

# IMPACTO DE LAS OLAS DE CALOR EN LA MORTALIDAD

POR EL ACADÉMICO DE NÚMERO

ILMO. SR. D. MANUEL GÓMEZ BARRERA

DISCURSO LEÍDO EN LA SOLEMNE APERTURA DEL CURSO  
DE LA ACADEMIA DE FARMACIA «REINO DE ARAGÓN»  
EL DÍA 13 DE FEBRERO DE 2024

PRECEDIDO DE LA MEMORIA REGLAMENTARIA  
DEL SECRETARIO Y ACADÉMICO DE NÚMERO

ILMO. SR. D. IGNACIO ANDRÉS ARRIBAS

COMPRIENDIENDO LOS TRABAJOS DE LA CORPORACIÓN  
DURANTE EL AÑO 2023



ACADEMIA DE FARMACIA "REINO DE ARAGÓN"

Zaragoza

2024

# IMPACTO DE LAS OLAS DE CALOR EN LA MORTALIDAD

POR EL ACADÉMICO DE NÚMERO

ILMO. SR. D. MANUEL GÓMEZ BARRERA

DISCURSO LEÍDO EN LA SOLEMNE APERTURA DEL CURSO  
DE LA ACADEMIA DE FARMACIA «REINO DE ARAGÓN»  
EL DÍA 13 DE FEBRERO DE 2024

PRECEDIDO DE LA MEMORIA REGLAMENTARIA  
DEL SECRETARIO Y ACADÉMICO DE NÚMERO

ILMO. SR. D. IGNACIO ANDRÉS ARRIBAS

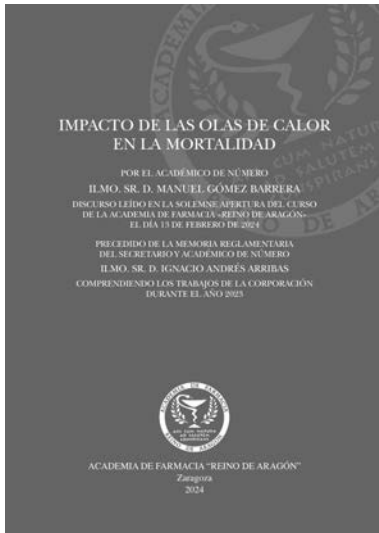
COMPRENDIENDO LOS TRABAJOS DE LA CORPORACIÓN  
DURANTE EL AÑO 2023



ACADEMIA DE FARMACIA "REINO DE ARAGÓN"

Zaragoza

2024



*Edita:*

Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza

*Distribuye:*

Academia de Farmacia “Reino de Aragón”

*Imprime:*

Cometa, S.A.  
Ctra. Castellón, km 3,400 – 50013 Zaragoza

*Depósito Legal:*

Z. 320-2024

# Sumario

<i>Composición de la Academia</i> .....	5
<i>Memoria reglamentaria del curso 2023</i>	
Ilmo. Sr. D. Ignacio Andrés Arribas .....	9
<i>Discurso de inauguración del curso</i>	
Ilmo. Sr. D. Manuel Gómez Barrera.....	15
<b>IMPACTO DE LAS OLAS DE CALOR EN LA MORTALIDAD</b>	
INTRODUCCIÓN.....	18
CONCEPTOS BÁSICOS.....	18
METODOLOGÍA Y RESULTADOS EN ZARAGOZA DE ESTUDIO DE OLAS DE CALOR.....	21
Establecimiento de Aragón como un zona isoclimática.....	21
Relación entre exceso de temperaturas y mortalidad en Zaragoza.....	23
Impacto futuro de la relación entre temperatura y mortalidad .....	25
ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	26
SITUACIÓN EN ARAGÓN EN EL VERANO DE 2023 .....	29
REFLEXIÓN FINAL .....	30
REFERENCIAS.....	30
<b>LISTADO DE FIGURAS</b>	
Figura 1. Relación entre día de partido y mortalidad en 1996 en Holanda .....	20
Figura 2. Componentes de una serie temporal.....	20
Figura 3. Dendograma de series temporales de temperatura.....	22
Figura 4. Descripción gráfica de la temperatura de disparo.....	24
Figura 5. Gráficas de relación entre temperatura y exceso de mortalidad (Roldán 2014) .....	24
Figura 6. Establecimiento de retardos de mortalidad .....	25

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Estimación de media de días y número de olas de calor entre 2014-2099 en tres escenarios climáticos .....	26
Tabla 2. Fallecimientos medios esperados en 2014-21 atribuibles a olas de calor .....	26
Tabla 3. Artículos publicados recientemente sobre el efecto de las olas de calor en la salud en España.....	27
Tabla 4. Umbrales de referencia de impacto en salud por altas temperaturas (°C), por provincia .....	29

*Composición de la Academia*  
*Relación de académicos*



## **ACADÉMICOS FUNDADORES**

Excmo. Sr. D. Manuel José López Pérez.

Ilmo. Sr. D. Santiago Andrés Magallón.

Ilmo. Sr. D. Ancisclo Pérez Martos.

## **JUNTA DIRECTIVA:**

**Presidente:** Excmo. Sr. D. Santiago Andrés Magallón.

**Vicepresidente:** Ilmo. Sr. D. Jesús de la Osada García.

**Secretario:** Ilmo. Sr. D. Ignacio Andrés Arribas.

**Vicesecretario:** Ilmo. Sr. D. Pedro Roncalés Rabinal.

**Tesorera:** Ilma. Sra. Doña M<sup>a</sup> del Tránsito Salvador Gómez.

**Vicetesorero:** Ilmo. Sr. D. Julio Montoya Villarroya.

## **Residencia:**

Avda. Tenor Fleta, 57 C. 1<sup>a</sup> Planta.

50008-ZARAGOZA.

Teléfono 976481414, Fax: 976 481418.

E-mail: [afra@academiadefarmaciadearagon.es](mailto:afra@academiadefarmaciadearagon.es).

Página web: [www.academiadefarmaciadearagon.es](http://www.academiadefarmaciadearagon.es).

## **Académicos de Número**

Excmo. Sr. D. Santiago Andrés Magallón.

Ilmo. Sr. D. Julio Montoya Villarroya.

Ilmo. Sr. D. Ignacio Andrés Arribas.

Ilmo. Sr. D. Pedro Roncalés Rabinal.

Ilmo. Sr. D. Jesús de la Osada García.

Ilmo. Sr. D. Fausto García Hegardt.

Ilma. Sra. Doña Carmen Torres Manrique.

Excma. Sra. Doña María del Carmen Francés Causapé.

Ilma. Sra. Doña María del Tránsito Salvador Gómez.

Ilmo. Sr. D. Manuel Gómez Barrera.

Ilma. Sra. Doña María Reyes Abad Sazatornil.

Ilma. Sra. Doña María Luisa Bernal Ruiz.

Ilmo. Sr. D. Daniel Tabuenca Navarro.

Ilmo. Sr. D. Juan Carlos Mayo Martínez.

Ilma. Sra. Doña Esperanza Torija Isasa.

Ilma. Sra. Dña. Amelia Martí Del Moral.

Ilma. Sra. Dña. Cristina Seral García.

## **Académico de Número Emérito**

Ilmo. Sr. D. Acisclo Pérez Martos.

## **Académicos Correspondientes**

Dra. Doña Ángela Idoipe Tomás.

Dra. Doña Herminia Navarro Aznárez.



Dra. Doña Daría Bermejo Ramos.  
Dra. Doña Francisca Muñoz Espílez.  
Dr. D. Diego Marro Ramón.  
Dr. D. Benito del Castillo García.  
Dr. D. Alberto Herreros de Tejada y López Coterilla.  
Dra. Doña María Ángeles Sanz García.  
Dr. D. Vicente Vilas Sánchez.  
Dr. D. Oriol Valls Planells.  
Dr. D. José María de Jaime Lorén.  
Dr. D. José María Ventura Ferrero.  
Dr. D. Víctor López Ramos.  
Dra. Mercedes Aza Salcedo.  
Dra. Noelí Muñoz Giménez.  
Dr. Agustín García Asuero.  
Dr. Carlos Martín Montañés.  
Dra. Mar Gimeno Frontera.  
Dra. Lorena Fuentes Broto.  
D. Jesús Catalán Sesma.  
Dr. Luis Alberto Moreno Aznar.

#### **Académicas Correspondientes Electas**

Dra. Loreto Sáez-Benito Suescun.  
Dra. Nuria Berenguer Torrijo.

#### **Académico de Honor Electo**

Dr. José María Ordovás Muñoz.

#### **Medallas de Oro de la Academia de Farmacia «Reino de Aragón»**

D. Ramón Blasco Nogués.  
D. Juan Carlos Gimeno Barranco.  
D. Ramón Jordán Alva.  
Dña. Raquel García Fuentes.

*Memoria reglamentaria  
del curso 2023*

Ilmo. Sr. D. Ignacio Andrés Arribas

Secretario de la Academia



Excelentísimo señor Presidente de la Academia de Farmacia «Reino de Aragón»  
Excelentísimas e Ilustrísimas Autoridades,  
Excelentísimos e Ilustrísimos Señoras y Señores académicos,  
Queridos amigos señoras y señores:

De nuevo como hace un año nos reencontramos en este magnífico entorno de la Iglesia del Hospital Real de Nuestra Señora de Gracia para celebrar el acto de inauguración de un nuevo curso académico. Después de un tiempo que siempre recordaremos marcado por el Covid, la distancia y las sesiones virtuales, que este acto lo celebramos en la sede del Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza, que también es sede de esta Academia y principal valedor.

Cabe decir que en febrero del año próximo se celebrará la fecha del sexto centenario de la fundación del Hospital Real de Nuestra Señora de Gracia una de las instituciones más importantes del Reino de Aragón y centro del conocimiento y desarrollo de las profesiones sanitarias en dicho territorio. Esperamos que dicho acontecimiento sea celebrado como corresponde a fecha tan importante.

Presididos por este gran retablo “Salud de los enfermos” (Salus infirmorum), realizado por el pintor aragonés José Luzán, maestro de los hermanos Bayeu y de Francisco de Goya. Alegoría con un título que define perfectamente la finalidad de la profesión farmacéutica y en general de las profesiones sanitarias, comenzamos el acto de inauguración de este nuevo curso académico de la Academia de Farmacia “Reino de Aragón”.

A continuación, como Secretario de esta Academia, paso a resumir las actividades científicas y representativas celebradas durante el curso 2023, intentando cumplir con los objetivos fundacionales de la Academia.

Ante todo es necesario destacar que esta Academia de Farmacia sigue creciendo y en el presente año se han incorporado a la misma como Académica de Número la Ilma. Sra. Dña. Olga M<sup>a</sup> Abian Franco y como Académicos Correspondientes la Dra. Lorena Fuentes Broto y D. Jesús Catalán Sesma. En la Junta General del 26 de diciembre se aprobó el nombramiento como Académico Correspondiente al Prof. Luis Alberto Moreno Aznar. Reciban nuestra cordial bienvenida y más efusiva enhorabuena.

**14 de febrero de 2023.** Las actividades científicas realizadas en el año que ha vencido se iniciaron en esa fecha con la inauguración en la Iglesia del Hospital Real de Nuestra Señora de Gracia de un nuevo curso de la Academia de Farmacia «Reino de Aragón». El acto se inició con la lectura de la Memoria Reglamentaria

del año 2022, realizada por el Secretario de la Academia, Ilmo. Sr. D. Ignacio Andrés Arribas. El discurso Inaugural fue a cargo de la Académica de Número Ilma. Sra. Dña Tránsito Salvador Gómez con el título **“Vacunas Covid: Desafío y Solución ante la Pandemia del siglo XXI”**. La Dra. Mar Gimeno Frontera y el Ilmo Sr. Carlos Martín Montañés recibieron las medallas de nuevos académicos correspondientes. La presidenta del Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza, Raquel García Fuentes, recibió la máxima distinción de la Academia de Farmacia Reino de Aragón, la medalla de oro. Asimismo se hizo un reconocimiento al personal del Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza por su colaboración constante hacia la corporación. El acto fue clausurado por el Excmo. Sr Presidente de la Academia “Reino de Aragón” D. Santiago Andrés Magallón.

**3 de febrero.** La Real Academia Nacional de Farmacia celebró sesión solemne para dar entrada como nuevo académico de número a nuestro compañero el Excmo. Sr. D. Agustín García Asuero, ocupando la medalla 37 de dicha Corporación. Su discurso de ingreso versó sobre **“Nanociencia, nanotecnología y nanoanalítica: anotaciones, historias anecdotas”**.

**25 de abril.** La Academia de Farmacia Reino de Aragón celebró en la sede del Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza la toma de posesión como académica correspondiente de la Dra. Lorena Fuentes Broto. La nueva académica ingresó con el discurso **“Sincronizando los ritmos biológicos: Base de una vida saludable a través de la luz, la alimentación y la actividad física en el momento adecuado”**.

**23 de mayo.** La Academia de Farmacia Reino de Aragón celebró la recepción como académico correspondiente de D. Jesús Catalán Sesma que leyó el discurso **“Bicentenario de dos ilustres botánicos-farmacéuticos del siglo XIX: José Pardo Sastrón y Francisco Loscos Bernal”**. El acto se desarrolló en el salón de actos del Colegio de Farmacéuticos de Zaragoza.

**26 de octubre.** En la sede del Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza discurso de Recepción Académica como Académica de Número de la Ilma. Sra. Dña. Olga M<sup>a</sup> Abian Franco con **la conferencia:** “La investigación académica frente al desafío de descubrir nuevos fármacos”.

**7 de noviembre.** Apertura del curso académico de las Academias en Aragón, organizada por la Real Academia de Nobles y Bellas Artes de San Luis. Se celebró en el Paraninfo de la Universidad de Zaragoza. Abrió el acto el Rector Magnífico, **Excmo. Sr. D. José Antonio Mayoral Murillo**. La lección inaugural fue impartida por el **Ilmo. Sr. D. José Luis Melero Rivas**, que versó sobre **“El patrimonio bibliográfico en bibliotecas particulares”**. Finalizó el acto con el Discurso de contestación pronunciado por el Presidente de la Real Academia de Nobles y Bellas Artes de San Luis, **Excmo. Sr. D. Domingo Buesa Conde**.

**21 de noviembre.** La Academia de Farmacia “Reino de Aragón” se unió al Homenaje a Francisco Loscos Bernal, insigne botánico y farmacéutico aragonés, en el bicentenario de su nacimiento. Organizado dentro del Ciclo «Encuentros en el Museo» del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza para reconocer las contribuciones de Francisco Loscos a la botánica, la farmacia y la historia postal española. El académico D. Jesús Catalán Sesma fue uno de los ponentes que disertó sobre Loscos **“Su vida y obra”**.

**19 de diciembre. Cierre del curso académico 2023 de la Academia de Farmacia Reino de Aragón a cargo del Prof. Luis Alberto Moreno Aznar.** Catedrático y experto en **Nutrición y Obesidad infantil**, coordinador del grupo de investigación GENU, uno de los más importantes de la Universidad de Zaragoza. Impartió la conferencia: **“Los primeros 1.000 días de vida, una oportunidad para mejorar la salud futura”**.

Queremos también realizar un resumen de los numerosos actos y reconocimientos que han recibido así esta Academia como los integrantes de ella a lo largo del pasado año.

La Ilma. Sra. Dña Reyes Abad Sazatornil, jefa de Servicio de Farmacia del Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza, fue premiada en la categoría de Farmacia de los Premios “Sanitarias” organizados por Redacción Médica en su VI edición el 2 marzo de 2023.

Ingreso como Académico de Número en la Real Academia Nacional de Farmacia el Excmo. Sr D. Agustín García Asuero con la Medalla 37 de Ciencias Afines, el día 2 de marzo. En el solemne acto leyó su discurso titulado: **“Nanociencia, nanotecnología y nanoanalítica: anotaciones, historias y anécdotas”**.

Ingreso como Académico de Número en la Academia de Farmacia de la Comunitat Valenciana del Dr. D. José María de Jaime Loren el 8 de marzo de 2023. El Discurso de recepción como Académico de Número versó sobre: **Percepción social de la Farmacia según la literatura popular: “para buen boticario ser cuatro ‘ces’ hay que tener”**.

El Excmo Sr. D.Santiago Andrés Magallón, Presidente de nuestra Academia, ingresó como Académico Institucional en la Real Academia Nacional de Farmacia en reconocimiento a su trayectoria profesional el día 24 de marzo de 2023. El discurso de ingreso trató sobre las **“Disfunciones de los párpados, ojo seco y covid19”**.

Del 6 al 8 de junio pasado se celebró en Madrid el X Encuentro de la Asociación Iberoamericana de Academias de Farmacia (AIAF), a la que fue invitada a participar la Academia de Farmacia “Reino de Aragón” en la mesa redonda sobre “Farmagenómica y Medicina Personalizada”. La Académica de Número Ilma. Sra. Dña. María Luisa Bernal Ruiz pronunció la conferencia **“Medicina Personalizada: Farmacogenética”**.

**24 de septiembre en la celebración del Día del Colegiado, Fiesta de la Patrona del Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza marcada por el 125 aniversario de la organización colegial**, el presidente y secretario de la Academia de Farmacia “Reino de Aragón”, **Excmo. Sr. D. Santiago Andrés Magallón y el Ilmo Sr. D. Ignacio Andrés Arribas**, recibieron el título de colegiados de honor, máxima distinción del Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza.

El 20 de noviembre atendiendo a una invitación de la Academia Iberoamericana de Farmacia a las Tribunas Científicas que se llevaron a cabo con el título: «Entre el mito y la magia: la dieta mediterránea» participó el Vicepresidente de la Academia de Farmacia Reino de Aragón Ilmo. Sr. D. Jesús de la Osada García, cuya intervención versó sobre: **“Aceite de oliva virgen extra y salud”**.

25 de enero de 2024. Entrega del Premio Excmo. Sr. D. Rafael Gómez-Lus 2023 otorgado por la Real Academia de Medicina de Zaragoza al mejor trabajo nacional en el campo de la Microbiología, publicado en el año 2022 a la Ilma. Sra. Carmen Torres Manrique como coordinadora del grupo de trabajo de investigación premiado.

29 de enero de 2024 nombramiento de Académico de Honor electo de la Academia Iberoamericana de Farmacia al Excmo. Sr. Presidente de nuestra Academia Dr. Santiago Andrés Magallón.

En el año 2023-24 el Presidente de la Academia ha asistido a distintos actos de las Academias aragonesas, de la Universidad S. Jorge y la Universidad de Zaragoza, así como a la a la inauguración de los cursos académicos de la Real Academia de Farmacia de Cataluña el 15 de enero, de la Real Academia Nacional de Farmacia en Madrid el 18 de enero y de la Real Academia de Medicina de Zaragoza el 25 del mismo mes.

A lo largo del año pasado distintos medios de comunicación y entidades públicas y científicas han pedido información científica o se han hecho eco de los actos de la Academia sobre distintos aspectos relacionados con la Farmacia.

Por último y como despedida decir que lo expuesto es la demostración que durante el curso que ha concluido la Academia ha intentado desarrollar sus funciones, cumpliendo el mandato de colaborar en el progreso, desarrollo y conocimiento de las ciencias farmacéuticas y en general de las ciencias de la salud.

Con estos ilusionantes pensamientos quiero mostrar mi deseo de volvernos a ver en las actividades del presente curso y por supuesto mí más sincero agradecimiento por la atención que han dispensado en la lectura de esta memoria.

He dicho.

*Discurso de inauguración de curso*

Ilmo. Sr. D. Manuel Gómez Barrera

Académico de número





*A Paula, Nora, Manuel y Max,  
porque yo tengo una extraña banda  
de rock and roll.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Excmo. Sr. Presidente de la Academia de Farmacia «Reino de Aragón»  
Excmas. e Ilmas. Autoridades Académicas, Colegiales y de la Administración  
Señoras y Señores.

Buenas tardes, en primer lugar querría agradecer a todas las personas de la Academia de Farmacia del Reino de Aragón el honor que me brindan de abrir el curso académico en este lugar sagrado, créanme cuando les digo que es muy emocionante. Gracias por supuesto a todas las personas que han decidido venir esta tarde a este acto tan bonito.

Me gustaría también recordar y agradecer su compañía en el camino a las personas con las que he trabajado en el tema que nos ocupa esta tarde. En primer lugar al Doctor Julio Díaz del Instituto de Salud Carlos III por enseñarnos la metodología, por animarnos a ser valientes y publicar nuestros resultados lo más arriba posible y por ese sentido del humor tan inteligente que nos regala siempre. Igualmente a la Doctora Cristina Linares por enseñarnos tan amablemente la interpretación epidemiológica de los coeficientes de los modelos de series temporales. También a la Doctora Rosa Pino, compañera en el Grado de Farmacia desde los inicios del mismo, primero como coordinadora del Grado y en este momento como profesora de Metodología de Investigación y Microbiología, todos en nuestro Grado le debemos mucho. Por supuesto, gracias a la Doctora Esther Roldán, mi amiga Esther, por todas las horas compartidas para entender todos los pasos que teníamos que dar para establecer la relación que existía entre las temperaturas extremas y la mortalidad en Aragón y por toda la paciencia que siempre ha tenido, y sigue teniendo, con mis despistes de agenda, ubicación u horario.

Como al fin y al cabo somos lo que somos gracias a las personas que nos cruzamos en el camino, tengo que agradecer su contribución personal y profesional a las personas de la consultoría Pharmacoeconomics & Outcomes Iberia empezando por su director, Doctor Miguel Ángel Casado y abarcando al resto de sus habitantes. Por supuesto muchas gracias por toda su aportación a la compañía que me rodea en la Universidad San Jorge empezando por su Rectora Doctora Silvia Carrascal, siguiendo por la Decana de la Facultad de Ciencias de la Salud Laura Zaurín y la Vicerrectora de mi Grado en Farmacia y futura académica Loreto Sáez-Benito; igualmente abarcando cual suceso Unión, muchas gracias a todas las amigas y amigos de la Universidad por sonreírnos todos los días.

Por supuesto es necesario agradecer su cariño y comprensión a toda mi familia. Al clan Gómez Barrera encabezado por mi padre fallecido en febrero de 2018 que desde esa fecha nunca nos abandona y por mi madre Elisa, farmacéutica con más de 40 años de ejercicio. También al clan Blanco Domínguez desde el primero cronológicamente hablando, el filólogo clásico y lector de los textos de esta Academia Manolo Blanco, hasta la más reciente incorporación, el pequeño Nicolás.

Finalmente, a mi mujer Paula, a mi hijo Manuel y a mi hija Nora, gracias por ser la eterna respuesta a todas mis preguntas.

## **INTRODUCCIÓN**

En este discurso les querría presentar la metodología necesaria para la realización de los estudios que relacionan temperaturas extremas con mortalidad y los conceptos básicos que la integran, para lo que me valdré como caso práctico del estudio que realizamos en la Universidad San Jorge en colaboración con el Doctor Díaz y el Instituto de Salud Carlos III. También les querría transmitir la situación actual de la investigación sobre la relación entre las olas de calor, y diferentes resultados en salud o en otros aspectos sociales. Finalmente, acabaremos hablando de la situación derivada de las altas temperaturas en el verano más reciente en Aragón.

## **CONCEPTOS BÁSICOS**

El primer concepto que se debe definir es el de “Ola de calor” que no es sencillo, ya que aislar el fenómeno temperatura del resto de fenómenos climáticos como humedad relativa o velocidad del viento es complicado ya que están enormemente relacionados. Lo más habitual es emplear el valor de la temperatura máxima diaria y se han empleado criterios para definir una ola de calor cuando la temperatura máxima diaria supera el percentil 95 de las series de temperaturas máximas diarias de los meses de verano, es decir, la temperatura máxima de un día supera al 95% de las máximas del resto de los días (Montero 2010).

Ligado al concepto ola de calor, aparece el de temperatura de disparo, o temperatura de máxima mortalidad. Como es fácil deducir de su segundo nombre, es la temperatura a partir de la cual la mortalidad se hace máxima o bien sale de los rangos de normalidad establecidos. Obviamente, esta temperatura de disparo no va a ser igual en todos los sitios ya que en la relación con la mortalidad intervienen multitud de parámetros, como factores socioeconómicos y demográficos, que hacen que la mortalidad comience a aumentar a temperaturas que en algunos casos pueden estar por encima o por debajo del percentil 95 de las series de temperaturas máximas. Por ello, se hace necesario la realización de estudios epidemiológicos locales centrados en la relación mortalidad-temperatura para detectar cuál sería la temperatura a la que comienza a aumentar la mortalidad bruscamente (Montero 2012). Es decir, el establecimiento de esta temperatura de disparo es necesario para determinar el impacto de una ola de calor y para establecer la temperatura de dis-

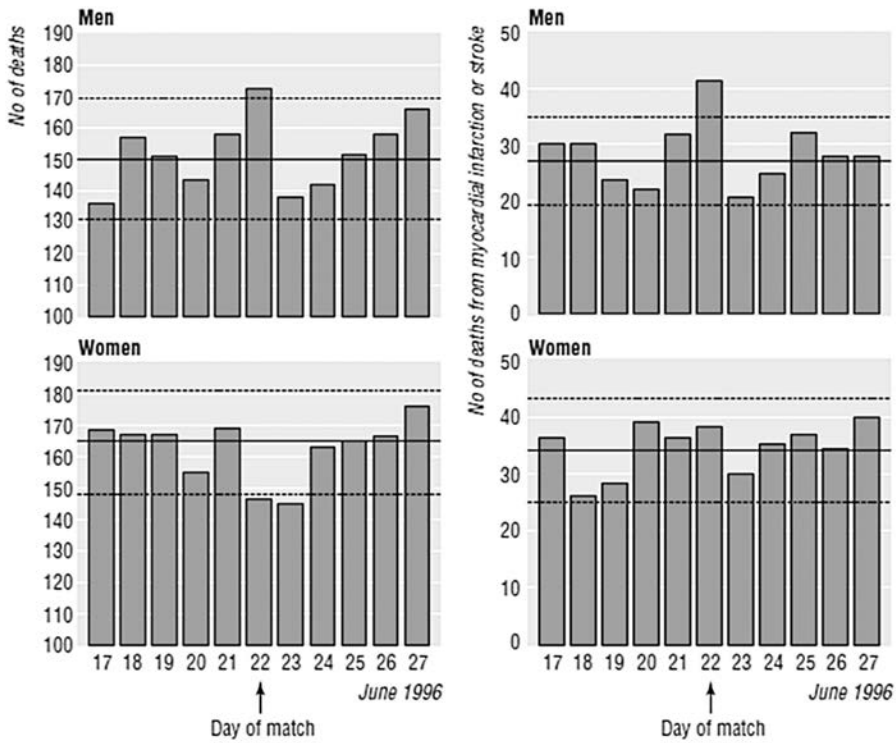
paro se debe relacionar el exceso de la mortalidad real de un día sobre la esperada más un margen de error.

Dos conceptos ligados a las olas de calor y de especial relevancia en su relación con la salud son la duración de la ola y el número de la ola. El primer concepto se refiere al número de días en los que la temperatura máxima supera la temperatura de disparo y el segundo se refiere al número que ocupa la ola de calor en la serie de olas de calor de cada año. Es sencillo pensar que una mayor duración de las olas y un mayor número de olas podría tener una mayor afectación sobre la salud de ahí que se investigue.

Otro concepto que me gustaría comentar es el de retardo. Retardo es un concepto ligado al concepto estadístico de serie temporal. Serie temporal es una serie de datos referidos a un momento temporal determinado, en el caso de la serie de temperaturas máximas y la mortalidad diaria, la serie temporal sería la sucesión de datos de temperatura máxima o de fallecimientos ordenados de forma diaria desde el primer día que se disponga de datos hasta el último. El concepto retardo, hace referencia al número de días que separan dos datos de la serie y es relevante porque una característica de la relación entre ola de calor y mortalidad es que el efecto de la ola no suele presentarse solamente en el mismo día sino que también se presentan en al menos durante los tres días siguientes (Mirón 2007; Mirón 2008).

Me van a permitir poner un ejemplo sencillo para explicar este concepto. En la colección navideña del *British Medical Journal* del año 2000 (Witte 2000) se analizaba si la mortalidad en Holanda se elevaba por encima de lo esperado tras el partido de cuartos de final de la Eurocopa de fútbol de año 1996 que enfrentaba a Holanda con Francia y que ganó Francia 5-4 en la tanda de penaltis jugado el 22 de junio de 1996. Si se fijan ustedes en la figura, el número de fallecimientos en varones y el número de fallecimientos por infarto agudo de miocardio o ictus aumenta el día del partido por encima del valor máximo esperado, la línea de puntos superior. Por el contrario, los fallecimientos de mujeres se situaron por debajo del mínimo esperado ese día y el siguiente. Es decir, el 22 de junio sería el día de disparo en varones y sería de mínima mortalidad en mujeres; habría un retardo de un día en la menor mortalidad de mujeres.

Rematando con el concepto de serie temporal, comentar que una serie temporal tiene cuatro componentes. El primero de ellos es la tendencia que indica si los datos tienden a aumentar o disminuir con el tiempo, el segundo es la estacionalidad que indica si los datos siguen un patrón repetitivo, el tercero es el componente cíclico y corresponde a ciclos más largos y el último es el de media móvil se define como la media de los datos de la serie previos a uno de ellos. Es sencillo entenderlo en el caso de la temperatura máxima, la tendencia es a aumentar por el efecto del cambio climático (ONU 2024), la estacionalidad viene dada porque este valor siempre es menor en invierno que en verano, el componente cíclico es por el patrón que se puede repetir a más largo plazo y la media móvil nos explica que la temperatura máxima de un día estará más relacionada con la media de los por ejemplo, tres días anteriores, que con la media anual, Figura 2. La detección de estos componentes por medios estadísticos permite estimar los valores de la serie presentes, pasados y futuros.



Numbers of deaths from all causes and from myocardial infarction or stroke in men and women aged  $\geq 45$  years, 17 June-27 June 1996. The quarter final match of the European championship between Netherlands and France was played on 22 June. Horizontal lines represent the mean and 95% confidence intervals for the five days preceding and five days after 22 June

Figura 1. Relación entre día de partido y mortalidad en 1996 en Holanda.

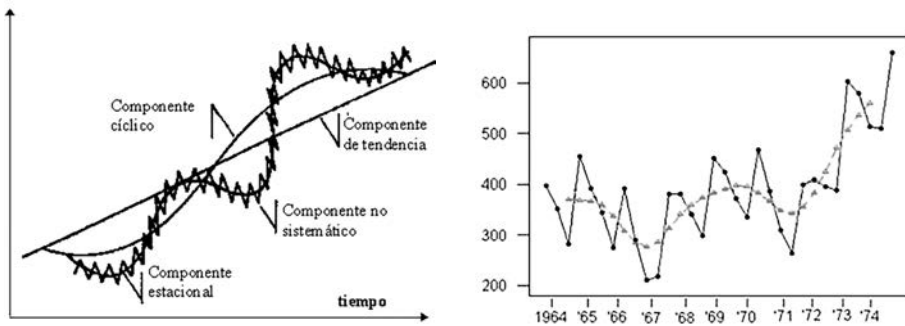


Figura 2. Componentes de una serie temporal.

## **METODOLOGÍA Y RESULTADOS EN ZARAGOZA DE ESTUDIO DE OLAS DE CALOR**

Me gustaría presentarles en este punto la metodología que seguimos y los resultados que obtuvimos a raíz de la investigación que finalizó en la Tesis Doctoral de la Dra. Esther Roldán y en la que tuve en honor de participar junto a las Doctoras Rosa Pino y Cristina Linares y el Dr. Julio Díaz, como no me cansaré de repetirlo. En esta Tesis realizamos y publicamos los puntos clave del estudio de las olas de calor en Zaragoza, el establecimiento de Aragón como zona isoclimática y las estaciones meteorológicas de referencia (Roldán 2011), la determinación de la temperatura de disparo y la cuantificación de los riesgos (Roldán 2012 y 2014) y la estimación a futuro de los fallecimientos esperados (Roldán 2016).

### **Establecimiento de Aragón como un zona isoclimática**

El objetivo de este estudio fue determinar la existencia de regiones isotérmicas y seleccionar las estaciones representativas con el fin de estudiar la correlación entre variables de temperatura y mortalidad diaria. Es decir, ver si se puede considerar Aragón como una zona con un patrón de temperaturas común y ver desde que estación climatológica se debe estudiar la variación de las temperaturas.

Para este estudio se dispuso de datos de hasta 122 estaciones climatológicas en Aragón con temperaturas máximas y mínimas desde 1987 hasta 2006. Personalmente, yo me llevé una sorpresa al ver que había tantas estaciones y que aparecía el primer problema relacionado con la investigación, que era elegir la estación de referencia. Pronto apareció el segundo problema, que era que no todas las estaciones tienen los datos completos y era necesario emplear técnicas de reemplazo y estimación de los valores perdidos, llamado en el argot, relleno de lagunas, se pueden imaginar por el nombre que tiene que no hablamos de un dato aislado sino de unos cuantos. Afortunadamente la metodología publicada y todos los apoyos del equipo del Doctor Díaz nos ayudaron en esta tarea.

Las soluciones que tuvimos que aplicar fueron varias, en primer lugar tuvimos que emplear 5 técnicas de estimación que las enumero aquí por si hay alguna persona apasionada de la estadística: 1) Razón normalizada que relaciona la temperatura de las estaciones cercanas ponderada con los datos totales, 2) Inverso de la distancia, que da más peso a las estaciones más cercanas, 3) Regresión múltiple que predice mediante un modelo de regresión múltiple la temperatura de la estación con lagunas a partir de los datos de las más cercanas, 4) Mejor estimador que es la media de las estaciones de alrededor y 5) Media de las cuatro estimaciones anteriores. Lo que se hizo fue insertar datos en función de los datos de las estaciones cercanas (<300km) y con correlación >0,35, que sería el método 2.

Una vez que se rellenaron todas las lagunas hubo que analizar la homogeneidad de la series. Es decir, determinar si todas las estaciones se pueden agrupar en torno a un único patrón de variabilidad. Ello quiere decir que una vez que se tienen todos los datos, hay que comprobar que las diferencias en la temperatura diaria se deban a diferencias en la temperatura y no en diferencias de métodos de medida.

En términos de aparataje de laboratorio, en el que un servidor es absolutamente profano, tenemos que saber si la estación está bien calibrada. Para ello tuvimos que analizar si existían puntos de discontinuidad y comparar los cambios en las series. Para ello se detectan los puntos de cambio mediante un modelo llamado de regresión en dos fases que es una técnica estadística que estima de la forma más fiable los valores anómalos y detecta puntos extremos de discontinuidad. Estuvimos atascados en este punto hasta que vino el eureka, que les comento como anécdota que me vino la solución a la cabeza en la piscina de El Olivar haciendo largos para cuidarme la espalda; salí corriendo del agua y mojado con el bañador, gorro y gafas puestas cogí el móvil para contarle a Esther rápidamente como lo íbamos a hacer para que no se me olvidara, luego seguí nadando a continuar el entrenamiento mucho más relajado.

Volviendo al asunto que nos ocupa, tocaba determinar si Aragón es una zona isoclimática, es decir ver si se podían agrupar las series de temperaturas en patrones de variabilidad mediante un análisis de conglomerados (clusters). La determinación de clusters es una técnica estadística que detecta patrones en las series de datos y ofrece posibles agrupaciones o similitudes entre diferentes elementos. Es decir, queremos ver si Aragón era única zona isoclimática, lo que no quiere decir que la temperatura sea igual en todas las estaciones sino que la variabilidad entre ellas es consistente, por entendernos, si es uno de los días de más calor en Jaca (Huesca), también será uno de los más calurosos en Calaceite (Teruel), aunque las temperaturas máximas sean diferentes. La solución a este problema pasa por un gráfico llamado dendograma que muestra cómo se agrupan las series y la distancia a la que se encuentran. Si esta distancia es aceptable, se fija como grupo, en nuestro caso la máxima distancia no fue elevada lo que nos permitió fijar Aragón como una única zona isoclimática.

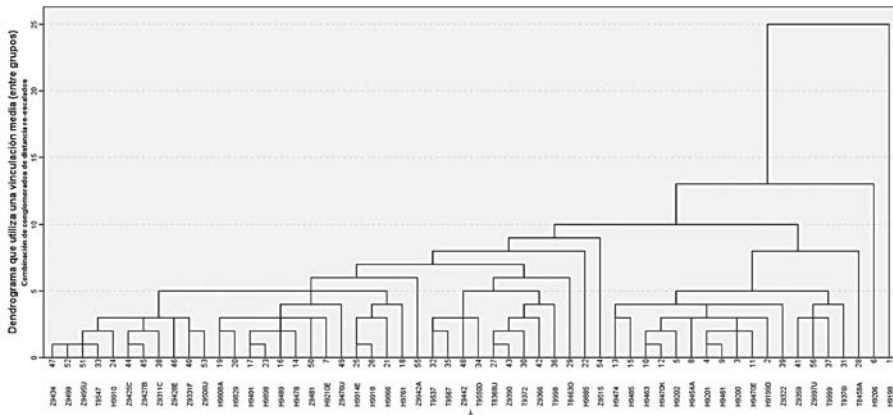


Figura 3. Dendrograma de series temporales de temperatura.

Finalmente para la selección de la estación representativa se buscó la estación (o combinación de estaciones) que nos explique un porcentaje elevado de la varia-

bilidad climática, es decir, que nos permita detectar de forma fiable que ese día es extremadamente caluroso. Para ello se emplea la técnica estadística de análisis factorial que indica con cuantas series explicamos un determinado porcentaje de la diferencia entre estaciones y el porcentaje que aporta cada serie. Es decir, buscamos la estación que mejor explique los cambios en las temperaturas diarias del conjunto o la estación que mejor explique el cambio diario de las temperaturas en Aragón. En nuestro caso las hadas fueron propicias y un único factor (estación) explica el 93,436% de la variabilidad total, siendo las estaciones con más peso Huesca-Monflorit en temperatura máxima y Pallaruelo de Monegros en mínima. El análisis conjunto de las correlaciones con el factor en diferentes momentos y con diferentes medidas determinó que la estación de referencia era Zaragoza-Aeropuerto con una correlación de 0,980 en temperatura máxima y de 0,974 en mínimas era la que presentaba mejor balance de todas, la que mejor se reflejaba con la realidad de la evolución de las temperaturas.

### **Relación entre exceso de temperaturas y mortalidad en Zaragoza**

En este punto se realizó un análisis de series temporales, que consiste en analizar series de datos que dependen del tiempo como la temperatura máxima y la mortalidad diaria. El objetivo de este punto es determinar cómo se comporta una serie y poder predecir los valores. Para ello se dispuso de las temperaturas máximas y mortalidad diaria del periodo 1987-2006 en Zaragoza (Roldán 2014).

El fundamento del análisis de series temporales fue determinar los componentes de la serie para poder estimar los valores esperados de una serie temporal de datos. Es decir, a partir de la serie temporal de mortalidad, estimar cuantos fallecimientos se pueden esperar cada día. Obviamente, en toda estimación se cometen errores, pero se puede comparar los fallecimientos esperados con los reales y calcular el error que se ha cometido. Este error es lo que se llama residuo, y es muy importante, si el residuo es muy grande quiere decir que hay un pico de mortalidad que no se atribuye al componente normal de una serie, es decir, un exceso de mortalidad anómalo que se puede relacionar con la temperatura máxima para ver si en los días de temperatura elevada existen picos de mortalidad.

Pero como todo en esta vida es relativo, se debe conocer cuánto tienen que crecer los residuos para ver si son grandes. En términos estadísticos decimos que cuando sea estadísticamente diferente de cero, por explicarlo pronto, será cuando el cero no se incluya dentro del 95% de todos los posibles valores que el azar nos puede calcular, eso en términos estadísticos se corresponde con el momento en que el Intervalo de Confianza (IC) al 95% no contenga el 0. Cuando eso sucede, se puede asumir que ese día el exceso de mortalidad existe y en el momento que se produce, se llama temperatura de disparo. La Figura 4 presenta la gráfica que nos apareció en el ordenador y establecía una temperatura de disparo de 38°C, el segundo y gran Eureka y la Figura 5 los resultados que aparecen en la publicación con el resultado global y por subperiodos temporales.



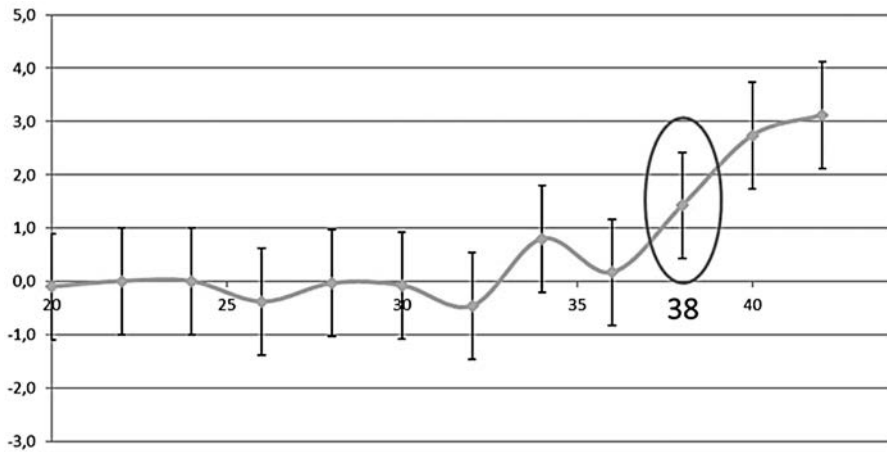


Figura 4. Descripción gráfica de la temperatura de disparo.

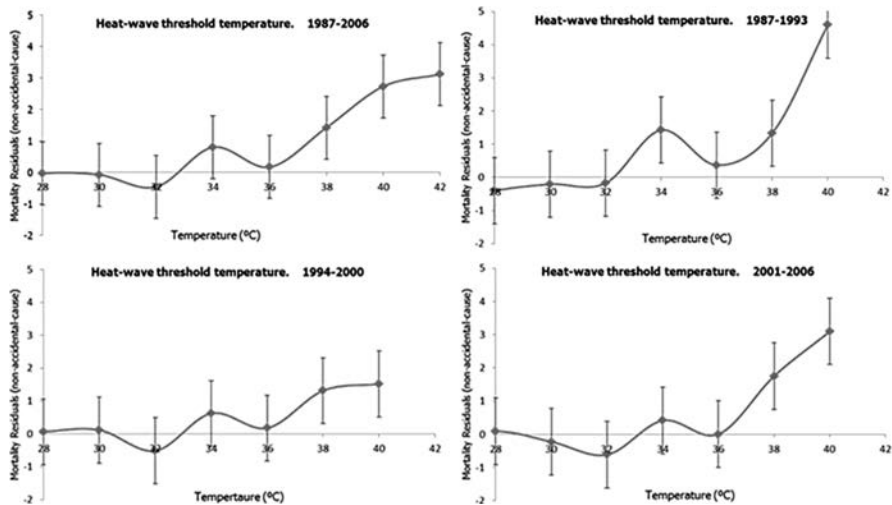


Figura 5. Gráficas de relación entre temperatura y exceso de mortalidad.

Una vez determinada la temperatura de disparo, se procede a analizar los retardos mediante una función de correlación cruzada. Los resultados nos dijeron que en el día cero la temperatura del día influye en la mortalidad del mismo día, en el día siguiente y en tres días y finalmente se da el efecto siega el día 7 con patologías de respuesta menos rápida.

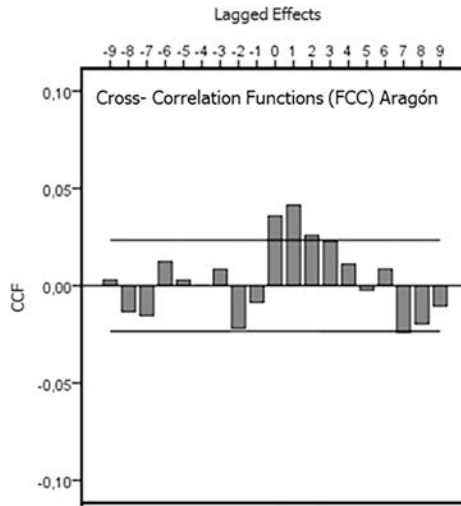


Figura 6. Establecimiento de retardos de mortalidad

Describiendo los efectos de las olas, se pudo comprobar que la primera ola del año supone el 34% de la mortalidad, es decir, es la peor y que las olas de calor de solo un día suponen un 36% de la mortalidad, es decir, son las peores. Igualmente, se pudo estimar a partir de la determinación de los parámetros de la serie mediante un análisis multivariante los parámetros que tienen influencia en la mortalidad. Con ello se pudo establecer que por cada  $^{\circ}\text{C}$  que incremente la temperatura sobre  $38^{\circ}\text{C}$  hay un porcentaje de fallecimientos atribuible a la temperatura extrema. Ese porcentaje es un 7% en el día, 10% en el día siguiente y 8% en el día 3, es decir, por cada  $^{\circ}\text{C}$  que se pase de  $38^{\circ}\text{C}$  un día de verano, existe un 25% de fallecimientos atribuibles a temperaturas extremas, que a mí personalmente me parece relevante.

### Impacto futuro de la relación entre temperatura y mortalidad

Una vez que se conoció la temperatura de disparo y su influencia en la mortalidad, se puede pensar que si se conoce la temperatura en el futuro se puede estimar la mortalidad y se pueden dotar partidas presupuestarias o implementar intervenciones que mitiguen sus efectos. Conocer la temperatura futura requiere de un conjunto complejo de modelizaciones que generan los llamados escenarios climáticos que en nuestro caso fueron aportados por la Fundación de Investigación del Clima y nos aportó estimaciones para los próximos 100 años. A partir de esas estimaciones, la temperatura de disparo, el RR calculado (ese 25% que me impresiona) y los datos de fallecimientos esperados del Instituto Nacional de Estadística se realizó una estimación de olas de calor futuras y fallecimientos que se presentan en la Tabla 1 y Tabla 2 (Roldán 2016).

En estas tablas se puede ver que la estimación es de un aumento de las olas de calor tanto en días como en número y los fallecimientos también lo van a hacer;

dependiendo del escenario considerado aparecen variaciones pero como veremos en el caso de 2023 nuestras estimaciones fueron bastante conservadoras.

Tabla 1. Estimación de media de días y número de olas de calor entre 2014-2099 en tres escenarios climáticos.

	ECHAM5 SRA1B		ECHAM5 SRA2		ECHAM5 SRB1	
	Heat-Waves Days	Number of Heat-Wave	Heat-Waves Days	Number of Heat-Wave	Heat-Waves Days	Number of Heat-Wave
2014-2021	5 ( $\pm 4.53$ )	3 ( $\pm 1.93$ )	5 ( $\pm 3.44$ )	3 ( $\pm 1.67$ )	5 ( $\pm 6.39$ )	3 ( $\pm 2.92$ )
2022-2030	9 ( $\pm 8.49$ )	4 ( $\pm 3.12$ )	6 ( $\pm 2.74$ )	4 ( $\pm 1.56$ )	6 ( $\pm 4.56$ )	3 ( $\pm 2.28$ )
2031-2040	11 ( $\pm 7.04$ )	6 ( $\pm 3.06$ )	8 ( $\pm 6.26$ )	4 ( $\pm 2.39$ )	7 ( $\pm 4.65$ )	4 ( $\pm 2.49$ )
2041-2050	17 ( $\pm 8.75$ )	8 ( $\pm 3.17$ )	13 ( $\pm 7.13$ )	6 ( $\pm 3.09$ )	8 ( $\pm 5.37$ )	4 ( $\pm 2.49$ )
2051-2060	16 ( $\pm 7.83$ )	8 ( $\pm 3.01$ )	20 ( $\pm 10.36$ )	8 ( $\pm 3.35$ )	9 ( $\pm 6.77$ )	5 ( $\pm 2.22$ )
2061-2070	35 ( $\pm 11.18$ )	13 ( $\pm 2.12$ )	22 ( $\pm 9.48$ )	10 ( $\pm 3.59$ )	17 ( $\pm 8.87$ )	8 ( $\pm 3.30$ )
2071-2080	33 ( $\pm 12.74$ )	12 ( $\pm 4.62$ )	30 ( $\pm 10.74$ )	13 ( $\pm 2.51$ )	20 ( $\pm 7.38$ )	8 ( $\pm 3.63$ )
2081-2090	40 ( $\pm 7.85$ )	13 ( $\pm 1.65$ )	43 ( $\pm 13.60$ )	15 ( $\pm 3.38$ )	23 ( $\pm 11.07$ )	10 ( $\pm 1.48$ )
2091-2099	46 ( $\pm 12.60$ )	15 ( $\pm 3.87$ )	51 ( $\pm 10.32$ )	14 ( $\pm 3.74$ )	34 ( $\pm 11.69$ )	12 ( $\pm 3.36$ )

Tabla 2. Fallecimientos medios esperados en 2014-21 atribuibles a olas de calor.

2014-2021	ESCENARIO ECHAM5		
	AM Media Anual	Límite inferior	Límite superior
A1B	34	14	51
A2	35	14	52
B1	40	16	62

## ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

Con fecha 2 de enero de 2024 se realizó una búsqueda bibliográfica en Pubmed con los siguientes descriptores “heat wave” and “spain” and (“mortality” or “morbidity”) y limitados en el tiempo a los últimos 10 años. La búsqueda devolvió 30 artículos de los que paso a comentar los aspectos principales de los que me parecieron más relevantes para analizar el estado actual de la investigación en la Tabla 3.

En la tabla se pueden ver los efectos de las olas de calor que comprenden muchos más aspectos que la mortalidad. La afección en otros elementos relacionados con la salud como son las visitas e ingresos en urgencias relacionadas con enfermedad de Alzheimer, Parkinson o demencia se han demostrado en varios estudios. Por ejemplo en el estudio de Culqui en 2017 que relacionaba los ingresos hospitalarios en pacientes con enfermedad de Alzheimer en Madrid en 2001-2009 con olas de calor, ruido y polutantes demostraba que las olas de calor aumentaban un 30% (RR=1,30) en el retardo 3 (tres días después de alcanzar la temperatura de disparo) los ingresos por enfermedad de Alzheimer.

Tabla 3. Artículos publicados recientemente sobre el efecto de las olas de calor en la salud en España

Referencia	Descripción	Principales resultados
Roye 2020	Estudio de los efectos de la intensidad de las olas de calor sobre la mortalidad en Barcelona, Bilbao, Madrid y Sevilla durante el período comprendido entre 1990 y 2014.	La intensidad de la ola condiciona la mortalidad, diferentes días de la ola presentan diferentes efectos en la mortalidad.
López-Bueno 2020	Estudio de diferentes factores que influyen en el impacto de las olas de calor, análisis por distritos.	Las olas de calor tuvieron diferente impacto en los distritos analizados. El nivel de ingresos, la existencia de unidades de aire acondicionado y el porcentaje de mayores de 65 años en el distrito se mantuvieron como variables que modulan el impacto de las olas de calor sobre la mortalidad diaria en el municipio de Madrid.
Díaz 2019	Estudio que analizaba el impacto que tendrán las altas temperaturas en la mortalidad a lo largo de los períodos 2021-2050 y 2051-2100 bajo un escenario climático de altas emisiones.	El valor medio de las temperaturas máximas diarias aumentará en 1,6°C en todo el periodo 2021-2050 y 3,3°C durante el período 2051-2100. La mortalidad anual general atribuible a altas temperaturas en España ascendería a 1.414 muertes/año (IC 95%: 1.089-1.771) en el periodo 2021-2050, ascendiendo a 12.896 muertes/año (IC 95%: 9852-15.976) en el período 2051-2100 en el caso de que no exista un proceso de adaptación al calor.
Sanz-Barberó 2018	Estudio de series temporales para analizar factores que influyen en la relación de violencia de género con olas de calor.	El riesgo de violencia de género aumentó tres días después de la ola de calor, los informes policiales aumentaron un día después y las llamadas a líneas de ayuda aumentaron cinco días después.
Carmona 2017	Estudio de determinación de zona isoclimáticas en la Comunidad de Madrid para mejorar los resultados de los planes de acción.	Dividir la Comunidad Autónoma de Madrid en tres zonas isoclimáticas: 'Norte', 'Central' y 'Sur' habría supuesto una posible disminución de la mortalidad de 73 personas (38-108) en la zona Norte, y abortar la activación innecesaria del plan 153 veces en la zona Centro y 417 veces en la zona Sur.
Culqui 2017	Relación de las visitas a urgencias con ingreso en pacientes con enfermedad de Alzheimer en Madrid en 2001-2009 con olas de calor, ruido y polutantes.	Las concentraciones de PM2.5 en el retardo 2 con un RR: 1,38 (IC 95%: 1,15-1,65); las olas de calor en el retardo 3 un RR: 1,30 (IC 95%: 1,12-1,52) se asociaron con los ingresos hospitalarios por enfermedad de Alzheimer.
Guo 2017	Estudio de 400 comunidades en 18 países con 12 tipos de olas de calor. Análisis de series temporales y meta-análisis.	Se asoció la ola de calor a la mortalidad; la mortalidad aumentaba con el umbral de temperatura de disparo y no se asoció con la duración de la ola; la mortalidad se afectó durante 3-4 días.

Referencia	Descripción	Principales resultados
Linares 2017	Estudio de los factores que pueden influir en los ingresos relacionados con demencia en 2001-2009.	El RR de admisiones demencia fue de 1,15 (IC 95%: 1,11-1,20) para un aumento de 1dB en ruido diario con retardo igual a 0. En el caso de temperatura máxima diaria, hubo un umbral de temperatura de 34°C, con RR de 1,19 (IC 95%: 1,09-1,30) con retardo 1. El nivel de ozono en el retardo 5 mostró un RR de 1,09 (IC 95%: 1,04-1,15) para un aumento de 10 µg/m <sup>3</sup> .
Arroyo 2016	Estudio del efecto de las olas de calor, la polución y el ruido en el nacimiento de infantes pre-término (<37 semanas)	Las partículas de 2,5 mm de diámetro, los niveles de ruido diurno y el nivel de ozono tienen un efecto a corto plazo en los nacimientos totales y las temperaturas altas en los partos prematuros en la ciudad de Madrid.
Carmona 2016	Estudio del impacto del frío en la mortalidad en las capitales de España a través de las temperaturas mínimas.	Los umbrales de temperatura mínima fueron más altos en las zonas costeras. El impacto del frío en la mortalidad en España por causas naturales presentó un RR=1,13 (IC 95%: 1,11-1,16), causas circulatorias RR=1,18 (IC 95%: 1,15-1,22) y respiratorias causa RR=1,24 (IC 95%: 1,20-1,29) ligeramente mayor que el obtenido hasta la fecha por calor. Los umbrales de mortalidad fueron -2°C en Zaragoza, -6°C en Huesca y -8°C en Teruel.
Linares 2016	Estudio de series temporales ajustado a modelos de Poisson para analizar la influencia de las olas de calor en ingresos y fallecimientos de pacientes con enfermedad de Parkinson en Madrid.	En la temperatura máxima diaria de 30°C los ingresos relacionados con la EP fueron mínimos; una temperatura de 34°C coincide con un aumento del número de ingresos. El RR de ingreso fue de 1,13 IC 95%: (1,03-1,23) en los retardos 1 y 5; y para la mortalidad RR fue 1,14 IC 95%: (1,01-1,28) en el retardo 3.
Basagaña 2015	Relación de las olas de calor con los choques de coches durante 2000-2011 en Cataluña.	El estudio incluyó 118.489 accidentes automovilísticos con un promedio de 64,1 por día. El riesgo estimado de accidentes aumentó significativamente en un 2,9% durante los días de ola de calor, y en un 7,7% cuando se limitó a los accidentes con factores asociados al desempeño del conductor.
Mirón 2015	Estudio de series temporales para establecer la variación en las causas de mortalidad en olas de calor.	Por cada grado que la temperatura máxima diaria superó los 37 °C, el aumento porcentual de la mortalidad por causas circulatorias fue del 19,3% en 1975-1985, del 30,3% en 1986-1996 y del 7,3 en 1997-2008. El aumento de la causa respiratoria osciló entre 12,4% en el primer período, 16,3% en el segundo y 13,7% en el último.

IC: Intervalo de confianza; RR: Riesgo relativo

Se puede ver también como la mortalidad está claramente relacionada con el calor en diferentes ciudades, con diferencias entre las áreas de las ciudades o comunidades autónomas lo que obliga a establecer claramente las zonas de misma evolución climática (zonas isoclimáticas) para evitar activar protocolos innecesarios o para diferenciar las temperaturas de disparo como publicaban Carmona et al en 2017. También se puede ver que las causas de mortalidad han cambiado con el tiempo (Mirón 2015) reduciéndose en los últimos años el peso de la mortalidad cardiovascular, no así la respiratoria.

Otros factores afectados son la presencia de violencia de género (Sanz-Barberó 2018) o los accidentes de coches (Basagaña 2015) lo que obliga a seguir investigando en los efectos que tienen las olas de calor, al igual que otros factores asociados como la contaminación o el ruido.

Finalmente concretando en Aragón, vemos que las temperaturas mínimas también influyen en la mortalidad. En el estudio de Carmona et al de 2016 se establecían los umbrales de mortalidad fueron -2°C en Zaragoza, -6°C en Huesca y -8°C en Teruel con un RR de 1,13 de fallecimiento. De esta manera en Zaragoza los días que la temperatura mínima baja de -2°C los fallecimientos aumentan en un 13% por cada grado que se baje de esa temperatura.

## SITUACIÓN EN ARAGÓN EN EL VERANO DE 2023

El Gobierno de Aragón a través del Servicio de Vigilancia en Salud Pública realiza tareas de seguimiento y prevención de problemas sanitarios relacionados con las olas de calor. Se publica anualmente un informe en el que se recogen datos relevantes al respecto. Revisando ligeramente el de 2023 se localiza lo siguiente (Gobierno de Aragón 2023). En primer lugar se presentan las temperaturas extremas y la estación de referencia, Tabla 4. En la tabla se puede ver la temperatura de disparo de las olas de calor en las tres provincias. En Zaragoza la más elevada por ser más cálida y en Huesca las más baja. También se pueden ver las estaciones de referencia para establecer esa temperatura.

*Tabla 4. Umbrales de referencia de impacto en salud por altas temperaturas (°C), por provincia*

Provincia	Temperatura disparo	Percentil	Estación de referencia
Huesca	34,5	83,8	9898-Huesca, Aeropuerto
Teruel	36,7	95	8368U - Teruel
Zaragoza	38,0	94,1	9434 - Zaragoza Aeropuerto

Siguiendo con la información publicada en dicho documento, entre el 1 de junio y el 15 de septiembre se superaba el umbral de temperatura máxima en Huesca 31 días, en Zaragoza 12 días y en Teruel 23 días. La mayoría de los días en los que se ha superado el umbral ha estado concentrada en las semanas 28-29 en Huesca (10-23 de julio) y Teruel y 33-34 en las tres provincias (14-27 de agosto). Continúa el

informe notificando que los fallecimientos atribuidos a altas temperaturas, fueron 147, ocurridos fundamentalmente en la semana 34 con 66 y en la semana 35 con 27 defunciones. La totalidad de las muertes atribuidas a altas temperaturas han ocurrido en mayores de 65 años y de ellas, el 77,5% fueron en mayores de 85 años.

Les comento por curiosidad, que en el caluroso verano de 2022 se superaba el umbral de temperatura máxima en Huesca 49 días, en Zaragoza 45 días y en Teruel 35 días, es decir 18 días más en Huesca, 33 días más en Zaragoza y 12 más en Teruel que en el verano de 2023, todo ello en 16 semanas de seguimiento (Gobierno de Aragón, 2022).

## REFLEXIÓN FINAL

De todo lo comentado y todo lo aprendido en este proceso que para mí empezó hace bastantes años me quedan sobre todo dos lecciones. La primera es que el efecto de las variables que nos rodean como el ruido, contaminación o temperatura condicionan la salud de las personas y en el escenario de cambio climático definido por Naciones Unidas más todavía; la segunda es que nuestro deber como investigadores es continuar nuestro trabajo para generar nueva evidencia que nos permita dar respuestas y sobre todo, generar nuevas preguntas.

Muchas gracias por su tiempo señoras y señores, ha sido un verdadero placer.

## REFERENCIAS

- Arroyo V, Díaz J, Ortiz C, Carmona R, Sáez M, Linares C. Short term effect of air pollution, noise and heat waves on preterm births in Madrid (Spain). *Environ Res.* 2016;145:162-8. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.11.034>.
- Basagaña X, Escalera-Antezana JP, Dadvand P, Llatje Ò, Barrera-Gómez J, Cunillera J, Medina-Ramón M, Pérez K. High Ambient Temperatures and Risk of Motor Vehicle Crashes in Catalonia, Spain (2000-2011): A Time-Series Analysis. *Environ Health Perspect.* 2015;123(12):1309-16. doi: 10.1289/ehp.1409223.
- Carmona R, Díaz J, Mirón IJ, Ortíz C, León I, Linares C. Geographical variation in relative risks associated with cold waves in Spain: The need for a cold wave prevention plan. *Environ Int.* 2016;88:103-11. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.12.027>.
- Carmona R, Linares C, Ortiz C, Mirón IJ, Luna MY, Díaz J. Spatial variability in threshold temperatures of heat wave mortality: impact assessment on prevention plans. *Int J Environ Health Res.* 2017;27(6):463-75. <https://doi.org/10.1080/09603123.2017.1379056>.
- Culqui DR, Linares C, Ortiz C, Carmona R, Díaz J. Association between environmental factors and emergency hospital admissions due to Alzheimer's disease in Madrid. *Sci Total Environ.* 2017 Aug 15;592:451-457. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.089>.
- Díaz J, Sáez M, Carmona R, Mirón IJ, Barceló MA, Luna MY, Linares C. Mortality attributable to high temperatures over the 2021-2050 and 2051-2100 time horizons in Spain: Adaptation and economic estimate. *Environ Res.* 2019;172:475-85. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.02.041>.
- Gobierno de Aragón. Vigilancia de los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud en Aragón. 17 de octubre de 2022. [Internet][Citado el 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.aragon.es/-/medio-ambiente>.

- Gobierno de Aragón. Vigilancia de los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud en Aragón. 19 de octubre de 2023. [Internet] [Citado el 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.aragon.es/-/medio-ambiente>
- Guo Y, Gasparrini A, Armstrong BC, Tawatsupa B, Tobias A, Lavigne E et al. Heat Wave and Mortality: A Multicountry, Multicommunity Study. *Environ Health Perspect.* 2017;125(8):087006. <https://doi.org/10.1289/EHP1026>.
- Linares C, Culqui D, Carmona R, Ortiz C, Díaz J. Short-term association between environmental factors and hospital admissions due to dementia in Madrid. *Environ Res.* 2017 Jan;152:214-220. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.10.020>.
- Linares C, Martínez-Martín P, Rodríguez-Blázquez C, Forjaz MJ, Carmona R, Díaz J. Effect of heat waves on morbidity and mortality due to Parkinson's disease in Madrid: A time-series analysis. *Environ Int.* 2016;89-90:1-6. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.01.017>.
- López-Bueno JA, Díaz J, Sánchez-Guevara C, Sánchez-Martínez G, Franco M, Gullón P, Núñez Peiró M, Valero I, Linares C. The impact of heat waves on daily mortality in districts in Madrid: The effect of sociodemographic factors. *Environ Res.* 2020 Nov;190:109993. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109993>.
- Mirón IJ, Criado-Alvarez JJ, Díaz J, Linares C, Mayoral S, Montero JC. 2008. Time trends in minimum mortality temperatures in Castile-La Mancha (Central Spain): 1975-2003. *International Journal of Biometeorology*; 52:291-299.
- Mirón IJ, Linares C, Montero JC, Criado-Alvarez JJ, Díaz J. Changes in cause-specific mortality during heat waves in central Spain, 1975-2008. *Int J Biometeorol.* 2015;59(9):1213-22. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0933-2>.
- Mirón IJ, Montero JC, Criado-Álvarez JJ, Mayoral S, Díaz J, Linares C. 2007. Evolución de los efectos de las temperaturas máximas sobre la mortalidad por causas orgánicas en Castilla-La Mancha de 1975 a 2003. *Revista Española de Salud Pública*; 81:375-385.
- Montero JC, Mirón IJ, Criado JJ, Linares C, Díaz J. 2010a. Comparison between two methods of defining heat waves: a retrospective study in Castile-La Mancha (Spain). *Science of the Total Environment*; 408:1544-1550.
- Montero JC, Mirón IJ, Criado-Álvarez JJ, Linares C, Díaz J. 2012. Influence of local factors in the relationship between mortality and heat waves: Castile-La Mancha (1975-2003). *Science of the Total Environment*; 414:73-80.
- Organización de Naciones Unidas. Acción por el clima. 2023. [Internet] [Citado el 7 de enero de 2024] Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange>.
- Roldán E, Gómez M, Pino MR, Díaz J. The impact of extremely high temperatures on mortality and mortality cost. *Int J Environ Health Res.* 2014;7:1-11. <https://doi.org/10.1080/09603123.2014.938028>
- Roldán E, Gómez M, Pino MR, Esteban E, Díaz J. Determinación de zonas isotérmicas y selección de estaciones meteorológicas representativas en Aragón como base para la estimación del impacto del cambio climático sobre la posible relación entre mortalidad y temperatura. *Rev Esp Salud Pública* 2011; 85: 603-10.
- Roldán E, Gómez M, Pino MR, Esteban E, Díaz J. Efectos de las temperaturas extremadamente elevadas sobre la mortalidad diaria total en Aragón. *Gac Sanit.* 2012; 26:81.
- Roldán E, Gómez M, Pino MR, Pórtoles J, Linares C, Díaz J. The effect of climate-change-related heat waves on mortality in Spain: uncertainties in health on a local scale. *Stoch Environ Res Risk Assess.* 2016;30(3):831-9.
- Royé D, Codesido R, Tobías A, Taracido M. Heat wave intensity and daily mortality in four of the largest cities of Spain. *Environ Res.* 2020;182:109027. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.109027>.
- Sanz-Barbero B, Linares C, Vives-Cases C, González JL, López-Ossorio JJ, Díaz J. Heat wave and the risk of intimate partner violence. *Sci Total Environ.* 2018;644:413-9. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.368>.
- Witte D, Bots ML, Hoes AW, Grobbee DE. Cardiovascular mortality in Dutch men during 1996 European football championship: longitudinal population study. *BMJ* 2000;321:1552-4.



Edición patrocinada por:



Colegio  
Oficial  
Farmacéuticos  
Zaragoza