

**COLABORACIÓN ESPECIAL****PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN DEL ATLAS DE MORTALIDAD  
DE LAS CAPITALES DE PROVINCIA DE ANDALUCÍA Y CATALUÑA  
(PROYECTO AMCAC) (\*)**

**Ricardo Ocaña-Riola (1), Marc Saez (2), Carmen Sánchez-Cantalejo (1), Maria Antònia Barceló (2), Alberto Fernández (1) y Carme Saurina (2) en representación del Grupo AMCAC**

(1) Grupo de Investigación DEMAP (Distribución Espacial de la Morbi-mortalidad en Áreas Pequeñas). Escuela Andaluza de Salud Pública (Granada).

(2) Grup de Recerca en Estadística, Economia Aplicada i Salut (GRECS). Universitat de Girona (Girona).

(\*) Investigación financiada por el Fondo de Investigación Sanitaria (Expedientes 02/1308 y 02/0735), la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía (Expediente 128/02) y la Red de Centros de Investigación en Epidemiología y Salud Pública (RCESP).

**RESUMEN**

El propósito de este trabajo es dar a conocer el proyecto multicéntrico AMCAC, que tiene como objetivos describir la distribución geográfica de la mortalidad por todas las causas en las secciones censales de las capitales de provincia de Andalucía y Cataluña durante el periodo 1992-2002 y 1994-2000 respectivamente, así como estudiar la relación entre las características sociodemográficas de las secciones censales y la mortalidad.

Es un estudio ecológico donde la unidad de análisis es la sección censal. Se analizarán los datos relativos a 298.731 individuos (152.913 hombres y 145.818 mujeres) fallecidos en las ciudades de Almería, Barcelona, Cádiz, Córdoba, Girona, Granada, Huelva, Jaén, Lleida, Málaga, Sevilla y Tarragona durante los periodos de estudio.

La variable dependiente es el número de muertes observadas por sección censal. Las variables independientes son el porcentaje de desempleo, de analfabetismo y de trabajadores manuales. La estimación del riesgo relativo suavizado y el estudio de la relación entre las características sociodemográficas de las secciones censales y la mortalidad se realizará para cada ciudad y sexo mediante el modelo Besag-York-Mollie.

La difusión de los resultados ayudará a mejorar y ampliar los conocimientos sobre la salud de la población, siendo un punto de partida importante para conocer la influencia de variables contextuales en la salud de la población urbana.

**Palabras clave:** Mortalidad. Áreas Fronterizas. Factores Socioeconómicos. Análisis de Bayes. Perspectiva de Privación.

Correspondencia:  
Ricardo Ocaña-Riola  
Escuela Andaluza de Salud Pública  
Campus Universitario de Cartuja  
Cuesta del Observatorio, 4  
Apdo. de Correos 2070  
Correo electrónico: ricardo.ocana.easp@juntadeandalucia.es

**ABSTRACT****Research Protocol for the Mortality  
Atlas of the Provincial Capitals  
of Andalusia and Catalonia  
(AMCAC Project)**

The aim of this work is to make known the multicentric project AMCAC, whose objective is to describe the geographical distribution of mortality from all causes in census groups of the provincial capitals of Andalusia and Catalonia during 1992-2002 and 1994-2000 respectively, and to study the relationship between the sociodemographic characteristics of the census groups and mortality. This is an ecological study in which the analytical unit is the census group. The data correspond to 298,731 individuals (152,913 men and 145,818 women) who died during the study periods in the towns of Almeria, Barcelona, Cadiz, Cordoba, Girona, Granada, Huelva, Jaen, Lleida, Malaga, Seville and Tarragona during the study periods. The dependent variable is the number of deaths observed per census group. The independent variables are the percentage of unemployment, illiteracy and manual workers. Estimation of the moderated relative risk and the study of the associations among the sociodemographic characteristics of the census groups and the mortality will be done for each town and each sex using the Besag-York-Mollie model. Dissemination of the results will help to improve and broaden knowledge about the population's health, and will provide an important starting point to establish the influence of contextual variables on the health of urban populations.

**Key words:** SBorder Areas. Socioeconomic Factors. Bayesian Analysis. Perspective of Privation.

## INTRODUCCIÓN

Durante años, los estudios ecológicos de mortalidad en áreas pequeñas han jugado un importante papel en la formulación de hipótesis causales y etiología de las enfermedades<sup>1,2</sup>. La información procedente de ellos ha puesto de manifiesto diferencias en la mortalidad entre áreas geográficas de distintos países e incluso entre regiones dentro de un mismo país, resultados que han sido puntos de partida importantes para el diseño de estudios sobre factores de riesgo y el establecimiento de políticas sanitarias específicas<sup>3</sup>.

Estudios realizados en España sobre variaciones geográficas de la mortalidad han mostrado diferencias entre las distintas provincias y municipios<sup>4,6</sup>, lo que hace suponer que algunos factores locales podrían explicar parte de estos patrones de mortalidad en nuestro entorno. De ellos, el nivel socioeconómico ocupa un lugar relevante. Algunos estudios llevados a cabo en nuestro país han mostrado que las áreas con un nivel cultural y económico alto presentan tasas de mortalidad más bajas que las poblaciones menos desarrolladas y con bajo nivel cultural<sup>7, 8</sup>, obteniendo conclusiones similares a las de otros trabajos internacionales<sup>9</sup>.

La explicación a este hecho puede encontrarse fundamentalmente en la relación existente entre los indicadores de nivel socioeconómico y las exposiciones ambientales, exposiciones laborales, dieta, tabaco, alcohol y accesibilidad a los servicios sanitarios, entre otros, que intervienen de forma directa en la salud de la población<sup>9, 10</sup>.

Andalucía y Cataluña son las Comunidades Autónomas con mayor número de habitantes, constituyendo el 34% de la población de España según las últimas cifras oficiales del Instituto Nacional de Estadística (INE)<sup>11</sup>.

Con 7.687.518 habitantes, Andalucía es la Comunidad Autónoma española con mayor

población<sup>11</sup>, habiendo registrado durante el año 2002 el 17% de todas las muertes ocurridas en nuestro país<sup>12</sup>. Las diferencias de mortalidad encontradas entre provincias en estudios específicos de Andalucía han sido nuevamente puestas de manifiesto en publicaciones recientes que muestran un exceso de mortalidad total y por causas específicas en varios municipios andaluces<sup>4, 13</sup>, siendo Cádiz, Huelva y Sevilla las provincias que presentan mayor riesgo de muerte con respecto al resto de España<sup>6</sup>.

Cataluña cuenta con 6.813.319 habitantes en el año 2004<sup>11</sup>. Según las últimas cifras oficiales del INE, el 16% de todas las muertes españolas se producen en esta Comunidad Autónoma<sup>12</sup>. Aunque Girona y Barcelona son las provincias que presentan un menor riesgo de muerte con respecto al resto de España<sup>6</sup>, en porcentaje de muertes totales Cataluña representa una de las principales contribuyentes (Andalucía con casi un millón de habitantes más presenta un porcentaje muy similar)<sup>12</sup>. Por otra parte, la tasa de mortalidad por 1.000 habitantes en Cataluña en el año 2003 fue de 9,11 (9,47 hombres y 8,76 mujeres), variando entre 8,88 (Tarragona) y 11,29 (Lleida). Girona presentó una tasa de 9,23 y Barcelona de 10,95<sup>14</sup>. Es posible que estas cifras reflejen una población relativamente más envejecida que en el resto de comunidades autónomas (un 17% de la población tiene más de 65 años y un 14% menos de 15 años). Sin embargo, Cataluña fue la tercera Comunidad Autónoma (después de Andalucía y Madrid) con mayor crecimiento vegetativo.

Estos hechos, junto con la importancia de los factores socioeconómicos y culturales en el patrón geográfico de la mortalidad, hacen interesante el estudio de las variaciones geográficas producidas entre las secciones censales de las capitales de provincia de Andalucía y Cataluña, nivel más bajo de desagregación al que es posible acceder. La descripción de estos patrones en grandes ciudades podrá fomentar el desarrollo de políticas

sanitarias para la disminución de desigualdades y la mejora de la salud de la población en términos de mortalidad, hecho que supondría un logro importante para la Salud Pública de las dos Comunidades Autónomas más importantes de nuestro país en cuanto a número de habitantes.

En este contexto surge el proyecto AMCAC (Atlas de Mortalidad de las Capitales de provincia de Andalucía y Cataluña) cuyo objetivo es analizar la distribución geográfica de la mortalidad por todas las causas en las secciones censales de las capitales de provincia de ambas Comunidades Autónomas, identificando además los factores socioeconómicos que pueden explicar parte de la variabilidad de la mortalidad.

El estudio constituirá una aportación relevante para la identificación de secciones censales con mayores tasas de mortalidad, pudiendo ser el punto de partida para formular hipótesis de asociación o etiológicas y desarrollar futuros trabajos orientados a la detección de factores de riesgo específicos.

## SUJETOS Y MÉTODO

**Diseño:** Estudio ecológico en el que la unidad de análisis es la sección censal.

**Emplazamiento:** Capitales de provincia de Andalucía (ciudades de Almería, Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga y Sevilla) y capitales de provincia de Cataluña (ciudades de Barcelona, Girona, Lleida y Tarragona).

**Sujetos de estudio:** Para llevar a cabo el estudio se analizarán un total de 298.731 individuos fallecidos en las 12 ciudades mencionadas, de los cuales 152.913 son hombres y 145.818 mujeres. De todas las defunciones, 188.983 (97.278 hombres y 91.705 mujeres) se produjeron en las capitales de provincia de Andalucía durante el periodo 1992-2002 y 109.748 (55.635 hom-

bres y 54.113 mujeres) en las capitales de provincia de Cataluña durante el periodo 1994-2000. La distribución por ciudades se muestra en la Tabla 1.

**Variabes:** Para cada ciudad, la variable dependiente será el número de muertes observadas por sección censal. Como variables independientes se recogerán los siguientes indicadores socioeconómicos:

- a) Trabajadores manuales: Número de trabajadores que realizan su actividad en las categorías PF15, PF16, PF17, PF18, PF19 y FP12 de la clasificación de profesiones por cada 100 personas ocupadas. Estas categorías están constituidas respectivamente por trabajadores especializados en la construcción, trabajadores especializados de la minería y la metalurgia, trabajadores especializados del resto de las industrias, operadores de instalaciones y maquinaria, trabajadores no especializados y resto de trabajadores de los servicios.
- b) Desempleo: Número de desempleados por cada 100 personas activas.
- c) Analfabetismo: Número de analfabetos por cada 100 personas mayores de 10 años.

**Recogida de datos y fuentes de Información:** Los datos de mortalidad procederán de la Consejería de Salud de cada Comunidad Autónoma. A partir de la dirección postal de fallecimiento se asignará una única sección censal a cada caso, utilizando el callejero y seccionado censal de 1991 proporcionado por el INE. Las defunciones serán agrupadas a continuación por sección censal, grupos quinquenales de edad y sexo. Las variables socioeconómicas y cifras de población se obtendrán del Censo de Población, Viviendas y Hogares realizado por el INE en 1991.

**Tabla 1**  
**Distribución de la población y mortalidad en las capitales de provincia de Andalucía y Cataluña**

Andalucía	Secciones censales <sup>1</sup>	Población <sup>1</sup>			Número de muertes (1992-2002)		
		Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Almería	105	75.114	80.006	155.120	6.799	5.941	12.740
Cádiz	97	74.964	79.383	154.347	6.758	6.231	12.989
Córdoba	193	145.603	156.551	302.154	12.508	11.610	24.118
Granada	174	120.325	134.887	255.212	10.563	10.252	20.815
Huelva	88	69.112	73.435	142.547	5.726	5.283	11.009
Jaén	71	49.890	53.370	103.260	4.402	3.867	8.269
Málaga	386	251.596	270.512	522.108	22.012	20.641	42.653
Sevilla	442	327.628	355.400	683.028	28.510	27.880	56.390
Todas las ciudades	1.556	1.114.232	1.203.544	2.317.776	97.278	91.705	188.983
Cataluña	Secciones censales <sup>1</sup>	Población <sup>1</sup>			Número de muertes (1994-2000)		
		Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Barcelona	1.813	775.983	867.559	1.643.542	46.956	46.733	93.689
Girona	47	32.994	35.662	68.656	1.922	1.751	3.673
Lleida	74	54.783	57.310	112.093	3.584	2.918	6.502
Tarragona	80	54.013	56.140	110.153	3.173	2.711	5.884
Todas las ciudades	2.014	917.773	1.016.671	1.934.444	55.635	54.113	109.748

<sup>1</sup> Fuente: Censo de Población, Viviendas y Hogares de 1991

**Análisis estadístico de datos:** Para cada sección censal se calculará el número de muertes esperadas en hombres y mujeres ajustado por grupos quinquenales de edad. Para las ciudades andaluzas se tomará como referencia la población de Andalucía en 1991. Para las ciudades catalanas la población de referencia será la de Cataluña en 1991. La Razón de Mortalidad Estandarizada (RME) se estimará como el cociente entre el número de casos observados y esperados<sup>15</sup>.

Para el suavizado de la RME se utilizará el modelo propuesto por Besag, York and Mollié (BYM)<sup>16, 17</sup>. Este modelo puede ser especificado de la forma:

$$O_m \rightarrow \text{Poisson}(\vartheta_m E_m)$$

$$\log(\vartheta_m) = \beta_0 + u_m + v_m$$

donde  $O_m$  es el número de muertes observadas en la sección censal  $m$ ,  $E_m$  el número de

casos esperados,  $\vartheta_m$  el riesgo relativo y  $\beta_0$  una constante. El modelo presenta además dos efectos aleatorios definidos por  $u_m$  y  $v_m$ . El primero es un efecto con estructura espacial que explica la agrupación de casos en torno a la sección censal. El segundo es un término aleatorio no estructurado que explica la heterogeneidad entre áreas. Ambos efectos presentan la restricción  $\sum u_m = \sum v_m = 0$  usual en los modelos CAR (*Conditional Autoregressive models*).

La distribución a posteriori del riesgo relativo se obtendrá definiendo distribuciones a priori Normales sobre los hiperparámetros de la parte aleatoria del modelo y una distribución impropia sobre la constante. Los estimadores del riesgo se obtendrán mediante algoritmos *Markov Chain Monte Carlo* (MCMC). La bondad de ajuste de los modelos se medirá mediante el estadístico *Deviance Information Criterion* (DIC). El programa informático utilizado para el análisis será WinBUGS 1.4 con 1.000 iteracio-

Figura 1

Ciudades incluidas en el proyecto AMCAC



nes de calentamiento (*burn-in*) y al menos 10.000 actualizaciones posteriores. La convergencia de las estimaciones se asegurará utilizando dos cadenas mediante el estadístico Gelman-Rubin modificado por Brooks and Gelman<sup>18</sup>.

En cada ciudad se estimará un modelo para hombres y otro para mujeres. Los riesgos relativos suavizados se representarán sobre un mapa de las secciones censales de la ciudad. El Sistema de Información Geográfica utilizado será ArcView.

La inclusión de las variables independientes en el modelo BYM permitirá estudiar la relación entre las características socioeconómicas de la sección censal y la mortalidad, analizando hombres y mujeres de forma separada.

## COMENTARIOS

**Limitaciones del estudio:** La estadística espacial aplicada al ámbito sanitario puede ser el punto de partida de un plan de análisis estratégico orientado a mejorar la salud de la población. Independientemente de los modelos o métodos de estimación utilizados en el análisis, es importante señalar que estas técnicas son capaces de describir el patrón geográfico de la mortalidad, pero no permiten explicar las causas por las que el riesgo es más elevado en ellas. Para alcanzar este objetivo será necesario realizar estudios específicos en los que se analice con detalle factores de riesgo individuales y ambientales relacionados con la mortalidad.

En este tipo de estudios los posibles cambios de residencia de la población a través del tiempo podría constituir un sesgo de clasificación en la exposición de los sujetos. La ausencia de sistemas de información dinámicos y la inaccesibilidad a datos censales individuales debido a la confidencialidad de la información hace inviable el control de un sesgo de estas características. A pesar de

ello, el patrón geográfico de la mortalidad detectado en nuestras ciudades contribuirá a la ampliación del conocimiento sobre la salud de la población y a la mejora del diseño de estrategias de intervención sanitaria en el ámbito urbano.

Si bien es cierto que el Censo de Población de 2001 podría dar información más actualizada sobre las cifras de población y variables socioeconómicas, los periodos de estudio utilizados para la mortalidad hacen aconsejable utilizar 1991 como año de referencia. De no ser así se obtendría una caracterización socioeconómica actual del entorno en el que vivieron personas que fallecieron en el pasado, rompiendo la secuencia temporal causa-efecto.

La correspondencia entre las direcciones de defunción y el callejero de las ciudades podría plantear problemas en la asignación de secciones censales si la información registrada en las bases de datos de mortalidad fuese incompleta. Nombres de calles erróneos, números ausentes y otras incidencias complicarían la tarea de geocodificación de la mortalidad, sin embargo la experiencia en otros estudios hace suponer que estas situaciones no serán muy frecuentes.

Dado el interés suscitado en los últimos años por los estudios ecológicos, y en particular por los mapas geográficos de distribución de enfermedades, la utilización de modelos estadísticos complejos para este tipo de estudios es cada vez más frecuente. Aunque existen otros métodos, quizás sean los modelos bayesianos los que ofrecen un tratamiento más adecuado para el análisis geográfico de la mortalidad dada su capacidad para detectar tanto la heterogeneidad entre pequeñas áreas como la formación de clusters o agrupaciones de casos<sup>19</sup>. Numerosos estudios publicados en los últimos años muestran la potencia y utilidad de estos métodos en el campo de la epidemiología descriptiva, siendo de gran utilidad en la investigación de exposiciones ambientales<sup>20</sup>.

### Aplicabilidad práctica

Un estudio de estas características permitirá conocer la distribución de la mortalidad en las secciones censales de las capitales de provincia de Andalucía y Cataluña. Supondrá una aportación relevante para la planificación de recursos sanitarios y actuaciones políticas y sociales. Constituirá, además, un elemento de apoyo para la mejora de los programas de prevención y el estudio de desigualdades en pequeñas áreas geográficas, siendo un punto de partida importante para la investigación de factores etiológicos.

La difusión de los resultados ayudará a mejorar y ampliar los conocimientos sobre la salud de nuestra población, contribuyendo a garantizar una protección sanitaria centra-

da en la prevención y planificación de recursos sanitarios.

El proyecto sentará las bases metodológicas para el desarrollo de futuras investigaciones sobre causas específicas de mortalidad por secciones censales en Andalucía y Cataluña. Los resultados obtenidos constituirán el primer Atlas de Mortalidad de las capitales de provincia analizadas, publicación de interés general para políticos, gestores y profesionales sanitarios. La continuidad de las investigaciones sobre la distribución geográfica de la mortalidad por causas y su relación con las características socioeconómicas de las áreas constituye uno de los principales objetivos del grupo AMCAC y de los proyectos coordinados en los que está integrado.

#### Anexo 1

##### Miembros del Grupo AMCAC por orden alfabético

Maria Antònia Barceló. Grup de Recerca en Estadística, Economia Aplicada i Salut (GRECS). Universitat de Girona (Girona)

Joan Benach. Departament de Medicina Preventiva i Salut Pública. Universitat Pompeu Fabra (Barcelona)

Antonio Daponte. Salud Pública. Escuela Andaluza de Salud Pública (Granada)

Alberto Fernández. Salud Pública. Escuela Andaluza de Salud Pública (Granada)

Cristina Fernández. Documentación Sanitaria. Escuela Andaluza de Salud Pública (Granada)

Javier García. Servicio de Información y Evaluación. Consejería de Salud de la Junta de Andalucía (Sevilla)

Aitana Lertxundi. Grup de Recerca en Estadística, Economia Aplicada i Salut (GRECS) Universitat de Girona (Girona)

Joan Carles March. Salud Pública. Escuela Andaluza de Salud Pública (Granada)

José Miguel Martínez. Departament de Medicina Preventiva i Salut Pública. Universitat Pompeu Fabra (Barcelona)

Ricardo Ocaña-Riola. Estadística. Escuela Andaluza de Salud Pública (Granada)

Miguel Ruiz. Consejería de Salud de la Junta de Andalucía (Sevilla)

Marc Saez. Grup de Recerca en Estadística, Economia Aplicada i Salut (GRECS) Universitat de Girona (Girona)

Escuela Andaluza de Salud Pública (Granada)

Carmen Sánchez-Cantalejo. Estadística

Carme Saurina. Grup de Recerca en Estadística, Economia Aplicada i Salut (GRECS) Universitat de Girona (Girona)

## BIBLIOGRAFÍA

1. Elliot P. Small-area studies. En: Bertollini R et al (eds). *Environmental epidemiology: exposure and disease*. New York: WHO-CRC Press; 1996.
2. Elliott P, Wakefield JC, Best NG, Briggs DJ (eds). *Spatial Epidemiology*. New York: Oxford University Press; 2000.
3. Gundersen L. Mapping it out: using atlases to detect patterns in health care, disease and mortality. *Ann Intern Med* 2000; 133: 161-164.
4. Ruíz M, Viciana F. Atlas de mortalidad por causas. Andalucía, 1983-1992. Sevilla: Consejería de Salud; 1995.
5. López-Abente G, Pollán M, Escolar A, Errezola M, Abraira V. Atlas de mortalidad por cáncer y otras causas en España, 1978-1992. Madrid: Fundación Científica de la Asociación Española Contra el Cáncer; 1996.
6. Benach J et al. Atlas de mortalidad en áreas pequeñas en España, 1987-1995. Barcelona: Universidad Pompeu Fabra; 2001.
7. Benach J, Yasui Y. Geographical patterns of excess mortality in Spain explained by two indices of deprivation. *Journal of Epidemiology and Community Health* 1999; 53: 423-31.
8. Arias A et al. Desigualdades en salud en Barcelona y Valencia. *Medicina Clínica* 1993; 100: 281-7.
9. Townsend P, Phillimore P, Beattie A. Health and deprivation. *Inequality and the North*. London: Routledge; 1988.
10. Faggiano F, Partanen T, Kogevinas M, Boffetta P. Socioeconomic differences in cancer incidence and mortality. In: *Social inequalities and cancer*. Kogevinas M, Pearce N, Susser M, Boffetta P (eds). IARC Scientific Publications No. 138. Lyon: IARC; 1997.
11. INE. España en cifras 2005. Madrid: INE; 2005.
12. INE. Defunciones según la causa de muerte 2002. Madrid: INE; 2004.
13. Ruiz M, Canto VD. Distribución espacial y tendencia de la mortalidad por cáncer y otras causas. Sevilla: Consejería de Salud; 1998.
14. Servei d'Informació i Estudis. Anàlisi de la Mortalitat a Catalunya, 2003. Barcelona: Departament de Salut, Generalitat de Catalunya; 2005.
15. Rothman KJ, Greenland S. *Modern epidemiology*. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998.
16. Besag J, York J, Mollié A. Bayesian image restoration with applications in spatial statistics (with discussion). *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* 1991; 43: 1-59.
17. Mollié A. Bayesian mapping of disease. En: Gilks WR, Richardson S, Spiegelhalter DJ (eds). *Markov Chain Monte Carlo in Practice*. New York: Chapman & Hall; 1996.
18. Spiegelhalter D, Thomas A, Best N, Lunn D. *WinBUGS User Manual (Version 1.4)*. Cambridge: MRC Biostatistics Unit; 2003.
19. Bernardinelli L, Montomoli C, Ghislandi, Pascutto C. Bayesian analysis of ecological studies. *Epidemiologia e Prevenzione* 1995; 19: 175-89.
20. Bertollini R, Lebowitz M, Saracci R, Savitz D. *Environmental Epidemiology, Exposure and Disease*. New York: WHO-CRC Press; 1996.