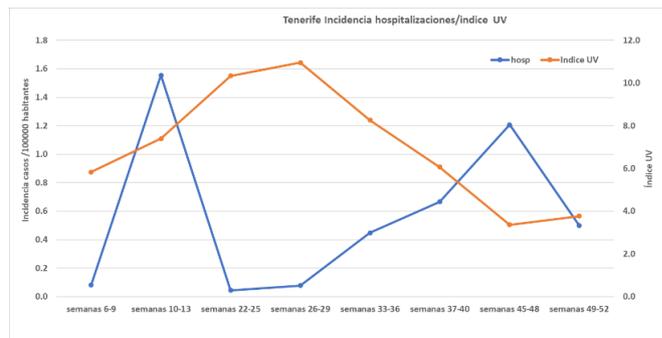
En Madrid, las hospitalizaciones sufrieron el pico inicial que observamos en las 5 ciudades objeto del estudio y en este caso tras el descenso tuvieron una progresión muy leve y mantenida no aparentemente relacionada con la evolución el UVI.



Málaga presenta tras el pico inicial de hospitalizaciones con la primera ola un nivel de ingresos bajos coincidiendo con máximos UVI. Posteriormente se aprecia un ascenso de hospitalizaciones muy marcado cuando el UVI alcanza sus valores más bajos.



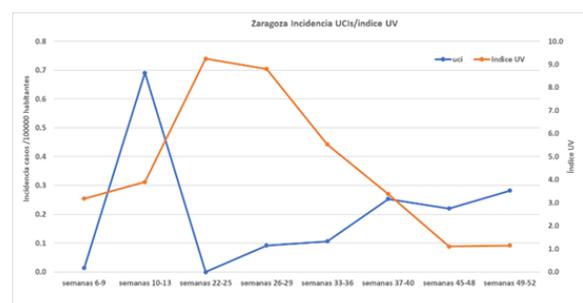
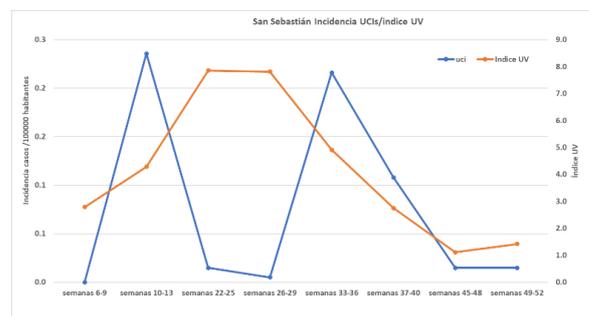
Tenerife, las hospitalizaciones han tenido su pico máximo al principio de la pandemia. Posteriormente se aprecia una relación inversa con el UVI: al bajar este las hospitalizaciones aumentan.



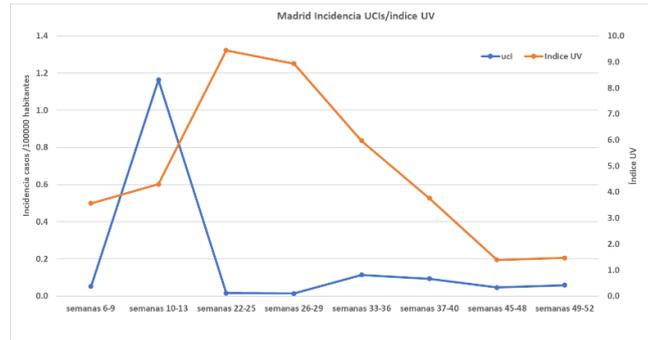
3.3. Media de incidencia de pacientes ingresados en UCI por COVID-19 por 100.000 habitantes y UVI

En todas las ciudades se aprecia que la incidencia en UCI fue baja durante los meses de verano cuando el UVI fue más alto.

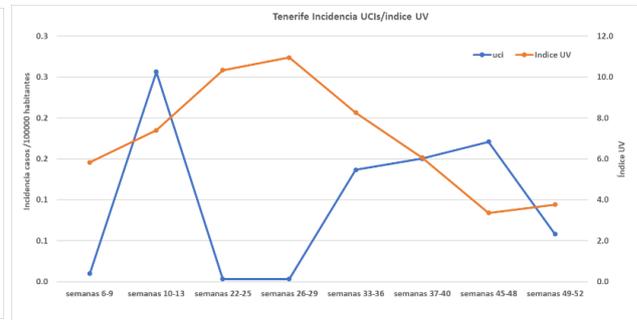
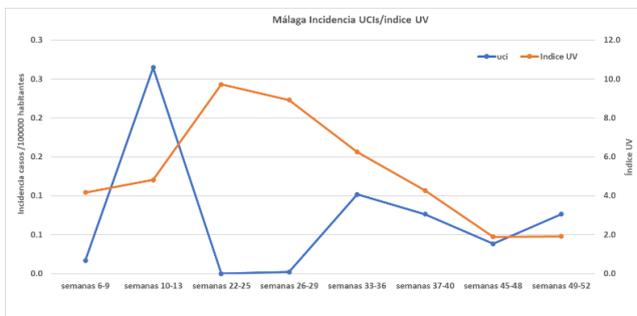
Las evoluciones posteriores fueron variables: mientras que en San Sebastián se aprecia un pico rápido al descender el UVI descendiendo luego con él, en Zaragoza hubo un aumento de los ingresos paulatino conforme iba disminuyendo el UVI.



En Madrid, tras el pico inicial los ingresos en UCI descenden y se mantienen en valores bajos y con un aumento muy leve sin apreciarse relación con la evolución el UVI.

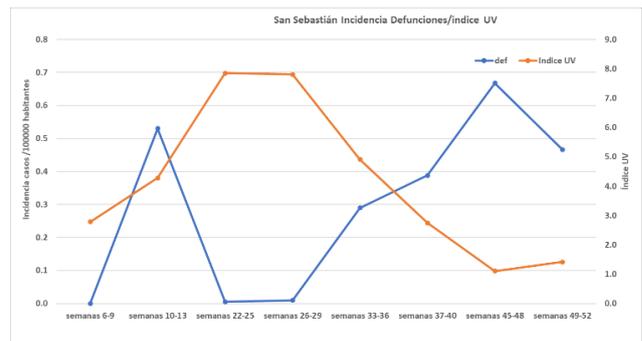


En Málaga y Tenerife, cuando el UVI fue máximo los ingresos en UVI fueron mínimos observándose un ascenso de estos al iniciar el descenso el UVI más inversamente relacionado en Tenerife que en Málaga.

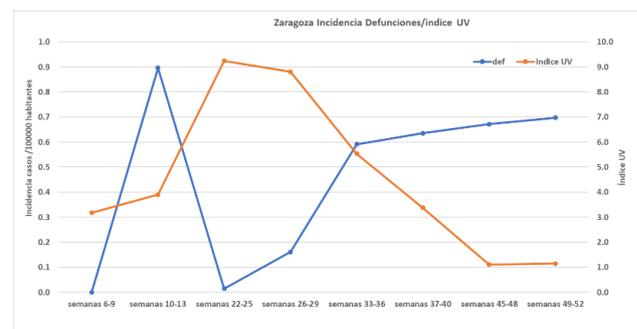


3.4 Media de incidencia de defunciones por COVID-19 por 100.000 habitantes y UVI

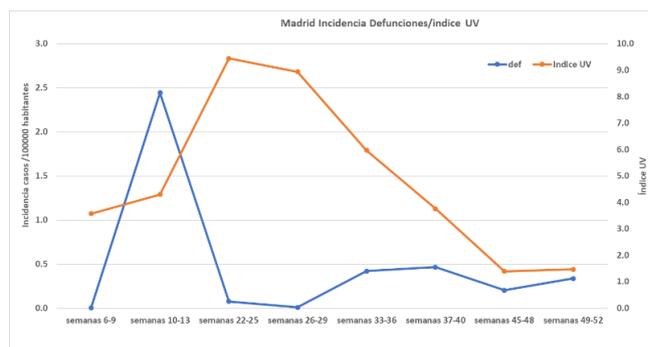
En San Sebastián, las defunciones han disminuido conforme ha subido el UVI, se observa un pico de defunciones al principio y otro en la 4ª ola, cuando el UVI alcanzó sus valores más bajos.



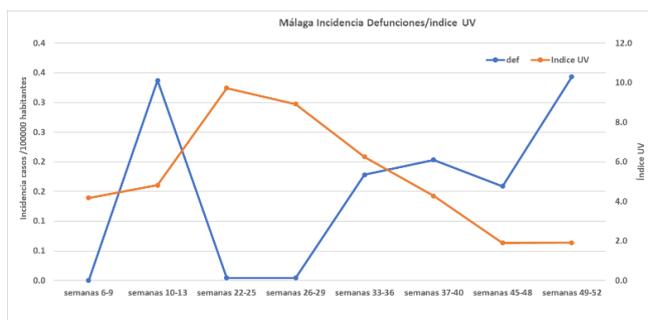
En Zaragoza, se observa un descenso de defunciones coincidiendo con el pico máximo de UVI, aumentando las defunciones incluso con UVI alto. A partir de ese momento van aumentando las defunciones y disminuye el UVI.



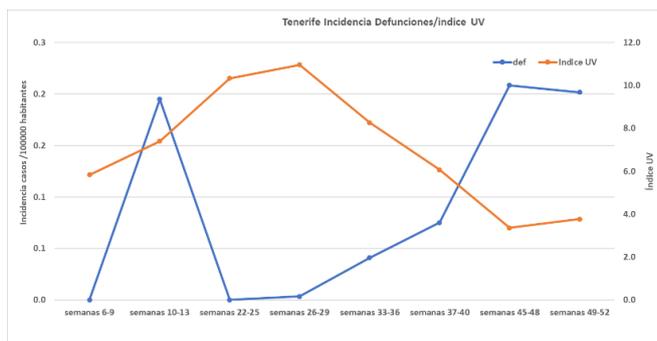
En Madrid, tras el pico inicial de defunciones, disminuyen y se mantienen en unos niveles bajos, subiendo ligeramente cuando disminuye el UVI.



Málaga, se observa que conforme disminuye el índice UV van aumentando los casos de defunciones.



Tenerife, en el momento que el índice UV está en sus valores más altos, las defunciones prácticamente llegan a 0. Después aumentan las defunciones y disminuye el índice UV.



3.5. Análisis estadístico de las correlaciones entre las variables de COVID -19 y el UVI

En la Tabla 3 se muestran los índices de correlación y su significación estadística entre la incidencia de casos, pacientes hospitalizados, ingresados en UCI y defunciones por COVID y el UVI. Se han analizado las correlaciones tanto por el número total de casos como por el número de casos por 100.000 habitantes con resultados similares por lo que se presentan estos últimos.

Se aprecia una correlación inversa entre el UVI y los casos de COVID-19 (totales y por 100.000 habitantes) estadísticamente significativa en todas las ciudades. El mayor coeficiente de correlación se encuentra en la ciudad de Tenerife ($r=-0,569$).

En el caso de los ingresados en UCI, en ninguna ciudad se observó correlación con el UVI.

En Málaga, Tenerife y Zaragoza se aprecia una correlación inversa y estadísticamente significativa con los casos de hospitalizaciones, siendo el índice de correlación mayor en Tenerife ($r=-0,42$)

En el caso de las defunciones, solo se observa una correlación inversa estadísticamente significativa con el UVI en Málaga ($r=-0,45$) y en Tenerife ($r=-0,35$).

Tabla 3. Asociación entre el UVI y los casos de COVID-19, pacientes hospitalizados, ingresados en UCI y defunciones por 100.000 habitantes.

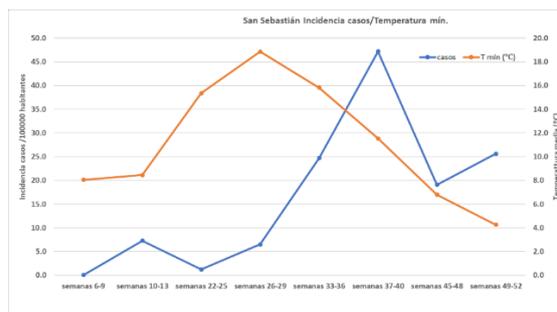
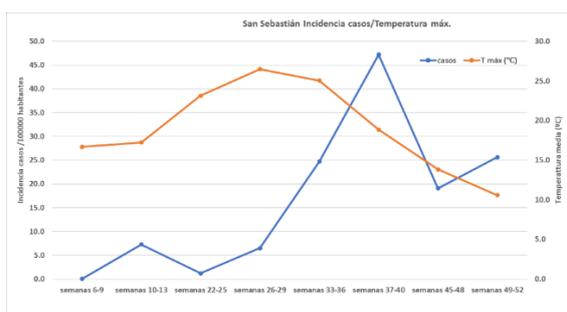
	Casos	Hospitalizados	Ingresados UCI	Defunciones
	/100.000 h	/ 100.000 h	/ 100.000 h	/ 100.000 h
S. SEBASTIÁN	-0,426 p=0,001	-0,207 p=0,119	0,013 p=0,925	-0,376 p=0,004
ZARAGOZA	-0,308 p=0,02	-0,311 p=0,017	-0,241 p=0,068	-0,179 p=0,180
MADRID	-0,373 p=0,004	-0,252 p=0,056	-0,025 p=0,855	0,025 p=0,854
MÁLAGA	-0,460 p<0,001	-0,268 p=0,042	-0,208 p=0,116	-0,446 p<0,001
TENERIFE	-0,569 p<0,001	-0,402 p=0,002	-0,234 p=0,077	-0,350 p=0,007

4. Relación entre COVID-19 y la temperatura

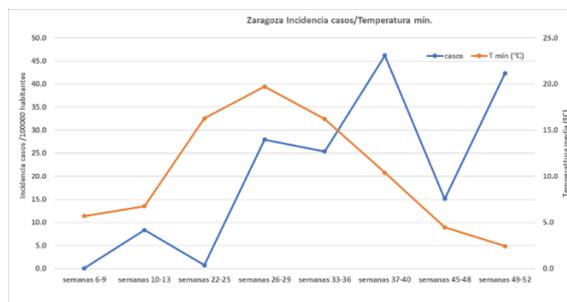
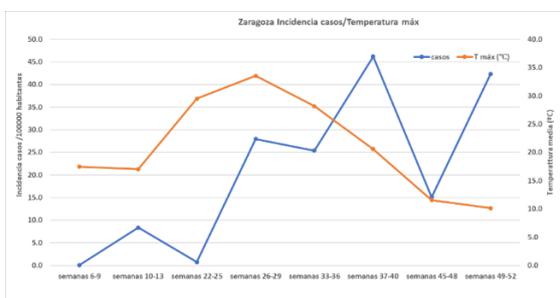
A continuación, se presentan los gráficos de medias de temperaturas máximas (izquierda) y mínimas (derecha) con la media de las diferentes variables de COVID-19 estudiadas en las distintas ciudades.

4.1. Media de incidencia de Casos COVID-19 por 100.000 habitantes y de temperatura máxima y mínima

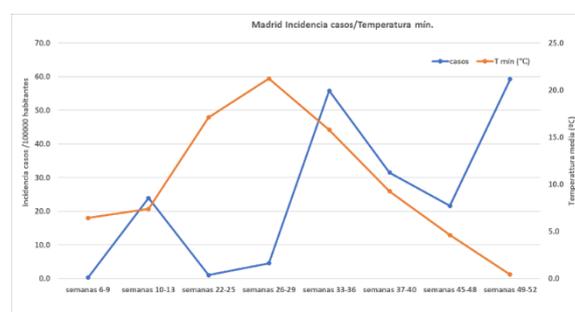
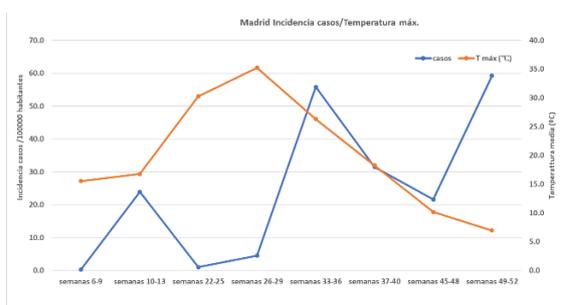
En San Sebastián la temperatura comienza a disminuir y es en ese momento cuando la incidencia aumenta. En las semanas 45-48 (del 2 al 29 de noviembre 2020) disminuyen los casos, aunque la temperatura sigue bajando.



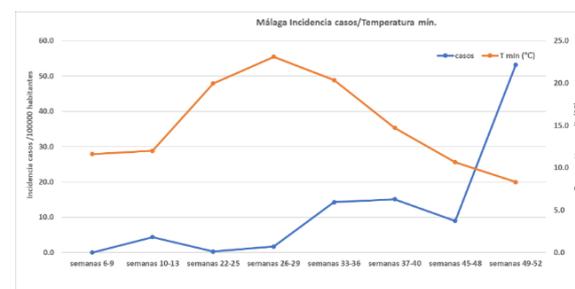
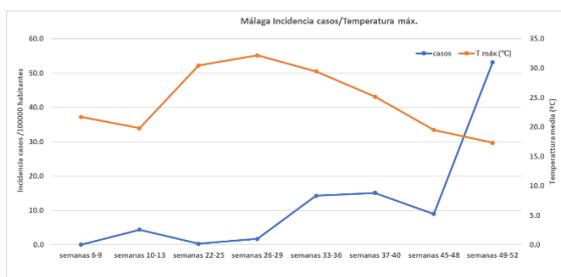
En Zaragoza, la curva de casos aumenta con la temperatura; posteriormente al descender la temperatura se producen los mayores picos de incidencia de casos.



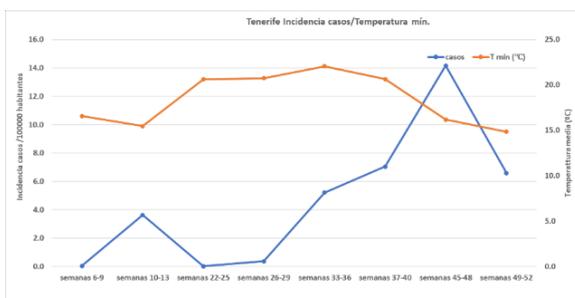
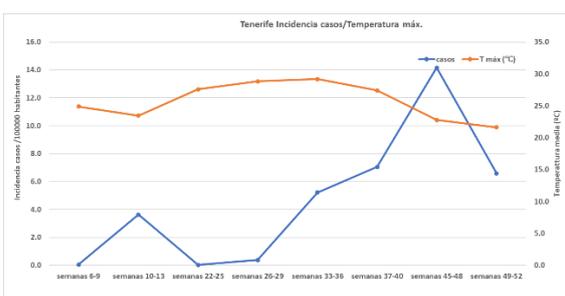
Madrid, cuando la temperatura es elevada los casos disminuyen y cuando la temperatura disminuye se dan los picos de mayor incidencia de casos.



En Málaga destaca el gran aumento de la incidencia de casos cuando comienza a disminuir la temperatura con un pico máximo coincidiendo con las temperaturas más bajas.



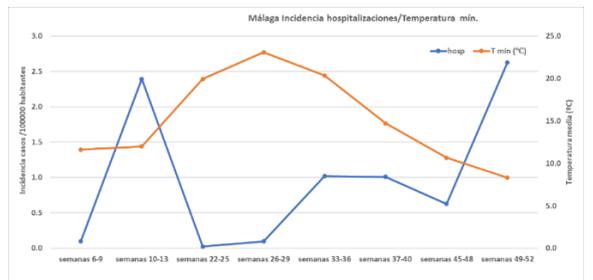
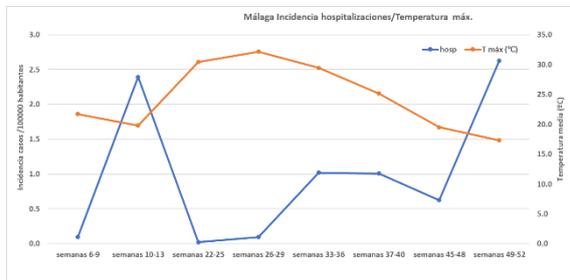
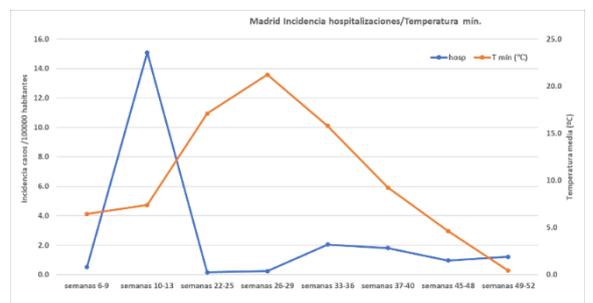
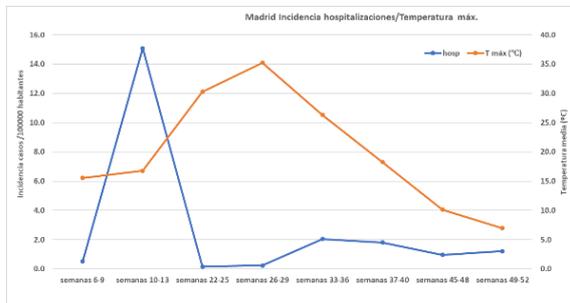
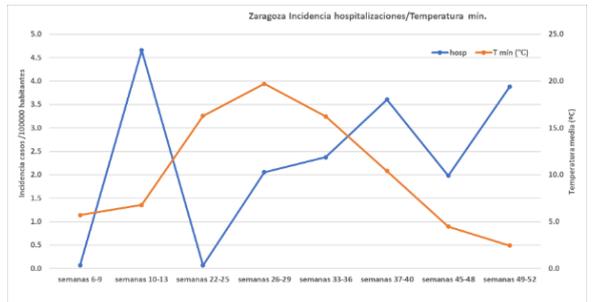
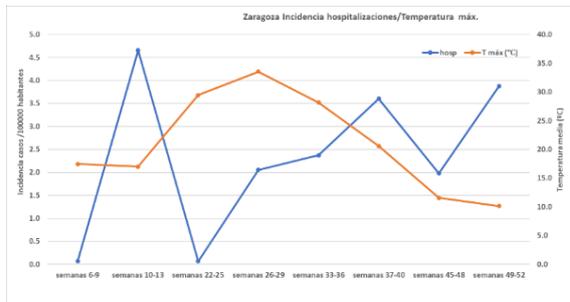
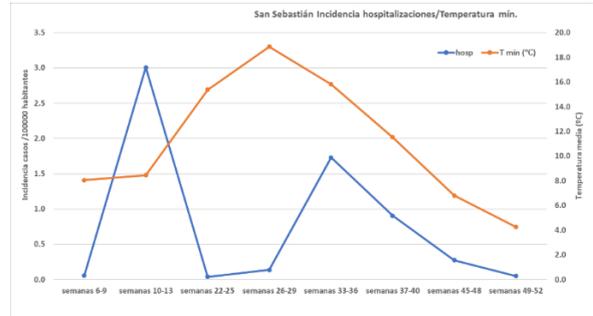
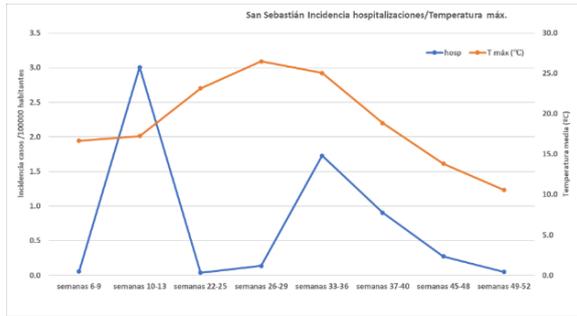
En Tenerife la temperatura es más alta y constante, sufre un ligero descenso coincidiendo con el pico más alto de incidencia de casos.

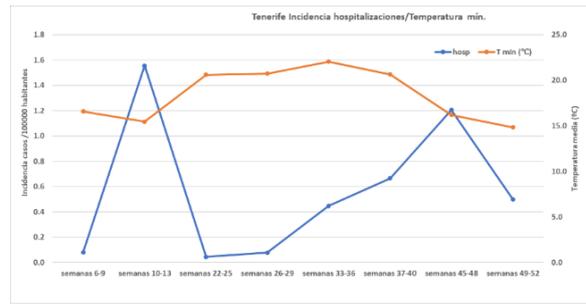
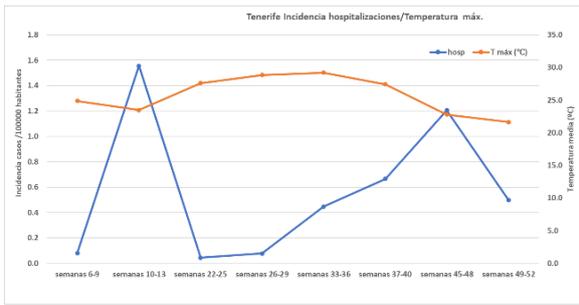


4.2. Media de incidencia de pacientes hospitalizados por COVID-19 por 100.000 habitantes y temperatura máxima y mínima.

La curva de hospitalizaciones sufre un pico al principio y posteriormente vuelve a subir coincidiendo con el descenso de las temperaturas.

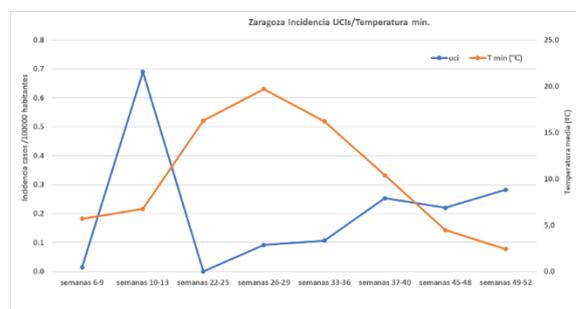
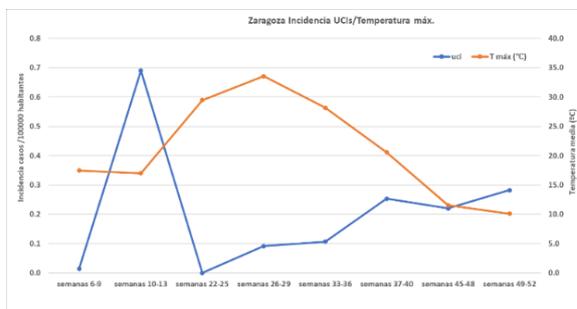
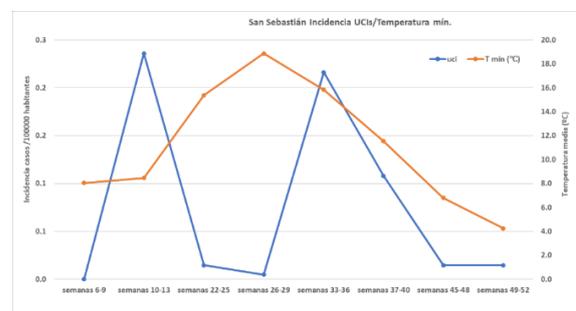
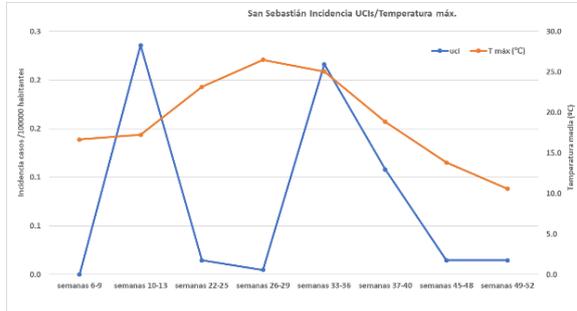
En Tenerife la temperatura tiene pocas oscilaciones, y tras el pico inicial una coincidencia del segundo pico mayor media de hospitalizados

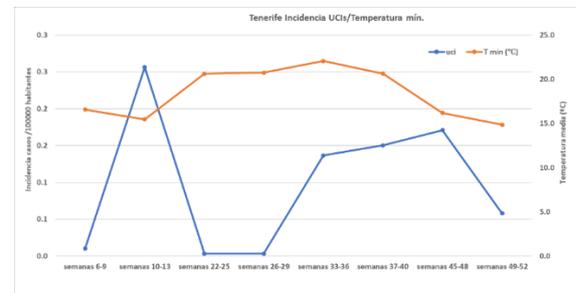
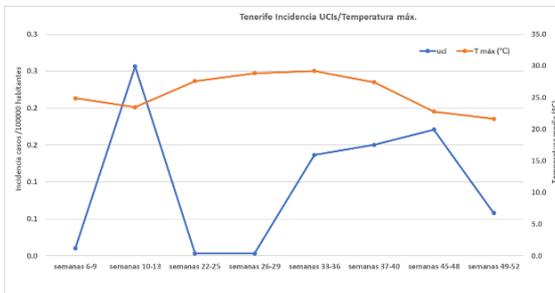
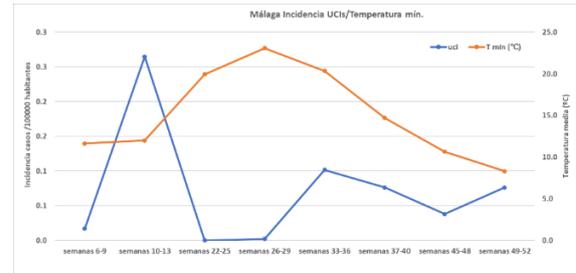
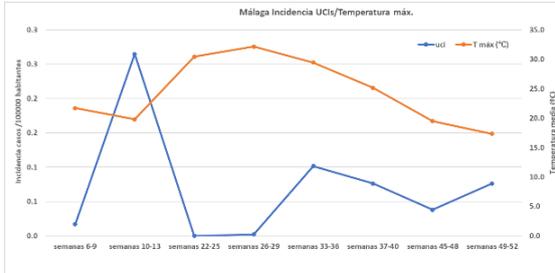
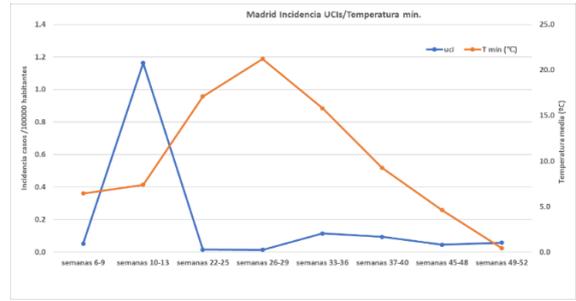
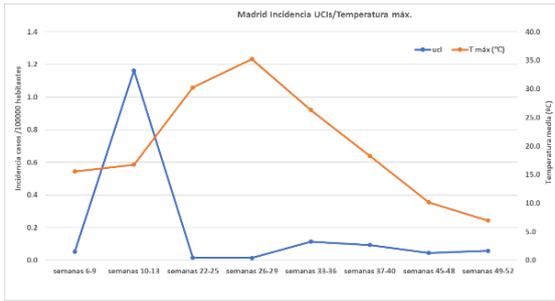




4.3. Media de incidencia de pacientes ingresado en UCI por COVID-19 por 100.000 habitantes y temperatura máxima y mínima.

En todas las ciudades se aprecia que la incidencia en UCI fue baja durante los meses de verano cuando la temperatura máxima y mínima fueron más altas. Las evoluciones posteriores fueron variables: en San Sebastián, los ingresos en UCI hay dos picos muy marcados de incidencia y entre ambos una brusca disminución coincidiendo con las temperaturas más altas. En Madrid, observamos tras la primera ola una progresión muy leve y las temperaturas van descendiendo sin variar mucho la curva de ingresos en la UCI. En Tenerife, la curva de la temperatura apenas varía, pero con el descenso de las temperaturas se observa un descenso de los ingresos en la UCI.

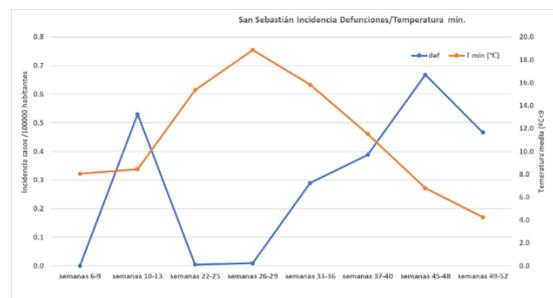
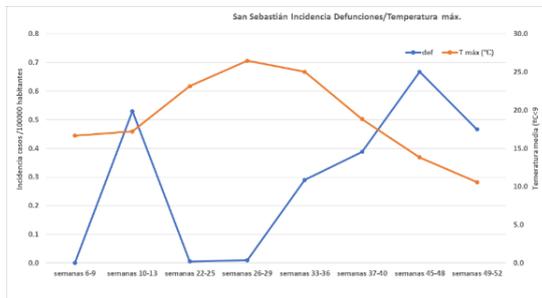




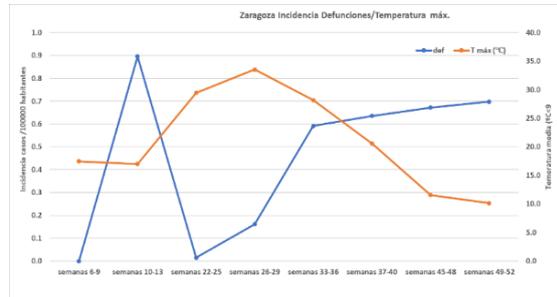
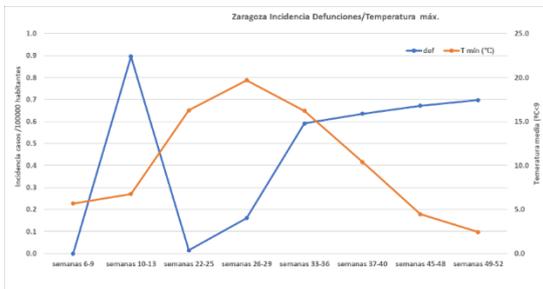
4.4. Media de incidencia de defunciones por COVID-19 por 100.000 habitantes y temperatura máxima y mínima.

En general, la menor incidencia de defunciones ocurrió cuando las temperaturas fueron más altas.

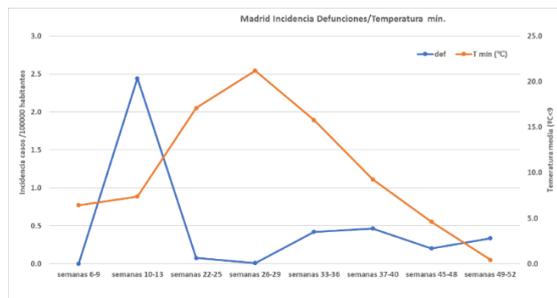
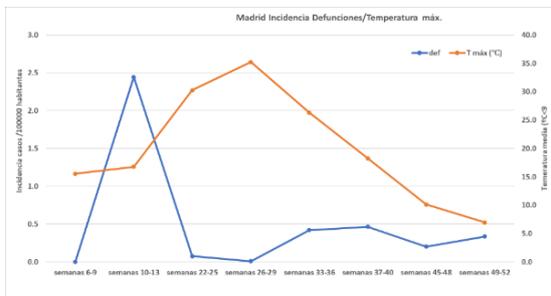
En San Sebastián, con el descenso de las temperaturas se produce un pico incluso superior al de la primera ola, coincidiendo con las temperaturas más bajas.



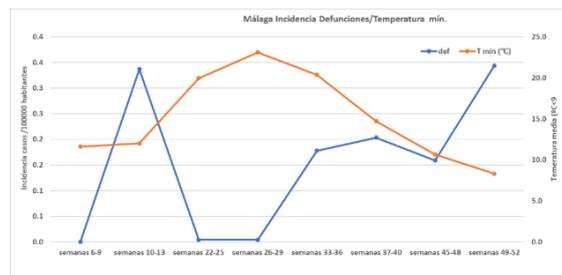
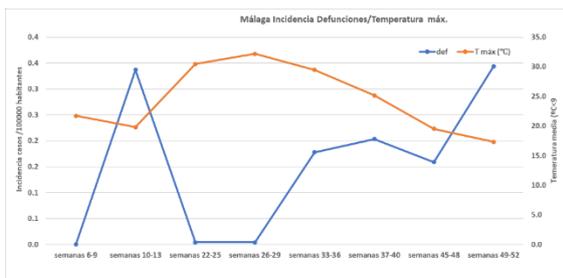
En Zaragoza, se observa que las defunciones disminuyen tras la primera ola y la temperatura en ese momento es la más elevada. Al ir bajando las temperaturas asciende la mortalidad.



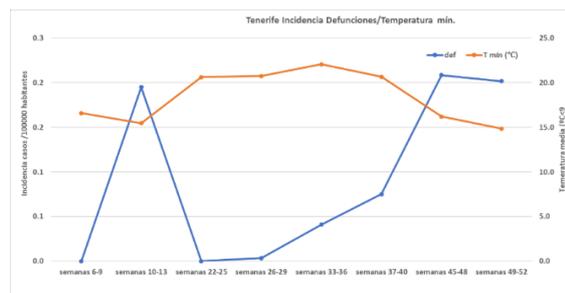
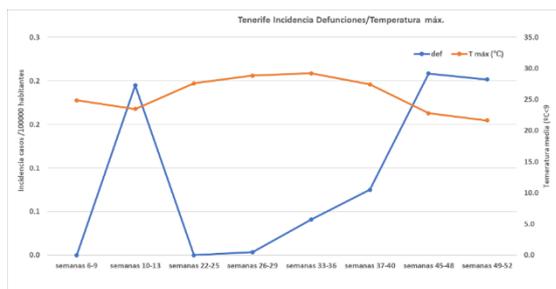
Madrid, con el aumento de las temperaturas, los casos disminuyen y la curva que expresa las defunciones se mantiene más o menos constante, aumentando ligeramente cuando los valores de la temperatura son las bajas.



En Málaga, con la disminución de las temperaturas, la curva de las defunciones aumenta.



En Tenerife, tras el pico inicial las defunciones disminuyen casi hasta desaparecer, sin embargo, con el trascurso de la pandemia aumentan hasta superar el pico inicial y la temperatura durante ese tiempo disminuye al final, pero no sufre grandes variaciones durante el resto del tiempo de la pandemia.



4.4. Análisis estadístico de las correlaciones entre las variables de COVID -19 y la temperatura

En la Tabla 4 se muestran los índices de correlación y su significación estadística entre la incidencia de casos, pacientes hospitalizados, ingresados en UCI y defunciones por COVID y las temperaturas máximas en cada ciudad. Se han analizado las correlaciones tanto por el número total de casos como por el número de casos por 100.000 habitantes con resultados similares por lo que se presentan estos últimos.

Solo en Madrid se detectó una correlación inversa estadísticamente significativa entre la incidencia de casos de COVID-19 y la temperatura máxima ($r=-0,273$).

En Tenerife se encontró una correlación negativamente estadísticamente significativa con la incidencia de hospitalizados ($-0,339$ $p=0,009$) y las defunciones $-0,528$ ($p<0,001$).

En Málaga también se observa una correlación negativa con la incidencia de defunciones ($r=-0,410$).

Tabla 4. Asociación entre la temperatura máxima y los casos de COVID-19, pacientes hospitalizados, ingresados en UCI y defunciones.

	Casos /100.000	Hospitalizados / 100.000	Ingresados UCI / 100.000	Defunciones / 100.000
S. SEBASTIÁN	-0,089 $p=0,508$	-0,134 $p=0,315$	0,164 $p=0,220$	-0,231 $p=0,081$
ZARAGOZA	-0,024 $p=0,859$	-0,126 $p=0,347$	-0,233 $p=0,078$	-0,132 $p=0,325$
MADRID	-0,273 $p=0,04$	-0,243 $p=0,066$	-0,106 $p=0,429$	-0,108 $p=0,418$
MÁLAGA	-0,245 $p=0,066$	-0,086 $p=0,522$	-0,185 $p=0,165$	-0,410 $p=0,001$
TENERIFE	-0,213 $p=0,112$	-0,339 $p=0,009$	-0,162 $p=0,223$	-0,528 $p<0,001$

En la Tabla 5 se presentan las correlaciones entre las diferentes incidencias de la COVID-19 y su gravedad y las temperaturas mínimas. Solo se observó una correlación inversa con el número de casos en Málaga ($r=-0,282$). La hospitalización muestra una correlación inversa y significativa con la temperatura mínima en Tenerife ($r=-0,354$). Las defunciones mostraron una correlación negativa y significativa en San Sebastián ($r=-0,28$), Málaga ($r=-0,36$) y Tenerife($r=-0,425$).

Tabla 5. Asociación entre el temperatura mínima y los casos de COVID-19, pacientes hospitalizados, ingresados en UCI y defunciones.

	Casos /100.000	Hospitalizados / 100.000	Ingresados UCI / 100.000	Defunciones / 100.000
S. SEBASTIÁN	-0,131 p=0,333	-0,071 p=0,597	0,097 p=0,471	-0,280 p=0,033
ZARAGOZA	0,021 p=0,877	-0,122 p=0,360	-0,206 p=0,121	-0,067 p=0,616
MADRID	-0,174 p=0,194	-0,135 p=0,314	-0,141 p=0,291	-0,145 p=0,276
MÁLAGA	-0,266 p=0,046	-0,126 p=0,347	-0,105 p=0,433	-0,362 p=0,005
TENERIFE	-0,077 p=0,567	-0,339 p=0,009	-0,055 p=0,681	-0,487 p<0,001

Discusión

El presente estudio muestra que la incidencia de casos de COVID está inversamente relacionada con el UVI en las 5 ciudades estudiadas. La hospitalización y la mortalidad estuvo inversamente correlacionada con el UVI solo en las ciudades con mar y no en las del interior. En cuanto a la influencia de la temperatura, las correlaciones fueron menos frecuentes destacando la correlación inversa de las defunciones con las temperaturas máximas y mínimas en las ciudades del Sur, Málaga y Tenerife. No parece que el ingresar en la UCI guarde ninguna relación ni con el UVI ni con la temperatura.

En todas las ciudades se observan mayores incidencias de COVID-19 en las olas ocurridas tras el verano de 2020 que en la primera ola. Es difícil valorar la veracidad de esto ya que en la primera ola se realizaron muchos menos test diagnósticos lo hace que las incidencias reportadas fueran más bajas de lo que probablemente fueron en realidad. De todas formas, la primera ola se inició en el mes de marzo que es cuando se estima que los niveles de vitamina D de la población, influenciados por la radiación UV, son más bajos. Así, se sabe que existe una estacionalidad de las infecciones virales y bacterianas, las cuales suelen ser más graves en invierno (25).

En cuanto a la media de las incidencias por 100.000 habitantes durante el periodo de este estudio en las 5 ciudades que seleccionamos, la mayor se dio en Madrid (23,62 (DE) 24,16), seguida de Zaragoza (20,98 DE 21,02), San Sebastián (17,67 DE 20,35), Málaga (11,53 DE 15,97) y muy por debajo de todas ellas Tenerife (3,82 DE 4,16). Estas diferencias fueron estadísticamente significativas entre Tenerife y todas las demás ciudades. Esto concuerda con estudios que sin encontrar relación de la incidencia de COVID-19 con la temperatura o la humedad si hallan una correlación lineal con la latitud (26).

No se observa una relación tan clara entre los factores climáticos o la latitud y la gravedad de la enfermedad medida como incidencia media de hospitalizaciones o ingreso en UCI.

En cuanto a las defunciones, la media más alta de incidencia de defunciones se registró en Zaragoza (0,52 DE 0,54), seguida de Madrid (0,41 DE 51,37), siendo la menor y muy inferior en Tenerife (0,08 DE 0,10). Es probable que nuevamente la latitud actúe como un factor protector, al ser la mortalidad mucho más baja en Tenerife. Por otro lado, se puede considerar que una mayor densidad de población en Zaragoza y Madrid puedan influir negativamente, de hecho, estudios previos han encontrado un efecto pequeño pero significativo de este factor (27).

El hallazgo más relevante del presente estudio es la correlación negativa y estadísticamente significativa que existe entre la incidencia de casos COVID-19 y el UVI en todas las ciudades. Estos resultados concuerdan con los publicados por *Antonio Páez, et al* (28) que utilizando un amplio conjunto de datos globales de los casos diarios de COVID-19 y las condiciones ambientales locales en diferentes regiones de España, los meses previos e iniciales de pandemia (de 13 de Marzo a 11 de Abril de 2020) encontraron que el aumento de la radiación ultravioleta (UV) diaria coincidía con una disminución de la tasa de crecimiento diaria acumulada de los casos de COVID19 durante las 2,5 semanas subsiguientes. Estudios anteriores también han demostrado la

correlación entre la distribución espacial de los casos y muertes por COVID-19 en las diferentes regiones italianas y el número de horas de sol que esas localidades tenían (11). En nuestro estudio, las ciudades situadas más al sur tienen también un índice de correlación más alto entre las defunciones siendo el mayor el de Tenerife ($r=-0,42$) cuya latitud es la más baja de nuestro país y por lo tanto la ciudad que disfruta de una mayor número de horas de sol al día.

En cuanto a la media de radiación solar recibida, la media del UVI a lo largo del periodo de estudio aumenta con la latitud, siendo la menor de 3,98 (DE 2,51) en San Sebastián y la mayor en Tenerife 6,81 (DE 2,79) y es en Tenerife donde el índice de correlación inversa entre los casos de COVID-19 y el UVI es mayor. Esto coincide con los resultados de Tang L, et al., que analizan la correlación entre el porcentaje medio de positivos de cinco coronavirus humanos (SARS-CoV-2, CoVHKU1, CoVNL63, CoVOC43 y CoV229E) en diferentes áreas de Estados Unidos y la correspondiente dosis de radiación UV de la luz solar recibida en esas localizaciones. Los resultados indicaron que existía una correlación negativa estadísticamente significativa con la dosis de radiación UV de la luz solar recibida y el número de casos positivos de los coronavirus en las regiones estudiadas (18).

En el caso de las defunciones son las ciudades situadas más al sur las que muestran una correlación inversa estadísticamente significativa con el UVI, en Málaga ($r=-0,45$) y en Tenerife ($r=-0,35$). Un estudio observacional establece también una asociación negativa entre la radiación UVB, medida por el UVI, con el número de muertes por COVID-19. En este caso se analizaron 152 países durante 108 días ($n = 6524$) y utilizaron el número acumulado de muertes por COVID-19 y la tasa de mortalidad como principales variables dependientes y el UVI como independiente (17). No obstante, considerando solo la península, no hemos visto relación entre la latitud en el caso de las defunciones y el UVI, pues existen diferencias estadísticamente significativas en San Sebastián que se sitúa más al norte y no se observan en Madrid que tiene una latitud menor. No obstante, existen estudios que examinaron la correlación entre la latitud y las tasas de mortalidad por COVID-19 en diferentes países. Se encontró una correlación positiva estadísticamente significativa entre las tasas de mortalidad más bajas y la proximidad de un país al ecuador (Pearson $r = 0,40$ $P < 0.0001$) (19).

Por otro lado, hay estudios que expresan la falta de asociación entre el clima y la tasa de infección de COVID-19, como ocurre en un estudio realizado en China que concluyó que ningún factor climático, incluida la radiación UV, se asoció con la incidencia acumulada o la tasa de infección de COVID-19. En España encontró una correlación positiva entre las horas de sol diarias y la incidencia de COVID-19 (21).

Las correlaciones entre la mortalidad encontradas son mayores en los países que están en el mar y tienen climas más cálidos, como Tenerife y Málaga, por lo que no solo influye la latitud (mayor correlación con el UVI medio y el número de horas diarias de sol) sino que quizás la influencia de estar junto a la mar, y/o la humedad es importante. Así un estudio transversal que correlacionó los casos de COVID-19 con la temperatura media y exploró el efecto de la temperatura sobre la transmisión de la infección en 429 ciudades, principalmente chinas concluyó que por cada 1 °C de aumento en la temperatura mínima se reducía el número acumulado de casos en 0,86.(29) Esto apoya los resultados obtenidos, donde se observó una correlación estadísticamente significativa en las ciudades con las temperaturas mínimas más altas como son Málaga y Tenerife. En cuanto a la temperatura máxima se observa también una relación estadísticamente significativa además de las ciudades del Sur, en Madrid.

También han servido los estudios previos realizados con otros virus respiratorios para conocer la relación de estas infecciones virales relación con el clima. En el análisis del brote de SARS en Hong Kong, Guangzhou, Beijing y Taiyuan un fuerte aumento o disminución de la temperatura ambiental relacionada con la ola de frío provocó un aumento de los casos de SARS debido a la posible influencia del clima en el sistema inmunológico humano (29). Por otro lado, hay estudios que por el contrario informan que la temperatura se correlaciona positivamente con la propagación de las tasas de infección, mientras que se correlaciona negativamente con la humedad (30).

Una investigación adicional de la influencia de la temperatura y la humedad del aire en la transmisión de SARS-CoV-2 informó que por cada 1 °C de aumento en la temperatura y un 1% de aumento en la humedad relativa se redujeron los casos tanto en China cómo en Estados Unidos (31).

Sin embargo, no todos los estudios sugieren que el clima influye en la transmisión, un análisis del número reproductivo (R_0) de SARS-CoV-2 en China informó que los cambios en el clima por sí solos no necesariamente conducirían a disminuciones en los casos. (31) Al igual que un estudio sobre el papel de los factores ambientales en la transmisión del COVID-19, informa que el clima por sí solo no puede explicar la variabilidad del R_0 (32). Además, se sabe que otros virus respiratorios, como el virus respiratorio sincitial (VRS), influenza y parainfluenza, sobreviven menos en entornos más húmedos y sobreviven menos en temperaturas más altas. En definitiva, los cambios estacionales influyen en las tasas de incidencia de la COVID-19, pero hay que tener en

cuenta la influencia de otras variables ambientales, así como las políticas de distanciamiento social (22).

En lo referente a las hospitalizaciones, todas las ciudades experimentan el primer pico durante la primera ola. Sin embargo, la evolución posterior fue diferente, aunque en todas ellas la mínima incidencia de hospitalizaciones coincidió con los UVI máximos. En el presente trabajo, la hospitalización estuvo inversamente correlacionada con el UVI solo en las ciudades con mar y no en las del interior. La humedad es un factor diferencial entre las ciudades con mar o de interior. Yang XD *et al.* encuentran en China que la reducción de la humedad que ocurre con las bajas temperaturas en invierno en ciudades húmedas como pueden ser las localizadas en la costa, promueven la transmisión del SARS-Cov-2 (33). Sin embargo, no hemos encontrado ningún trabajo que relacione el hecho de vivir en la costa con un mayor riesgo de hospitalización. Diversos autores han manifestado que el 90% de las transmisiones hasta la fecha han ocurrido dentro de un rango de temperatura de 3 a 17 °C y una humedad absoluta similar de 4 a 9 g/m³, mientras que menos del 6% de los casos se han dado en países con temperatura media de enero a marzo superior a 18 °C y humedad absoluta superior a 9 g/m³ (34). Esto apoyaría la hipótesis de que la humedad absoluta podría jugar un papel en la determinación de la propagación del nuevo virus. En nuestro estudio se observan correlaciones en ciudades que alcanzan esas temperaturas en el mes de junio, como es el caso de Málaga, por lo que apoyaría la hipótesis también. No obstante, muchos trabajos han revelado la notable influencia de factores de riesgo individuales en la gravedad y por tanto las hospitalizaciones por COVID-19. Así, en un estudio observacional retrospectivo de pacientes hospitalizados con COVID-19 en 127 centros españoles, se observó una mortalidad significativamente mayor en hombres que en mujeres, y la hipertensión fue la comorbilidad más común. La obesidad fue la quinta comorbilidad más frecuente y que aumenta el riesgo de hospitalización. El cáncer activo y la cirrosis también se asociaron con un mayor riesgo de muerte (34).

No hemos encontrado relación entre el ingreso en UCI con los fenómenos atmosféricos, UVI o temperatura. Esto nos indica que otros factores individuales ya comunicados en la literatura, como la obesidad o la hipertensión son los que influyen en que un paciente ingrese en UCI.(19) Además, entre los factores que influyen en la mortalidad en los pacientes ingresados en UVI están la hipoxemia, la mayor puntuación en la escala de disfunción orgánica SOFA (Sepsis Organ Failure Assessment) y la edad (34).

De acuerdo con los resultados presentados, sí que parece que el UVI y menos la temperatura se correlacionan con la mortalidad por COVID. Hay muchos estudios que

buscan la relación entre la mortalidad por COVID-19 y los factores ambientales de riesgo y tanto el Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) como en la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) están colaborando en ello. Un trabajo que compara el índice de incidencia acumulada en los últimos 14 días con la temperatura promedio correspondiente al mismo período por comunidad autónoma encuentra la existencia de una correlación negativa entre ambos. Investigaciones recientes indican que también la humedad del aire puede incidir en la propagación y transmisión de la enfermedad, principalmente porque las altas temperaturas y la alta humedad reducen significativamente la transmisión y propagación del virus. Por otro lado, también se ha analizado cómo la contaminación atmosférica puede agravar la enfermedad (35). De hecho algunos trabajos afirman que la contaminación aumenta la gravedad y letalidad de la COVID -19 ya que puede aumentar la carga viral en pacientes expuestos a contaminantes (36). No hemos evaluado el grado de contaminación de las ciudades estudiadas en el presente trabajo, sin embargo, de acuerdo con el Observatorio de Sostenibilidad a fecha de 25 de enero de 2021 Madrid y algunas de las ciudades periféricas como Leganés o Coslada, presentan los mayores índices de contaminación de nuestro país. Según nuestro trabajo Madrid fue la ciudad con una mayor incidencia de COVID y de hospitalizaciones por esta causa.

De los resultados presentados se desprende un gradiente positivo entre las tasas de mortalidad por COVID-19 y la latitud. Estudios previos observan un aumento de las muertes en los países (principalmente) europeos en latitudes $>35^{\circ}\text{N}$ (37). No obstante, algunos trabajos no encontraron esta asociación ya que hay que considerar diferencias específicas de cada país en cuanto a las medidas de salud pública adoptadas para limitar la propagación del virus, como las estrategias de distanciamiento social y las tasas de pruebas de infección.

En cuanto a la temperatura, diversos autores han manifestado que tiene dos efectos posibles ya que temperaturas altas disminuyen el tiempo que permanecemos en el interior y evita el uso de calefacción que contribuye a aumentar la humedad, un factor que también puede reducir la transmisión del virus según la evidencia reciente (38).

Con todo lo expuesto, parece que las infecciones por SARS-CoV-2 tenga estacionalidad. Un estudio sugeriría que existe una zona climática óptima en la que la concentración de SARS-CoV-2 aumenta notablemente en el medio ambiente; así concluía que la pandemia de COVID-19 podía extenderse cíclicamente y los brotes repetirse en las grandes ciudades de las latitudes medias prediciendo la del otoño de 2020, como así ocurrió (39). Todo esto apoyaría la teoría de que hay factores ambientales que modifican el curso de la enfermedad. No obstante, también hay factores biológicos que influyen en

la exposición la estacionalidad; por un lado la actividad humana, ya que en invierno se pasa más tiempo en sitios cerrados y menos ventilados; también el sistema inmunitario humano, que parece ser peor en invierno que en verano debido a la producción de melatonina y a niveles más bajos de vitamina D (40). En este sentido, los confinamientos que han sido cruciales para controlar la diseminación de la pandemia, reducen la exposición a los rayos solares, disminuyendo los niveles de vitamina D (41). Niveles bajos de vitamina D se han asociado a una mayor gravedad de la COVID-19 (42).

Se ha publicado poca información en torno a las asociaciones entre la exposición al sol y el COVID-19, aunque es probable que las órdenes de aislamiento social implementadas por los gobiernos reduzcan las horas de exposición al sol de la población. Hay estudios que encuentran una relación inversa entre el número de horas de exposición al sol diarias y la mortalidad por todas las causas (43).

En último lugar, cabe destacar que la muestra fue recogida en cinco ciudades diferentes cubriendo toda la latitud de España. No obstante, debemos ser cautos a la hora de extrapolar los resultados obtenidos al resto de ciudades de nuestro país o a otros países, ya que muchos otros factores, individuales, sociales, y sanitarios pueden influir en la evolución de la pandemia. Por ello, es necesario seguir avanzando en el conocimiento en la interrelación de todos estos factores con los determinantes climáticos y ambientales.

Se necesita más investigación de carácter prospectivo y con control de factores de confusión para valorar la influencia de la exposición solar y la fotoprotección en la COVID-19. Muchos trabajos apuntan a la vitamina D como mecanismo por el que la radiación UV ejercería este efecto protector frente a la infección por la COVID-19. Por este motivo se va a continuar este estudio analizando la asociación entre los niveles de vitamina D de la población de algunas ciudades estudiadas a lo largo del periodo de estudio, el UVI y la incidencia y gravedad de la COVID-19.

Limitaciones

En las gráficas de incidencia de casos influyen también los confinamientos, las medidas de distanciamiento social y el uso obligatorio de mascarillas a los que se ha sometido a la población y que pueden haber influido en las incidencias de casos, defunciones y en los ingresos, sesgando así el efecto de los factores ambientales estudiados.

Entre los factores humanos la distribución de la edad de la población, el tratamiento médico recibido, las comorbilidades de cada paciente, factores sociales como el vivir en

residencias de ancianos son factores que han podido influir en la marcha de la pandemia y no se han considerado.

Fortalezas

Nuestro trabajo es uno de los pocos y el único en nuestro país que por ahora ha evaluado el efecto del UVI y la temperatura en la incidencia de la COVID-19, su gravedad y mortalidad, a lo largo de todo un año, prácticamente hasta el inicio de las vacunaciones.

Otra fortaleza es que en el estudio se han tomado ciudades de diferentes latitudes incluyendo las máximas y mínimas de España.

Conclusiones

- 1.** Existe una correlación inversa estadísticamente significativa entre la incidencia de casos de COVID-19 y el UVI en ciudades españolas de diferentes latitudes.
- 2.** El número de defunciones por la COVID-19 se asocia inversamente a la temperatura máxima y mínima en las ciudades estudiadas con latitud menor, Málaga y Tenerife.
- 3.** La temperatura influye de una forma menos constante que el UVI en la incidencia de la COVID-19.
- 4.** Las hospitalizaciones por COVID-19 se vieron influenciados por factores de riesgo individuales entre los que destacó la hipertensión arterial.
- 5.** Las ciudades con mar y por lo tanto más humedad, presentaron coeficientes de correlación más altos entre el número de defunciones y el UVI.
- 6.** Los ingresos en UCI no muestran correlación con el UVI ni con la temperatura.
- 7.** Factores ambientales como el UVI y la temperatura parecen influir en el curso de la COVID-19. Esto puede ayudar a planificar estrategias de Salud Pública que eviten nuevas olas de acuerdo con las previsiones meteorológicas y estacionales en diferentes localidades.

Agradecimientos

A mi tutora, la doctora Yolanda Gilaberte por todo su tiempo invertido en este trabajo y su guía para una correcta elaboración y el gran apoyo recibido.

Agradecemos a la AEMET el proporcionarnos los datos meteorológicos para la realización del estudio sin coste alguno.

Agradecemos al Prof. José Aguilera por su gran ayuda para la recogida de datos y su gran apoyo para desarrollar este trabajo.

Bibliografía

1. Díaz-Castrillón FJ, Toro-Montoya AI. SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia. *Med y Lab*. 2020;24(3):183-205.
2. Sohrabi C, Alsafi Z, O'Neill N, Khan M, Kerwan A, Al-Jabir A, Losifidis C ARWHO declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). *IJS* 2020 A-76. doi: 10. 1016/j. ijsu. 2020. 02. 034. E 2020 F 26. E in: *IJS* 2020 MP 32112977; P. World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). 2020;(January).
3. Neale RE, Barnes PW, Robson TM, Neale PJ, Williamson CE, Zepp RG, et al. Environmental effects of stratospheric ozone depletion, UV radiation, and interactions with climate change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, Update 2020 [Internet]. Vol. 20, Photochemical and Photobiological Sciences. Springer International Publishing; 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s43630-020-00001-x>
4. Revisión ADE, Ramón M, Abreu P, Jesús J, Tejeda G. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 2020;19(2):1-15.
5. Steffens I. Editorial A hundred days into the coronavirus disease (COVID-19) pandemic. *Eurosurveillance*. 2020;25(14):1-4.
6. Sandín B, Valiente RM, García-Escalera J, Chorot P. Psychological impact of the COVID-19 pandemic: Negative and positive effects in Spanish people during the

- mandatory national quarantine. *Rev Psicopatol y Psicol Clin*. 2020;25(1):1-22.
7. Moock M, De Carvalho Mello PMV. COVID-19 pandemic. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2020;32(1):1.
 8. Mead MN. Benefits of sunlight: a bright spot for human health. *Environ Health Perspect*. 2008;116(4).
 9. Grant WB, Lahore H, McDonnell SL, Baggerly CA, Francés CB, Aliano JL. Evidencia de que la suplementación con vitamina D podría reducir el riesgo de gripe y de infecciones y muertes por COVID-19. 2020;12(4):1-19.
 10. Mora Ochoa M, Olivares Savignón AR, González Gross TM, Castro Mela I. El sol: ¿enemigo de nuestra piel? *Medisan*. 2010;14(6):0-0.
 11. Isaia G, Diémoz H, Maluta F, Fountoulakis I, Ceccon D, di Sarra A, et al. Does solar ultraviolet radiation play a role in COVID-19 infection and deaths? An environmental ecological study in Italy. *Sci Total Environ*. 2021;757(January).
 12. Queirós CS, Freitas JP. Sun Exposure: Beyond the Risks. *Dermatol Pract Concept*. 2019;9(4):249-52.
 13. Andrés-Felipe Zapata^{1,a}, Sandra-Milena Moreno-Correa² a. El uso de la luz ultravioleta para controlar la transmisión del virus SARS-CoV-2 en medios hospitalarios. *Salut Sci Spiritus*. 2020;6(1):107-15.
 14. Houser KW. Ten Facts about UV Radiation and COVID-19. *LEUKOS - J Illum Eng Soc North Am* [Internet]. 2020;16(3):177-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15502724.2020.1760654>
 15. Lecam MS. Estudio de la radiación UV-C como método de desinfección de ambientes y superficies con enfoque en la prevención del contagio de COVID-19. *Univ Nac Gen San Martín*. 2020;
 16. Lansiaux É, Pébaÿ PP, Picard JL, Forget J. Covid-19 and vit-d: Disease mortality negatively correlates with sunlight exposure. *Spat Spatiotemporal Epidemiol*. 2020;35.
 17. Moozhipurath RK, Kraft L, Skiera B. Evidence of protective role of Ultraviolet-B (UVB) radiation in reducing COVID-19 deaths. *Sci Rep* [Internet]. 2020;10(1):1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74825-z>
 18. Tang L, Liu M, Ren B, Wu Z, Yu X, Peng C, et al. La dosis de radiación ultravioleta de la luz solar está correlacionada negativamente con el porcentaje de positivos del SARS-CoV-2 y de otros cuatro coronavirus humanos comunes en los Estados Unidos. 2020;
 19. Whittemore PB. COVID-19 fatalities, latitude, sunlight, and vitamin D. *Am J Infect Control* [Internet]. 2020;48(9):1042-4. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.06.193>

20. Yao Y, Pan J, Liu Z, Meng X, Wang W, Kan H, et al. No association of COVID-19 transmission with temperature or UV radiation in Chinese cities. *Eur Respir J*. 2020;55(5):7-9.
21. Pro D. Efectos ambientales del agotamiento del ozono estratosférico , la radiación UV y las interacciones con el cambio climático : Grupo de Evaluación de los Efectos Ambientales del PNUMA , Actualización 2020. 2021;1-67.
22. Carleton T, Cornetet J, Huybers P, Meng KC, Proctor J. Global evidence for ultraviolet radiation decreasing COVID-19 growth rates. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2020;118(1).
23. Wang J, Tang K, Feng K, Li X, Lv W, Chen K, et al. High Temperature and High Humidity Reduce the Transmission of COVID-19. 9 de marzo de 2020 [citado 14 de abril de 2021]; Disponible en: <http://arxiv.org/abs/2003.05003>
24. Wang J, Tang K, Feng K, Lin X, Lv W, Chen K, et al. High temperature and high humidity reduce the transmission of COVID-19. *arXiv*. 2020;
25. Mateo-Pascual C, Julián-Viñals R, Alarcón-Alarcón T, Castell-Alcalá MV, Iturzaeta-Sánchez JM, Otero-Piñe A. Déficit de vitamina D en una cohorte de mayores de 65 años: prevalencia y asociación con factores sociodemográficos y de salud. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2014;49(5):210-6.
26. Walrand S. Autumn COVID-19 surge dates in Europe correlated to latitudes, not to temperature-humidity, pointing to vitamin D as contributing factor. *Sci Rep* [Internet]. 2021;11(1):1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81419-w>
27. Garland P, Babbitt D, Bondarenko M, Sorichetta A, Tatem AJ, Johnson O. The COVID-19 pandemic as experienced by the individual. 2020;1-16. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/2005.01167>
28. Paez A, Lopez FA, Menezes T, Cavalcanti R, Pitta MG da R. A Spatio-Temporal Analysis of the Environmental Correlates of COVID-19 Incidence in Spain. *Geogr Anal*. 2020;1-25.
29. Araújo MB, Naimi B. Spread of SARS-CoV-2 Coronavirus likely constrained by climate. *medRxiv*. 2020;1-15.
30. Ma Y, Zhao Y, Liu J, He X, Wang B, Fu S, et al. Effects of temperature variation and humidity on the mortality of COVID-19 in Wuhan. *medRxiv*. 2020;
31. Humidity H, Wang J, Tang K, Feng K, Lin X, Lv W, et al. Impact of Temperature and Relative Humidity on the Transmission of COVID-19: A Modeling Study in China and the United States.

32. Canelle Poirier^{1, 2}, Wei Luo^{1, 2}, Maimuna S. Majumder^{1, 2}, Dianbo Liu^{1 2}, Kenneth D. Mandl^{1, 2, 3} TAM, , Mauricio Santillana^{1, 2 5}. The role of environmental factors on transmission rates of the COVID-19 outbreak: An initial assessment in two spatial scales.
33. Yang XD, Li HL, Cao YE. Influence of meteorological factors on the covid-19 transmission with season and geographic location. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(2):1-13.
34. C. Ferrandoa, b,*, R. Mellado-Artigas a, A. Geac, E. Arruti d, C. Aldecoa e AB e, Adaliaf R, Zatteraf L, , F. Ramascog, P. Monedero h EM, Martínezj A, Tamayoj, G., J. Mercadala, G. Muñoz ~ a, A. Jacas a, G. Ángeles a PC, et al. Características, evolución clínica y factores asociados a la mortalidad en UCI de los pacientes críticos infectados por SARS-CoV-2 en España: ~ estudio prospectivo, de cohorte y multicéntrico. 2020;
35. ISCIII, AEMET. Primeros indicios de correlación entre variables meteorológicas y propagación del coronavirus y la COVID-19 en España. 2020; Disponible en: <https://www.isciii.es/Noticias/Noticias/Paginas/Noticias/AcuerdoISCIIIAEMETEstudioTemperaturasCOVID19.aspx>
36. Fronteraa A, B KV, , Giovanni Landoni a C, GCremonaa E. Severe air pollution links to higher mortality in COVID-19 patients: The “double-hit” hypothesis. 2020;(January).
37. Reyes Pérez RA, Puente Nieto AV, Martínez-Cuazitl A, Montelongo Mercado EA, Rodríguez Tort A. La deficiencia de vitamina D es un factor de riesgo de mortalidad en pacientes con COVID-19. *Rev Sanid Milit*. 2020;74(1-2):106-13.
38. Chan KH, Peiris JSM, Lam SY, Poon LLM, Yuen KY, Seto WH. The effects of temperature and relative humidity on the viability of the SARS coronavirus. *Adv Virol*. 2011;2011.
39. Dong ZHJHQQPDHLQ. Optimal temperature zone for the dispersal of COVID-19 _ Lector mejorado de Elsevier.pdf.
40. Cristina D, Gil L. COVID-19 y su relación con las VARIABLES AMBIENTALES.
41. Moozhipurath RK, Kraft L. Pruebas del papel protector de la radiación ultravioleta B (UVB) en la reducción de las muertes por COVID-19. 2020;19:1-18.
42. Kazemi A, Mohammadi V, Aghababae SK, Golzarand M, Clark CCT, Babajafari S. Association of Vitamin D Status with SARS-CoV-2 Infection or COVID-19 Severity: A Systematic Review and Meta-analysis. *Adv Nutr*. 2021;(8):1-23.
43. Gorman S, Weller RB. Investigando el potencial de la luz ultravioleta para modular la morbilidad y la mortalidad de COVID-19 : una revisión y actualización narrativa. 2021;7:1-51.

Anexos

ANEXO I

Tabla 1. Casos incidentes, hospitalizados, en UCI y defunciones, así como las respectivas incidencias por 100.000 habitantes en la ciudad de San Sebastián.

	Semana	Casos por semana				Incidencia por semana			
		num_casos	num_hosp	num_uci	num_def	suma_casos	suma-num_hosp	suma num_uci	suma num_def
ENERO	1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FEBRERO	5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	8	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MARZO	9	0.7	1.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0
	10	8.7	4.0	0.4	0.4	1.2	0.6	0.1	0.1
	11	39.0	15.9	1.0	1.9	5.4	2.2	0.1	0.3
	12	98.9	44.9	4.4	4.4	13.6	6.2	0.6	0.6
ABRIL	13	64.9	22.7	1.0	8.7	8.9	3.1	0.1	1.2
	14	52.9	12.7	0.4	12.0	7.3	1.7	0.1	1.7
	15	19.6	4.7	0.0	5.6	2.7	0.6	0.0	0.8
	16	10.6	2.7	0.3	2.4	1.5	0.4	0.0	0.3
MAYO	17	5.6	0.7	0.0	1.7	0.8	0.1	0.0	0.2
	18	6.4	1.0	0.0	0.9	0.9	0.1	0.0	0.1
	19	4.3	0.0	0.1	0.7	0.6	0.0	0.0	0.1
	20	3.1	0.1	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.1
JUNIO	21	3.1	0.0	0.0	1.0	0.4	0.0	0.0	0.1
	22	7.3	0.4	0.0	0.1	1.0	0.1	0.0	0.0
	23	7.3	0.1	0.1	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
	24	8.1	0.4	0.3	0.0	1.1	0.1	0.0	0.0
JULIO	25	12.7	0.1	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0
	26	24.7	0.3	0.0	0.1	3.4	0.0	0.0	0.0
	27	69.1	0.9	0.1	0.0	9.5	0.1	0.0	0.0
	28	46.4	1.6	0.0	0.0	6.4	0.2	0.0	0.0
AGOSTO	29	48.6	1.3	0.0	0.1	6.7	0.2	0.0	0.0
	30	74.9	3.4	0.1	0.1	10.3	0.5	0.0	0.0
	31	105.9	4.7	0.6	0.3	14.6	0.6	0.1	0.0
	32	196.1	8.1	1.0	1.3	27.0	1.1	0.1	0.2
SEPTIEMBRE	33	202.0	13.0	1.9	1.0	27.8	1.8	0.3	0.1
	34	183.3	17.3	1.7	2.0	25.2	2.4	0.2	0.3
	35	184.4	10.4	1.1	3.9	25.4	1.4	0.2	0.5
	36	149.4	9.6	1.6	1.6	20.6	1.3	0.2	0.2
OCTUBRE	37	160.9	8.0	0.9	1.1	22.1	1.1	0.1	0.2
	38	248.9	7.4	0.7	3.4	34.2	1.0	0.1	0.5
	39	414.7	5.7	1.1	2.6	57.0	0.8	0.2	0.4
	40	548.3	5.1	0.4	4.1	75.4	0.7	0.1	0.6
NOVIEMBRE	41	605.3	8.3	1.4	5.6	83.2	1.1	0.2	0.8
	42	537.4	6.9	1.0	8.7	73.9	0.9	0.1	1.2
	43	371.4	2.6	1.0	9.4	51.1	0.4	0.1	1.3
	44	236.6	3.9	0.1	7.4	32.5	0.5	0.0	1.0
DICIEMBRE	45	151.4	2.9	0.3	6.0	20.8	0.4	0.0	0.8
	46	141.6	2.7	0.0	5.3	19.5	0.4	0.0	0.7
	47	155.7	0.6	0.1	4.7	21.4	0.1	0.0	0.6
	48	106.6	1.9	0.0	3.4	14.7	0.3	0.0	0.5
ENERO	49	125.4	1.0	0.1	2.7	17.3	0.1	0.0	0.4
	50	183.0	0.1	0.3	2.1	25.2	0.0	0.0	0.3
	51	204.1	0.1	0.0	4.4	28.1	0.0	0.0	0.6
	52	232.8	0.1	0.0	4.3	32.0	0.0	0.0	0.6
FEBRERO	53	233.0	32.7	0.0	4.0	32.0	4.5	0.0	0.6
	54	243.0	64.9	0.0	4.3	33.4	8.9	0.0	0.6
	55	256.7	102.0	0.0	3.6	35.3	14.0	0.0	0.5
	56	259.5	133.1	0.0	4.0	35.7	18.3	0.0	0.6
	57	271.0	176.3	0.0	4.3	37.3	24.2	0.0	0.6
	58	267.0	211.9	0.0	4.0	36.7	29.1	0.0	0.6

Tabla 2. Casos incidentes, hospitalizados, en UCI y defunciones, así como las respectivas incidencias por 100.000 habitantes en la ciudad de Zaragoza.

	Semana	Casos por semana				Incidencia por semana			
		num_casos	num_hosp	num_uci	num_def	suma_casos	suma-num_hosp	suma num_uci	suma num_def
ENERO	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FEBRERO	5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	8	0.1	0.6	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
MARZO	9	2.3	1.7	0.4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0
	10	14.6	7.0	1.4	1.3	1.5	0.7	0.1	0.1
	11	54.3	30.6	6.4	2.9	5.6	3.1	0.7	0.3
	12	149.9	88.6	12.6	10.7	15.4	9.1	1.3	1.1
ABRIL	13	106.6	55.0	6.4	20.0	11.0	5.7	0.7	2.1
	14	79.9	34.4	2.3	20.1	8.2	3.5	0.2	2.1
	15	53.3	23.7	2.9	14.6	5.5	2.4	0.3	1.5
	16	40.1	16.9	0.9	8.3	4.1	1.7	0.1	0.9
MAYO	17	18.6	5.0	1.1	5.6	1.9	0.5	0.1	0.6
	18	14.3	1.1	0.3	3.3	1.5	0.1	0.0	0.3
	19	8.0	1.1	0.4	1.3	0.8	0.1	0.0	0.1
	20	8.0	0.7	0.3	1.1	0.8	0.1	0.0	0.1
JUNIO	21	5.3	0.4	0.0	0.9	0.5	0.0	0.0	0.1
	22	3.4	0.6	0.0	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0
	23	2.6	0.4	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
	24	11.4	0.4	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0
JULIO	25	11.6	1.1	0.0	0.0	1.2	0.1	0.0	0.0
	26	60.1	4.6	0.1	0.0	6.2	0.5	0.0	0.0
	27	194.3	11.6	0.7	0.4	20.0	1.2	0.1	0.0
	28	325.7	26.6	0.9	1.4	33.5	2.7	0.1	0.1
AGOSTO	29	508.1	37.1	1.9	4.4	52.2	3.8	0.2	0.5
	30	399.0	32.4	1.7	8.7	41.0	3.3	0.2	0.9
	31	316.0	28.7	1.6	7.7	32.5	3.0	0.2	0.8
	32	213.7	28.1	1.4	5.6	22.0	2.9	0.1	0.6
SEPTIEMBRE	33	218.7	24.7	1.0	5.1	22.5	2.5	0.1	0.5
	34	273.9	20.9	1.1	6.0	28.2	2.1	0.1	0.6
	35	266.3	23.4	1.3	5.4	27.4	2.4	0.1	0.6
	36	228.1	23.3	0.7	6.4	23.5	2.4	0.1	0.7
OCTUBRE	37	271.9	20.6	1.3	5.4	28.0	2.1	0.1	0.6
	38	290.3	27.0	1.7	4.1	29.8	2.8	0.2	0.4
	39	478.1	36.4	3.3	6.3	49.2	3.7	0.3	0.6
	40	755.9	56.3	3.6	8.9	77.7	5.8	0.4	0.9
NOVIEMBRE	41	574.7	60.7	4.7	14.9	59.1	6.2	0.5	1.5
	42	405.1	46.9	4.3	18.4	41.7	4.8	0.4	1.9
	43	254.6	30.7	3.1	13.0	26.2	3.2	0.3	1.3
	44	198.6	26.7	2.0	12.1	20.4	2.7	0.2	1.2
DICIEMBRE	45	155.0	20.3	2.7	7.1	15.9	2.1	0.3	0.7
	46	143.7	20.9	1.4	8.6	14.8	2.1	0.1	0.9
	47	144.0	20.3	2.1	6.1	14.8	2.1	0.2	0.6
	48	145.9	15.6	2.3	4.3	15.0	1.6	0.2	0.4
ENERO	49	234.7	23.4	1.7	4.1	24.1	2.4	0.2	0.4
	50	434.6	39.4	3.3	7.7	44.7	4.1	0.3	0.8
	51	490.4	50.4	3.4	7.9	50.4	5.2	0.4	0.8
	52	485.3	37.6	2.6	7.4	49.9	3.9	0.3	0.8
FEBRERO	53	465.8	92.1	2.1	6.1	47.9	9.5	0.2	0.6
	54	454.3	125.7	1.1	5.1	46.7	12.9	0.1	0.5
	55	510.3	145.4	1.0	4.6	52.5	15.0	0.1	0.5
	56	585.0	181.7	0.7	2.3	60.2	18.7	0.1	0.2
	57	567.0	243.0	0.3	0.9	58.3	25.0	0.0	0.1
	58	443.0	304.6	0.6	0.1	45.6	31.3	0.1	0.0

Tabla 3. Casos incidentes, hospitalizados, en UCI y defunciones, así como las respectivas incidencias por 100.000 habitantes en la ciudad de Madrid.

	Semana	Casos por semana				Incidencia por semana			
		num_casos	num_hosp	num_uci	num_def	suma_casos	suma-num_hosp	suma num_uci	suma num_def
ENERO	1	0.0	3.6	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	2	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	0.1	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	2.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FEBRERO	5	0.0	4.7	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	6	0.1	5.6	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	7	0.0	10.7	1.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
	8	2.0	18.3	2.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
MARZO	9	88.7	110.1	10.6	0.7	1.3	1.6	0.2	0.0
	10	701.4	477.7	47.3	31.6	10.3	7.0	0.7	0.5
	11	1825.0	1295.0	104.4	145.4	26.9	19.1	1.5	2.1
	12	2564.0	1559.9	109.4	285.4	37.8	23.0	1.6	4.2
ABRIL	13	1399.6	757.4	54.4	200.3	20.6	11.2	0.8	3.0
	14	896.9	429.1	29.7	143.4	13.2	6.3	0.4	2.1
	15	654.3	230.7	17.6	105.3	9.7	3.4	0.3	1.6
	16	494.6	113.7	12.9	66.9	7.3	1.7	0.2	1.0
MAYO	17	239.7	54.9	5.3	41.4	3.5	0.8	0.1	0.6
	18	189.3	40.1	4.1	29.9	2.8	0.6	0.1	0.4
	19	145.7	24.3	3.3	19.3	2.1	0.4	0.0	0.3
	20	115.4	21.1	2.1	20.1	1.7	0.3	0.0	0.3
JUNIO	21	131.6	15.1	2.4	13.9	1.9	0.2	0.0	0.2
	22	103.3	13.0	1.6	9.9	1.5	0.2	0.0	0.1
	23	88.3	12.7	1.6	6.6	1.3	0.2	0.0	0.1
	24	49.6	11.1	1.1	3.9	0.7	0.2	0.0	0.1
JULIO	25	43.3	5.6	0.0	0.6	0.6	0.1	0.0	0.0
	26	48.3	5.3	0.3	0.3	0.7	0.1	0.0	0.0
	27	99.6	8.0	0.1	0.6	1.5	0.1	0.0	0.0
	28	257.0	14.0	1.6	0.3	3.8	0.2	0.0	0.0
AGOSTO	29	831.1	36.0	1.9	1.6	12.3	0.5	0.0	0.0
	30	1550.3	77.6	3.3	4.9	22.9	1.1	0.0	0.1
	31	2303.6	104.1	5.4	8.0	34.0	1.5	0.1	0.1
	32	2637.0	128.1	6.1	12.7	38.9	1.9	0.1	0.2
SEPTIEMBRE	33	3093.4	114.4	6.1	17.6	45.6	1.7	0.1	0.3
	34	3998.1	146.3	8.4	23.7	59.0	2.2	0.1	0.3
	35	4439.4	147.4	8.6	33.4	65.5	2.2	0.1	0.5
	36	3609.9	147.0	7.9	39.3	53.2	2.2	0.1	0.6
OCTUBRE	37	2497.1	123.3	6.9	34.4	36.8	1.8	0.1	0.5
	38	2001.0	127.0	7.1	32.7	29.5	1.9	0.1	0.5
	39	2120.0	127.7	6.1	27.7	31.3	1.9	0.1	0.4
	40	1916.4	112.4	5.3	31.1	28.3	1.7	0.1	0.5
NOVIEMBRE	41	1599.7	93.0	4.3	28.7	23.6	1.4	0.1	0.4
	42	1387.3	92.6	6.3	25.4	20.5	1.4	0.1	0.4
	43	1199.7	78.7	3.4	21.1	17.7	1.2	0.1	0.3
	44	1067.3	69.4	3.1	13.3	15.7	1.0	0.0	0.2
DICIEMBRE	45	958.1	61.3	2.6	12.6	14.1	0.9	0.0	0.2
	46	1390.1	70.9	3.7	11.3	20.5	1.0	0.1	0.2
	47	1813.3	69.7	3.0	14.4	26.7	1.0	0.0	0.2
	48	1700.4	60.7	3.1	16.7	25.1	0.9	0.0	0.2
ENERO	49	2940.4	80.9	5.0	20.7	43.4	1.2	0.1	0.3
	50	3860.9	89.0	4.1	21.6	56.9	1.3	0.1	0.3
	51	4988.3	105.6	4.7	41.9	73.6	1.6	0.1	0.6
	52	4277.8	53.1	2.0	7.0	63.1	0.8	0.0	0.1
FEBRERO	53	3702.4	886.9	1.4	5.7	54.6	13.1	0.0	0.1
	54	4238.8	1069.1	1.1	4.4	62.5	15.8	0.0	0.1
	55	5287.7	1181.6	1.0	2.7	78.0	17.4	0.0	0.0
	56	5279.0	1760.1	0.7	1.4	77.9	26.0	0.0	0.0
	57	4473.0	2464.7	1.1	0.6	66.0	36.4	0.0	0.0
	58	5942.0	3072.7	1.9	0.0	87.6	45.3	0.0	0.0

Tabla 4. Casos incidentes, hospitalizados, en UCI y defunciones, así como las respectivas incidencias por 100.000 habitantes en la ciudad de Málaga.

	Semana	Casos por semana				Incidencia por semana			
		num_casos	num_hosp	num_uci	num_def	suma_casos	suma-num_hosp	suma num_uci	suma num_def
ENERO	1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FEBRERO	5	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	8	0.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MARZO	9	2.3	5.0	1.1	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0
	10	27.1	16.1	2.0	0.9	1.6	1.0	0.1	0.1
	11	75.7	42.4	5.4	4.1	4.5	2.5	0.3	0.2
	12	135.9	79.4	8.6	9.3	8.1	4.7	0.5	0.6
ABRIL	13	58.1	23.6	1.9	8.4	3.4	1.4	0.1	0.5
	14	33.3	10.0	1.0	6.6	2.0	0.6	0.1	0.4
	15	15.0	5.9	0.6	3.7	0.9	0.3	0.0	0.2
	16	9.0	3.4	0.3	1.4	0.5	0.2	0.0	0.1
MAYO	17	5.0	2.1	0.1	1.0	0.3	0.1	0.0	0.1
	18	3.4	0.9	0.3	0.6	0.2	0.1	0.0	0.0
	19	2.6	0.4	0.0	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0
	20	2.3	0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
JUNIO	21	4.0	0.9	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0
	22	1.6	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
	23	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	24	16.1	0.6	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
JULIO	25	2.6	0.7	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
	26	5.7	1.6	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0
	27	13.7	1.4	0.0	0.0	0.8	0.1	0.0	0.0
	28	23.9	1.0	0.0	0.1	1.4	0.1	0.0	0.0
AGOSTO	29	70.9	2.4	0.1	0.0	4.2	0.1	0.0	0.0
	30	143.0	6.9	0.3	0.1	8.5	0.4	0.0	0.0
	31	200.4	9.1	1.1	0.7	11.9	0.5	0.1	0.0
	32	266.6	16.1	1.0	0.7	15.8	1.0	0.1	0.0
SEPTIEMBRE	33	282.3	22.0	1.9	2.1	16.7	1.3	0.1	0.1
	34	241.9	18.0	2.7	4.7	14.3	1.1	0.2	0.3
	35	246.7	14.9	1.1	2.4	14.6	0.9	0.1	0.1
	36	191.1	13.9	1.1	2.7	11.3	0.8	0.1	0.2
OCTUBRE	37	170.7	14.1	0.7	2.6	10.1	0.8	0.0	0.2
	38	219.1	15.3	1.1	4.7	13.0	0.9	0.1	0.3
	39	277.9	18.1	1.3	3.1	16.5	1.1	0.1	0.2
	40	349.9	20.6	2.0	3.3	20.8	1.2	0.1	0.2
NOVIEMBRE	41	417.0	35.4	3.3	5.7	24.7	2.1	0.2	0.3
	42	424.4	32.1	1.3	5.0	25.2	1.9	0.1	0.3
	43	313.3	27.7	2.3	7.6	18.6	1.6	0.1	0.4
	44	220.9	21.3	2.1	8.0	13.1	1.3	0.1	0.5
DICIEMBRE	45	141.0	13.0	1.1	4.0	8.4	0.8	0.1	0.2
	46	134.0	9.7	0.4	3.3	7.9	0.6	0.0	0.2
	47	167.1	9.1	0.3	1.6	9.9	0.5	0.0	0.1
	48	164.4	10.4	0.7	1.9	9.8	0.6	0.0	0.1
ENERO	49	430.4	22.7	0.6	3.4	25.5	1.3	0.0	0.2
	50	1014.9	43.1	1.6	6.4	60.2	2.6	0.1	0.4
	51	1285.9	65.6	2.3	8.4	76.3	3.9	0.1	0.5
	52	856.7	45.9	0.7	4.9	50.8	2.7	0.0	0.3
FEBRERO	53	696.4	198.1	0.7	4.4	41.3	11.8	0.0	0.3
	54	608.3	309.9	0.9	3.3	36.1	18.4	0.1	0.2
	55	573.7	408.3	1.1	1.7	34.0	24.2	0.1	0.1
	56	344.0	551.4	1.9	1.4	20.4	32.7	0.1	0.1
	57	197.0	685.9	2.6	1.0	11.7	40.7	0.2	0.1
	58	189.0	829.9	3.4	2.1	11.2	49.2	0.2	0.1

Tabla 5. Casos incidentes, hospitalizados, en UCI y defunciones, así como las respectivas incidencias por 100.000 habitantes en la ciudad de Tenerife.

	Semana	Casos por semana				Incidencia por semana			
		num_casos	num_hosp	num_uci	num_def	suma_casos	suma-num_hosp	suma num_uci	suma num_def
ENERO	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FEBRERO	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	8	0.7	1.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
MARZO	9	1.3	1.6	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0
	10	9.0	6.9	1.7	0.0	0.9	0.7	0.2	0.0
	11	36.7	16.6	3.1	0.9	3.5	1.6	0.3	0.1
	12	70.9	28.6	4.7	4.7	6.8	2.7	0.5	0.5
ABRIL	13	35.0	13.0	1.1	2.6	3.3	1.2	0.1	0.2
	14	15.9	8.7	0.6	1.6	1.5	0.8	0.1	0.2
	15	12.1	3.1	0.7	1.7	1.2	0.3	0.1	0.2
	16	9.0	1.7	0.3	1.6	0.9	0.2	0.0	0.2
MAYO	17	4.0	1.4	0.3	1.1	0.4	0.1	0.0	0.1
	18	2.7	0.6	0.3	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0
	19	3.4	0.7	0.1	0.6	0.3	0.1	0.0	0.1
	20	1.6	1.1	0.0	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0
JUNIO	21	1.7	0.7	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0
	22	0.7	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
	23	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	24	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
JULIO	25	0.1	0.6	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	26	1.3	1.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
	27	2.1	0.6	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0
	28	5.4	0.3	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
AGOSTO	29	7.0	1.3	0.0	0.1	0.7	0.1	0.0	0.0
	30	16.0	1.7	0.0	0.1	1.5	0.2	0.0	0.0
	31	23.7	1.9	0.4	0.0	2.3	0.2	0.0	0.0
	32	40.9	2.7	0.1	0.1	3.9	0.3	0.0	0.0
SEPTIEMBRE	33	43.3	4.4	1.0	0.6	4.1	0.4	0.1	0.1
	34	49.6	3.1	1.0	0.4	4.7	0.3	0.1	0.0
	35	60.6	4.7	1.7	0.3	5.8	0.5	0.2	0.0
	36	64.6	6.4	2.0	0.4	6.2	0.6	0.2	0.0
OCTUBRE	37	68.4	7.7	1.6	0.0	6.5	0.7	0.2	0.0
	38	71.3	6.4	0.9	0.7	6.8	0.6	0.1	0.1
	39	81.6	7.4	2.0	1.4	7.8	0.7	0.2	0.1
	40	73.6	6.3	1.9	1.0	7.0	0.6	0.2	0.1
NOVIEMBRE	41	102.3	11.1	1.0	1.1	9.8	1.1	0.1	0.1
	42	81.7	9.0	1.4	1.6	7.8	0.9	0.1	0.2
	43	81.6	8.3	1.1	1.1	7.8	0.8	0.1	0.1
	44	89.1	8.4	1.0	2.4	8.5	0.8	0.1	0.2
DICIEMBRE	45	135.9	10.9	1.6	0.9	13.0	1.0	0.2	0.1
	46	153.9	16.9	2.0	1.6	14.7	1.6	0.2	0.2
	47	175.9	12.4	2.1	3.7	16.8	1.2	0.2	0.4
	48	126.3	10.3	1.4	2.6	12.1	1.0	0.1	0.2
ENERO	49	90.3	7.3	0.0	2.4	8.6	0.7	0.0	0.2
	50	77.3	5.3	0.9	2.0	7.4	0.5	0.1	0.2
	51	52.3	3.3	0.4	2.4	5.0	0.3	0.0	0.2
FEBRERO	52	55.8	5.0	1.1	1.6	5.3	0.5	0.1	0.2
	53	51.4	12.4	0.9	1.3	4.9	1.2	0.1	0.1
	54	48.5	16.0	0.7	1.0	4.6	1.5	0.1	0.1
	55	56.3	18.1	0.4	1.0	5.4	1.7	0.0	0.1
	56	53.5	24.7	0.4	1.0	5.1	2.4	0.0	0.1
	57	38.0	27.7	0.3	1.1	3.6	2.7	0.0	0.1
	58	55.0	42.6	0.0	1.0	5.3	4.1	0.0	0.1

ANEXO II

Figura 1. Datos de UVI y temperatura en San Sebastián en el periodo de estudio.

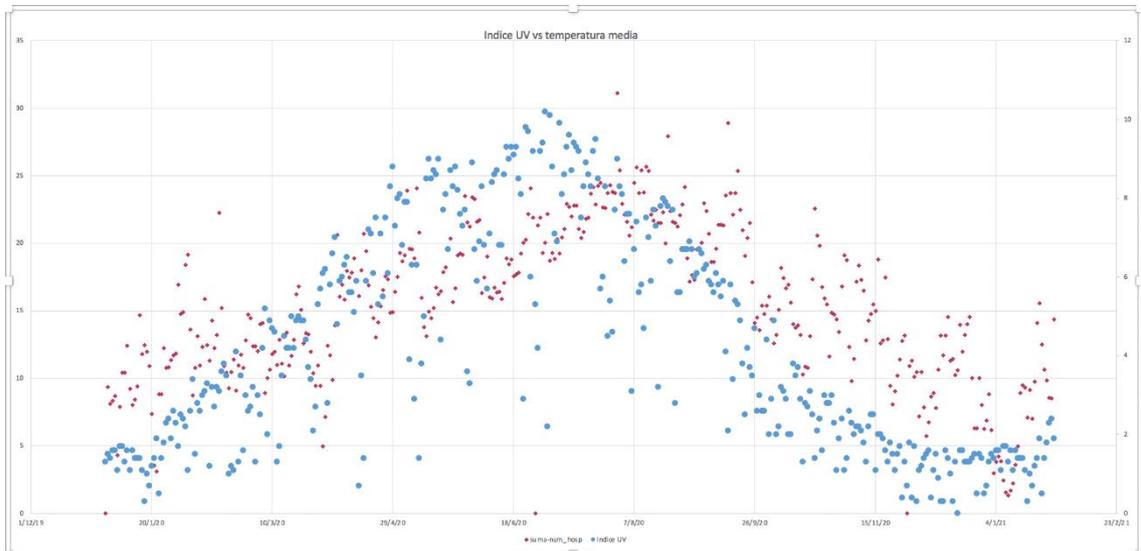


Figura 2. Datos de UVI y temperatura en Zaragoza en el periodo de estudio.

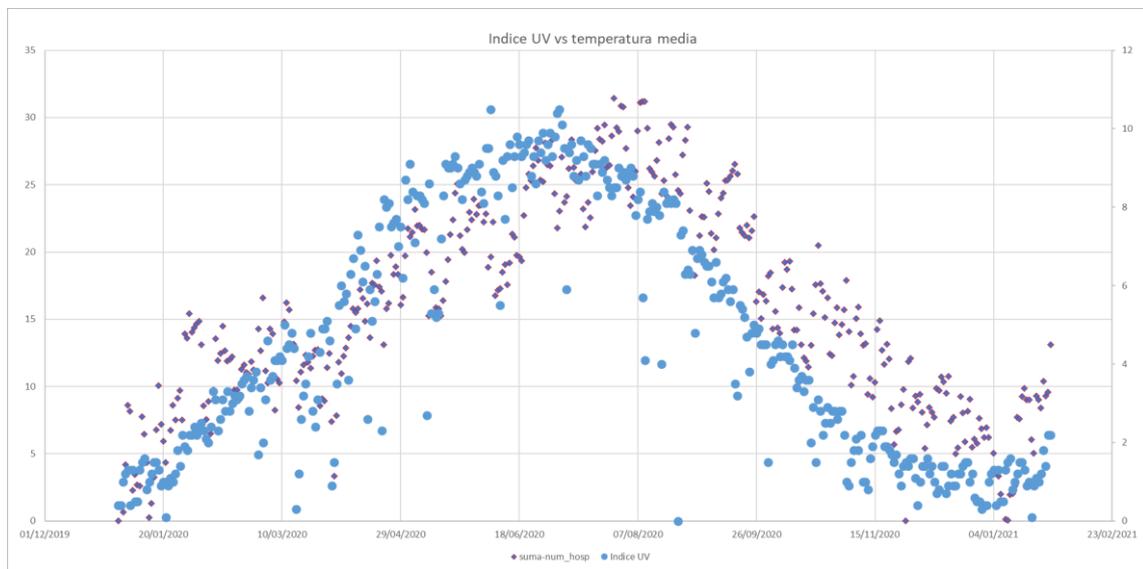


Figura 3. Datos de UVI y temperatura en Madrid en el periodo de estudio.

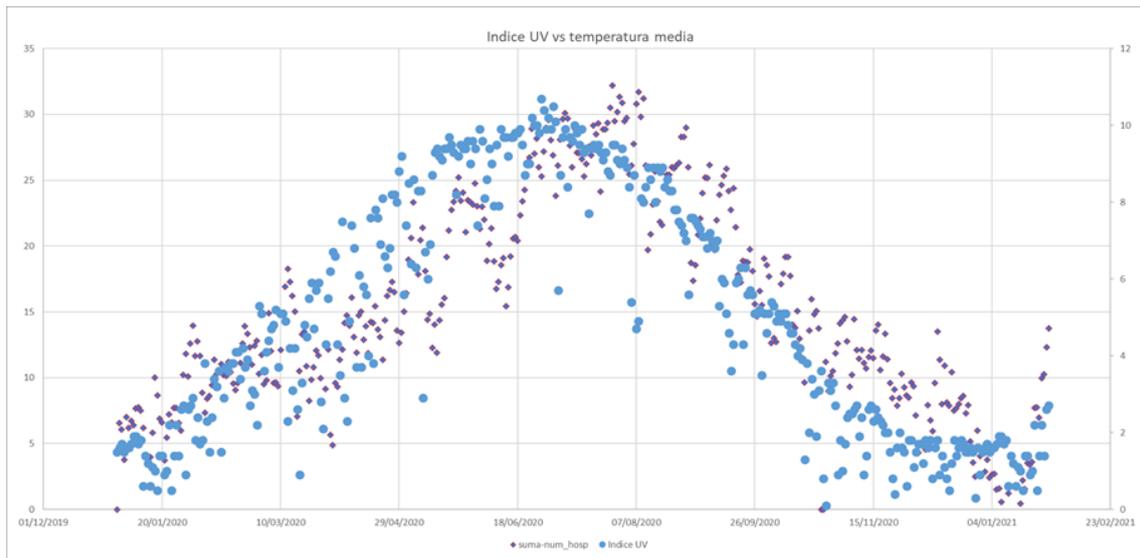


Figura 4. Datos de UVI y temperatura en Málaga en el periodo de estudio.

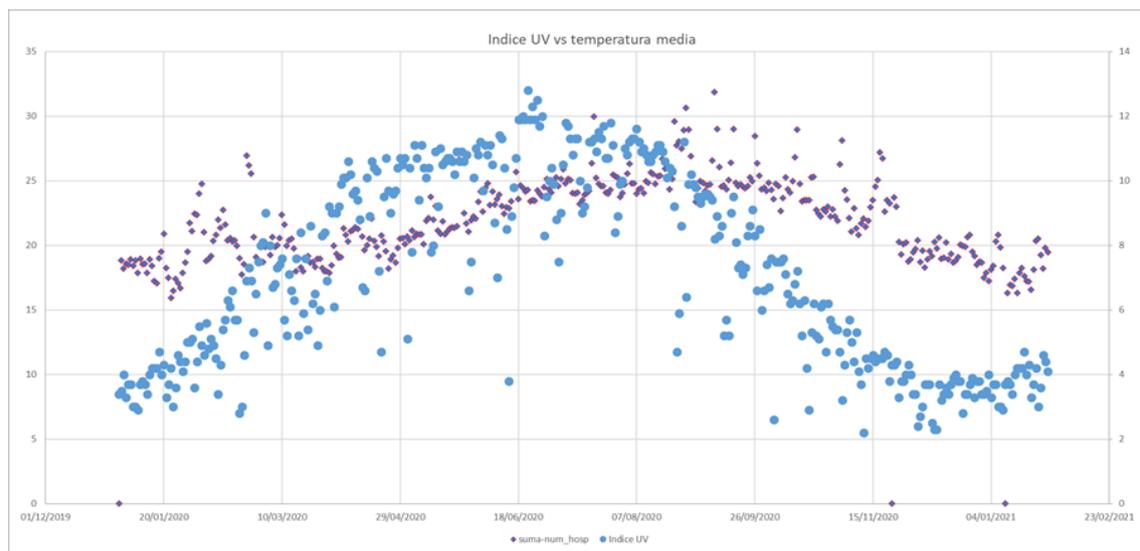


Figura 5. Datos de UVI y temperatura en Tenerife en el periodo de estudio.

