



Revista Española de Salud Pública

ISSN: 1135-5727

resp@msc.es

Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e
Igualdad
España

Ocaña-Riola, Ricardo; Mayoral-Cortés, José María; Sánchez-Cantalejo, Carmen; Toro-Cárdenas, Silvia; Fernández-Ajuria, Alberto; Méndez-Martínez, Camila
Atlas interactivo de mortalidad en Andalucía (AIMA)

Revista Española de Salud Pública, vol. 82, núm. 4, julio-agosto, 2008, pp. 379-394
Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad
Madrid, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17082403>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

COLABORACIÓN ESPECIAL

ATLAS INTERACTIVO DE MORTALIDAD EN ANDALUCÍA (AIMA)

Ricardo Ocaña-Riola (1), José María Mayoral-Cortés (2), Carmen Sánchez-Cantalejo (1), Silvia Toro-Cárdenes (1), Alberto Fernández-Ajuría (1) y Camila Méndez-Martínez (2)

(1) Escuela Andaluza de Salud Pública. Granada.

(2) Consejería de Salud de la Junta de Andalucía. Sevilla.

RESUMEN

Los atlas de mortalidad publicados hasta la fecha son estáticos. La mayoría describen la distribución geográfica de la mortalidad agrupando datos de varios años y usando razones de mortalidad estandarizadas que resumen la mortalidad de todos los grupos de edad. Sin embargo, esta metodología presenta limitaciones para estudiar cambios temporales en la distribución geográfica de la mortalidad o diferencias entre grupos etarios.

Aplicando una metodología alternativa surge el Atlas Interactivo de Mortalidad en Andalucía (AIMA), un Sistema de Información Geográfica dinámico que permite visualizar en *web-site* más de 12.000 mapas y 338.000 gráficos de tendencias correspondientes a la distribución espacio-temporal de las principales causas de muerte en Andalucía por grupos de edad y sexo desde 1981.

El objetivo de este trabajo es describir la metodología utilizada para el desarrollo de AIMA, dar a conocer sus características y especificaciones técnicas y mostrar las posibilidades interactivas que ofrece. El sistema está disponible en el hipervínculo *productos* de www.demap.es.

AIMA es el primer SIG interactivo de estas características implementado en España. Para el análisis de datos se han utilizado modelos jerárquicos bayesianos espacio-temporales, integrando posteriormente los resultados en *web-site* utilizando entorno PHP y cartografía dinámica en formato Flash.

La selección de mapas temáticos muestra el carácter dinámico de la distribución geográfica de la mortalidad, con un patrón diferente para cada año, grupo de edad y sexo. La información contenida actualmente en este sistema y las futuras actualizaciones contribuirán a la reflexión sobre el pasado, presente y futuro de la salud en Andalucía.

Palabras clave: Análisis de Bayes. Atlas geográfico. Morbilidad. Indicadores de salud. Informática médica. Mortalidad. Presentación de Datos. Sistemas de información geográfica.

ABSTRACT

Interactive Mortality Atlas in Andalusia, Spain (AIMA)

Until now, mortality atlases have been static. Most of them describe the geographical distribution of mortality using count data aggregated over time and standardized mortality rates. However, this methodology has several limitations. Count data aggregated over time produce a bias in the estimation of death rates. Moreover, this practice difficult the study of temporal changes in geographical distribution of mortality. On the other hand, using standardized mortality hamper to check differences in mortality among groups.

The Interactive Mortality Atlas in Andalusia (AIMA) is an alternative to conventional static atlases. It is a dynamic Geographical Information System that allows visualizing in *web-site* more than 12.000 maps and 338.000 graphics related to the spatio-temporal distribution of the main death causes in Andalusia by age and sex groups from 1981.

The objective of this paper is to describe the methods used for AIMA development, to show technical specifications and to present their interactivity. The system is available from the link *products* in www.demap.es.

AIMA is the first interactive GIS that have been developed in Spain with these characteristics. Spatio-temporal Hierarchical Bayesian Models were used for statistical data analysis. The results were integrated into web-site using a PHP environment and a dynamic cartography in Flash.

Thematic maps in AIMA demonstrate that the geographical distribution of mortality is dynamic, with differences among year, age and sex groups. The information nowadays provided by AIMA and the future updating will contribute to reflect on the past, the present and the future of population health in Andalusia.

Keywords: Bayes Theorem. Atlases [Publication Type]. Morbidity. Mortality. Health status Indicators. Medical informatics Data display. Geographic information systems.

Correspondencia:
Ricardo Ocaña-Riola
Escuela Andaluza de Salud Pública
Campus Universitario de Cartuja
Cuesta del Observatorio, 4
Apdo. de Correos 2070. 18080 Granada (Spain)
Correo electrónico: ricardo.ocana.easp@juntadeandalucia.es

INTRODUCCIÓN

El estudio de la distribución geográfica de enfermedades en áreas pequeñas o *disease mapping* constituye un área de investigación importante en la actualidad. En ella, los modelos jerárquicos bayesianos han jugado un papel fundamental durante los últimos años, especialmente el modelo condicional autorregresivo de Besag-York-Mollié^{1,2}.

La tasa de mortalidad general o por causas específicas es uno de los indicadores utilizados con mayor frecuencia para monitorizar el estado de salud de la población mediante mapas geográficos. La accesibilidad de esta fuente de información, junto con los avances de los sistemas informáticos, la disponibilidad de potentes Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la implementación de complejos modelos matemáticos en software especializado han promovido la elaboración de múltiples Atlas de mortalidad y estudios ecológicos en áreas pequeñas durante la última década³.

La mayoría de los Atlas publicados hasta la fecha describen la distribución geográfica de la mortalidad mediante la agrupación de datos anuales en un único periodo. En algunos estudios la amplitud de estos períodos ha sido superior a 20 años, ofreciendo una visión estática de la mortalidad que en ocasiones engloba anualidades con planes de salud y legislaciones muy diferentes. El uso de períodos de tiempo puede producir un sesgo en las estimaciones de los riesgos relativos, de manera que el exceso de muertes observado en algunas áreas geográficas podría ser sólo el reflejo de una situación pasada que continúa visualizándose debido a la agregación de información⁴.

Adicionalmente, la mayoría de los atlas utilizan tasas ajustadas o razones de mortalidad estandarizadas por grupos de edad y sexo. Con ello se pretende resumir la información de mortalidad mediante un único

índicador. Sin embargo, la distribución geográfica de la mortalidad no siempre es igual para todos los grupos, de manera que el uso de un indicador estandarizado no será apropiado para ofrecer una información precisa del patrón geográfico.⁵⁻⁷

Como consecuencia, la toma de decisiones y las políticas sanitarias aplicadas a partir de la interpretación de mapas estáticos e información agregada podrían ser inadecuadas.

Los fenómenos de salud son dinámicos, habiendo experimentado un ritmo de cambio importante en la mayoría de países europeos durante las últimas décadas. Los determinantes de la salud, la tecnología sanitaria y los recursos asistenciales varían con el tiempo y, a su vez, todos estos aspectos repercuten en el bienestar de la población⁸. Por ello, la evaluación de los resultados en salud, incluida la mortalidad, ha de abordarse desde una perspectiva temporal dinámica, específica para cada grupo de edad y sexo. Sólo así será posible describir la evolución de los indicadores de salud, evaluar la repercusión de las políticas sanitarias del pasado y conocer el estado de salud actual de la población para afrontar futuras mejoras⁹.

Desde 1984 se han publicado en España varias investigaciones que describen la distribución geográfica de la mortalidad desde una perspectiva estática, utilizando información agregada y tasas ajustadas o estandarizadas. Parte de estos estudios permiten extraer información sobre diferentes áreas geográficas de Andalucía en períodos fijos¹⁰⁻¹⁹, pero no obtener conclusiones sobre los cambios que se han producido a través del tiempo en diferentes grupos de población. Como complemento a los atlas publicados, el análisis de la evolución espacial y temporal de la mortalidad en los municipios de Andalucía por años, grupos de edad y sexo permitiría obtener una imagen histórica y dinámica del estado de salud

de la población. La descripción de estos patrones sería un punto de partida importante para evaluar las acciones sanitarias implementadas en la Comunidad Autónoma, contribuyendo al avance de la investigación de resultados en salud, el desarrollo de nuevas intervenciones y la puesta en marcha de políticas sanitarias orientadas a mejorar la atención sanitaria y la salud de la población.

En este contexto surge el Atlas Interactivo de Mortalidad en Andalucía (AIMA), un Sistema de Información Geográfica dinámico implementado en *web-site* que muestra la distribución espacial y la evolución temporal de la mortalidad por grupos de edad y sexo en todos los municipios andaluces desde 1981. Es el primer sistema de estas características desarrollado en España que permite visualizar más de 12.000 mapas y 338.000 gráficos de tendencias para 19 causas de muerte por grupos de edad y sexo.

El objetivo de este trabajo es describir la metodología utilizada para el desarrollo del AIMA, dar a conocer sus características y especificaciones técnicas y mostrar las posibilidades interactivas que ofrece, de manera que cualquier profesional pueda seleccionar y visualizar la información disponible a través del hipervínculo *productos* de la *web-site* www.demap.es.

METODOLOGÍA

Diseño. Estudio ecológico en el que la unidad territorial de análisis es el municipio.

Ámbito de Estudio: Comunidad Autónoma de Andalucía, constituida por 770 municipios en los que residen 8.039.399 habitantes (3.988.887 hombres y 4.050.512 mujeres) según la revisión del Padrón Municipal de 2007. Durante el año 2006 Andalucía registró el 17% de todas las muertes ocurridas en España²⁰.

Sujetos de estudio: Todas las defunciones ocurridas por las principales causas de muerte entre los residentes de Andalucía desde 1981. Como principales causas de muerte se consideraron aquellas que actualmente representan más del 1% de todas las defunciones registradas para cada sexo. Con este criterio se analizaron las causas específicas descritas en la tabla 1.

Variables: Mortalidad: Número de muertes registradas en cada municipio para cada año, causa de muerte, grupo de edad y sexo. Se consideraron siete grupos de edad definidos por: menores de 1 año, 1-14, 15-44, 45-64, 65-74, 75-84 y 85 o más años.

Población: Número de habitantes residentes en cada municipio por grupos de edad y sexo para cada año.

Tasa de mortalidad española: Número de muertes por 10.000 habitantes ocurridas en España para cada año, causa de muerte, grupo de edad y sexo. Para menores de 1 año, la tasa de mortalidad se registró por 1.000 habitantes.

Fuentes de información: La mortalidad municipal se obtuvo del Registro de Mortalidad de Andalucía. El número de habitantes residentes en cada municipio se extrajo de las estimaciones intercensales de población realizadas por el Instituto de Estadística de Andalucía (IEA) para los años comprendidos entre 1981 y 2002. A partir de 2003 la población residente se obtuvo del Padrón Municipal.

Las tasas específicas de mortalidad españolas para cada causa, sexo, grupo de edad y año, así como las estimaciones intercensales de población española entre 1981 y 2002, se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística (INE). A partir de 2003, el número de habitantes en España se obtuvo del Padrón Municipal.

Análisis estadístico de datos: Para cada causa de muerte se estimaron dos modelos

Tabla 1

Causas de muerte analizadas en AIMA

Causa de muerte	CIE-10	CIE-9
Mortalidad general	A00-Z99	001-E999
VIH-SIDA	B20-B24, R75	279.5, 795.8
Infección respiratoria aguda, neumonía e influenza	J00-J22	460-466, 480-487
Cáncer de estómago	C16	151
Cáncer de colon	C18	153
Cáncer de hígado y vías biliares extrahepáticas	C22	155
Cáncer de pulmón	C33-C34	162
Cáncer de mama femenina	C50	174
Cáncer de próstata	C61	185
Cáncer de vejiga	C67	188
Diabetes mellitus	E10-E14	250
Demencia-Alzheimer	G30, G31	331.0
Enfermedades isquémicas del corazón	I20-I25	410-414
Enfermedades cerebrovasculares	I60-I69	430-434, 436-438
Aterosclerosis	I70	440
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	J40-J47	490-496
Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	K70-K74, K76	571
Accidentes de tráfico	V01-V89	810-819
Suicidio y lesiones autoinflingidas	X60-X84	E950-E959

jerárquicos bayesianos espacio-temporales por grupo de edad y sexo, uno para estimar la tasa específica de mortalidad junto con su tendencia temporal y otro para estimar la razón de tasas específicas de cada municipio con respecto a España.

En cada modelo se asume que para cada causa de muerte, grupo de edad y sexo, el número de muertes observado en cada municipio y año sigue una distribución de Poisson. El logaritmo de la tasa específica y de la razón de tasas se expresa como suma de una constante, un efecto temporal lineal, un efecto temporal cuadrático y dos términos espaciales aleatorios: uno no estructurado que recoge la heterogeneidad entre áreas y otro estructurado que explica la agrupación de casos o *clustering* alrededor de un área. Ambos términos son usuales en los modelos CAR (*Conditional Autoregressive Models*) de este tipo^{1, 2, 21}.

Ambos modelos incluyen una interacción espacio-temporal mediante la que es posible modelar la evolución de la tasa específica de

mortalidad y la razón de tasas en cada municipio²¹. Esta estimación permite conocer las áreas geográficas que han experimentado un incremento o decremento en las tasas de mortalidad a través del tiempo para cada causa, grupo de edad y sexo.

La estimación de los modelos se obtuvo mediante algoritmos *Markov Chain Monte Carlo* (MCMC), con 1.000 iteraciones de calentamiento (burn-in) y al menos 10.000 actualizaciones posteriores. La convergencia de las estimaciones se aseguró utilizando dos cadenas mediante el estadístico Gelman-Rubin modificado por Brooks and Gelman.²² El software utilizado para el análisis fue WinBUGS.²³ La metodología es una extensión de la propuesta por Besag, York and Mollié y Bernardinelli et al^{1, 2, 21}.

En total se estimaron 336 modelos diferentes para alcanzar los objetivos propuestos.

Implementación del Sistema de Información Geográfica en web: El SIG desarrollado para este estudio está basado en

arquitectura cliente-servidor que opera en entorno PHP y utiliza cartografía dinámica en formato Flash. La información obtenida a partir de la estimación de los modelos bayesianos espacio-temporales se compiló a través de Géoclip Server, cuya interfaz gestiona bases de datos en MySQL, PostgreSQL, Oracle y SQL Server.

CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE AIMA

AIMA es un SIG interactivo que permite visualizar 12.768 mapas y 338.080 gráficos de tendencias correspondientes a la distribución geográfica y evolución temporal de las principales causas de muerte en Andalu-

cía por grupo de edad y sexo. El acceso puede hacerse a través del hipervínculo *productos* de la web-site www.demap.es.

Selección de mapas temáticos: La pantalla de entrada a AIMA muestra los criterios de selección para visualizar la información cartográfica (Figura 1). En ella se encuentra un menú interactivo con las siguientes listas desplegables:

Dominios: Permite seleccionar cualquiera de las causas de muerte analizadas.

Tema: Permite elegir el tipo de mapa temático que se desea visualizar. Para cada causa de muerte el usuario puede seleccionar cuatro opciones, dadas por *Tendencia de la tasa específica*, *Distribución geográfica*,

Figura 1

Interfaz interactiva de acceso a AIMA

The screenshot shows the 'Atlas interactivo de mortalidad en Andalucía' interface. At the top, there are three dropdown menus: 'Dominios' (selected 'Mortalidad general'), 'Tema' (selected 'Tendencia de la tasa específica'), and 'Niveles geog.' (selected 'todos los niveles'). To the right is a search bar labeled 'Palabras clave' with a 'cancelar' button and an 'ok' button. Below these are two scrollable lists. The first list, 'Indicador (haga clic aquí para ordenar)', contains several items: 'Mortalidad general: tendencia, hombres, menos de 1 año', 'Mortalidad general: tendencia, mujeres, menos de 1 año', 'Mortalidad general: tendencia, hombres, 1-14 años', 'Mortalidad general: tendencia, mujeres, 1-14 años', and 'Mortalidad general: tendencia, hombres, 15-44 años'. The second list, 'Descripción del indicador', has a single item: 'Definición: Resumen de la tendencia seguida por la tasa específica de mortalidad en cada municipio desde 1981'. At the bottom, there is a note 'Fuente: Escuela Andaluza de Salud Pública'. At the very bottom right are two circular icons: 'Ficha' (containing a grid icon) and 'Mapa' (containing a globe icon).

fica de la tasa específica, Comparativa con la tasa española y Municipios con exceso de mortalidad significativo. En el siguiente apartado se describe con detalle las características e información de cada una de ellas.

Nivel geográfico: Actualmente, AIMA muestra resultados a nivel municipal. Futuros desarrollos permitirán incorporar análisis a nivel de sección censal, provincial y otras divisiones territoriales.

Año: Excepto para el tema *Tendencia de la tasa específica*, este botón permite seleccionar el año para el que se desea visualizar información. El periodo de estudio comienza en 1981 para todas las causas de muerte, excepto Alzheimer y VIH. Para estas causas sólo hay información disponible a partir de 1985 y 1989 respectivamente.

Indicador: Permite elegir el grupo de edad y sexo para el que se desea mostrar información. Los grupos de edad y sexo en los que no hubo defunciones o se produjeron en un número muy pequeño no fueron estudiados. Por ello, el sistema muestra sólo los grupos analizados dentro de cada causa de muerte.

La interfaz interactiva incorpora además un botón de búsqueda interna. Al introducir una palabra clave la aplicación mostrará todos los indicadores que contengan ese término.

Una vez realizada la selección del mapa temático existen dos opciones para visualizar el resultado pulsando sobre los botones *Mapa* o *Ficha* respectivamente.

El botón *Mapa* lleva a una nueva pantalla en la que se muestra el mapa interactivo de coropletas seleccionado (Figura 2). En ella el usuario puede modificar los puntos de corte, cambiar la gama de colores y extraer información específica de cada municipio, entre otras posibilidades. Pinchando sobre el símbolo de interrogación situado en la parte inferior derecha de esta pantalla se puede obtener ayuda detallada de las opciones disponibles.

El botón *Ficha* genera un documento de sólo lectura que permite imprimir el mapa seleccionado.

A continuación se describen las características y posibilidades interactivas más relevantes de cada uno de los mapas temáticos incorporados en AIMA.

Tendencia de la tasa específica: Muestra información cualitativa sobre la evolución temporal de la mortalidad en cada municipio desde 1981 (Figura 2.1).

La tendencia de mortalidad de cada municipio se representa utilizando tonos azules y anaranjados. Los municipios marcados en la tonalidad de azul más oscuro mostraron una tendencia decreciente significativa durante todo el periodo de estudio. La siguiente tonalidad, más celeste, señala los municipios en los que la tendencia presentó un cambio estadísticamente significativo de creciente a decreciente en algún punto comprendido entre 1981 y el último año de estudio. En color gris aparecen los municipios que no mostraron una tendencia significativa. La tonalidad naranja clara muestra los municipios que tuvieron una tendencia cambiante de decreciente a creciente estadísticamente significativa y el naranja más oscuro aquellos que presentaron una tendencia significativa creciente durante todo el periodo.

Se consideró que la tendencia era estadísticamente significativa si el coeficiente lineal o cuadrático incluido en el modelo jerárquico bayesiano tenía una probabilidad superior a 0.95 de ser mayor o menor que cero.

Distribución geográfica de la tasa específica: Muestra cómo se distribuye la tasa específica de mortalidad suavizada, estimada mediante el modelo jerárquico bayesiano descrito anteriormente. La gama de colores del mapa responde a una división del indicador en cuartiles (Figura 2.2). Esta división es independiente para cada año de estudio, de manera que los mismos colores

Figura 2.1

Mapas temáticos de AIMA
(Tendencia de la tasa específica)

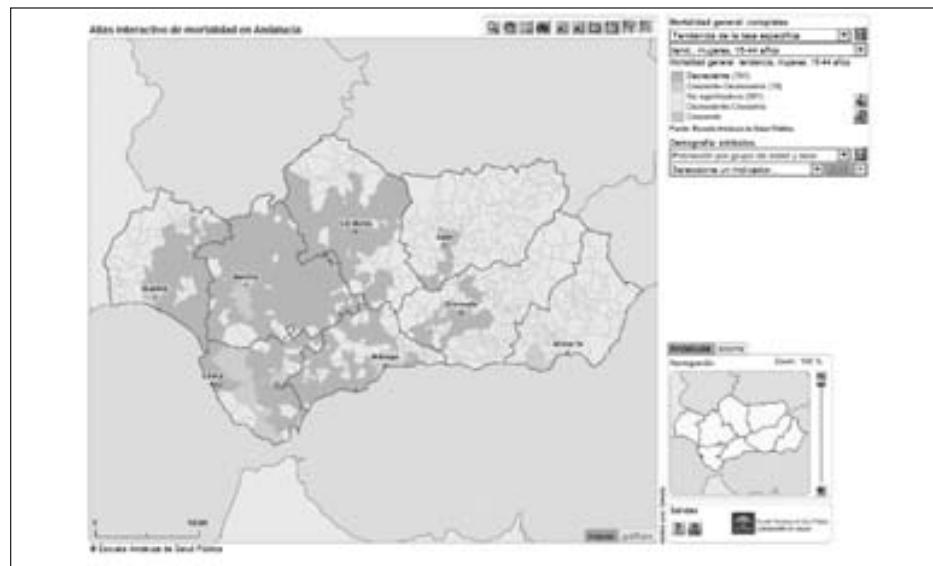
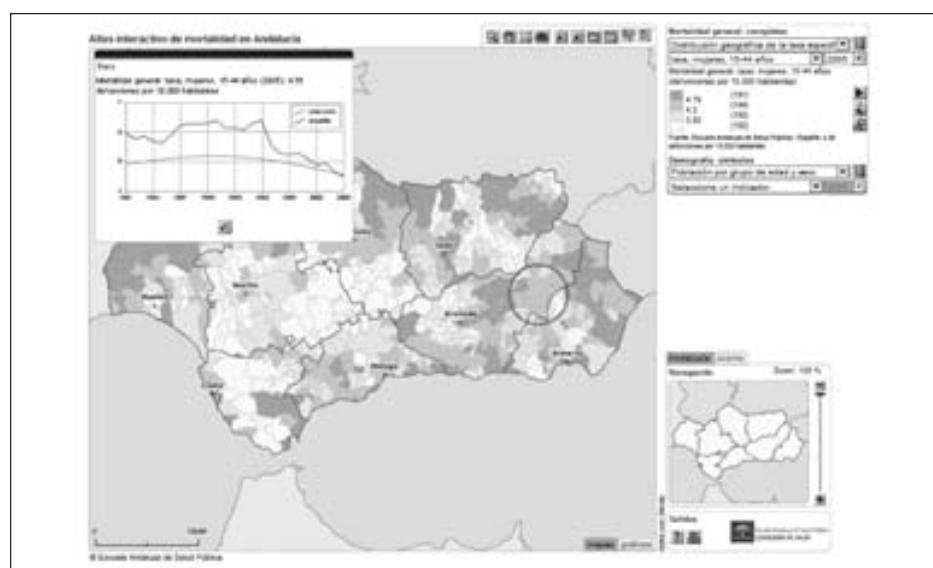


Figura 2.2

Mapas temáticos de AIMA
(Distribución geográfica de la tasa específica)



correspondientes a mapas de anualidades diferentes no son comparables entre sí por responder a una categorización distinta de la tasa específica de mortalidad.

Al situar el ratón sobre un municipio aparecerá información específica del mismo. Pulsando a la vez la tecla *Ctrl* y el botón izquierdo del ratón (*ctrl+clic*) aparecerá una circunferencia de color rojo rodeando los límites del municipio. A continuación se abrirá una ventana con un gráfico de tendencias. La línea naranja representa la evolución temporal de la tasa específica de mortalidad del municipio suavizada y la azul la tasa específica española proporcionada por el INE (Figura 2.2).

Comparativa con la tasa española:

Tomando España como referencia, la razón de tasas específicas es el cociente entre la tasa específica de mortalidad del municipio y la española. Los mapas de esta sección muestran la razón de tasas específicas suavizada, estimada mediante el modelo jerárquico bayesiano descrito anteriormente. Valores mayores que la unidad indican una mortalidad del municipio superior a la española para el grupo de edad, sexo y año seleccionado, mientras que valores menores que la unidad señalan una mortalidad del municipio inferior a la de España.

Los valores de la razón de tasas suavizada se representan con colores verdes degradados (Figura 2.3). El verde más oscuro muestra los municipios en los que la razón de tasas es mayor de 1.10. La siguiente tonalidad corresponde a los municipios con razón de tasas comprendida entre 1.01 y 1.10. El verde más claro responde a las razones de tasas que se encuentran en el intervalo 0.91-1.00 y el color gris representa a los municipios cuya razón de tasas es menor o igual a 0.90.

Al situar el ratón sobre un municipio se mostrará su información. Pulsando *ctrl+clic*

aparecerá una circunferencia de color rojo rodeándolo y un gráfico de tendencias. En este gráfico, la línea naranja representa la evolución temporal de la razón de tasas específicas. La línea azul marca el valor uno como referencia para visualizar los años en los que en el municipio hubo un exceso o defecto de mortalidad con respecto a España (Figura 2.3).

Municipios con exceso de mortalidad significativo: Los mapas seleccionados en el tema *Comparativa con la tasa española* permiten visualizar los municipios que presentaron una tasa específica de mortalidad superior o inferior a la de España. Sin embargo, estas diferencias no siempre son estadísticamente significativas.

Los mapas temáticos de la sección *Municipios con exceso de mortalidad significativo* muestran la probabilidad *a posteriori* de que la razón de tasas específicas sea mayor que 1. Los municipios con probabilidad superior a 0.95 están representados en color rojo, considerando que en ellos existió un exceso de mortalidad estadísticamente significativo con respecto a España (Figura 2.4).

Los municipios en los que la probabilidad de presentar una razón de tasas específicas superior a 1 fue inferior a 0.05 se muestran en color verde. Dicho de otro modo, en estos municipios la razón de tasas es inferior a la unidad con una probabilidad mayor o igual a 0.95, por lo que se consideraron áreas geográficas con mortalidad significativamente inferior a la española.

El resto de municipios, coloreados en amarillo, no mostraron diferencias significativas de mortalidad con respecto a España.

Estos puntos de corte pueden ser modificados por el usuario, de manera que el número de municipios con exceso o defecto significativo de mortalidad cambiará dependiendo del criterio utilizado.

Figura 2.3

Mapas temáticos de AIMA
(Comparativa con la tasa española)

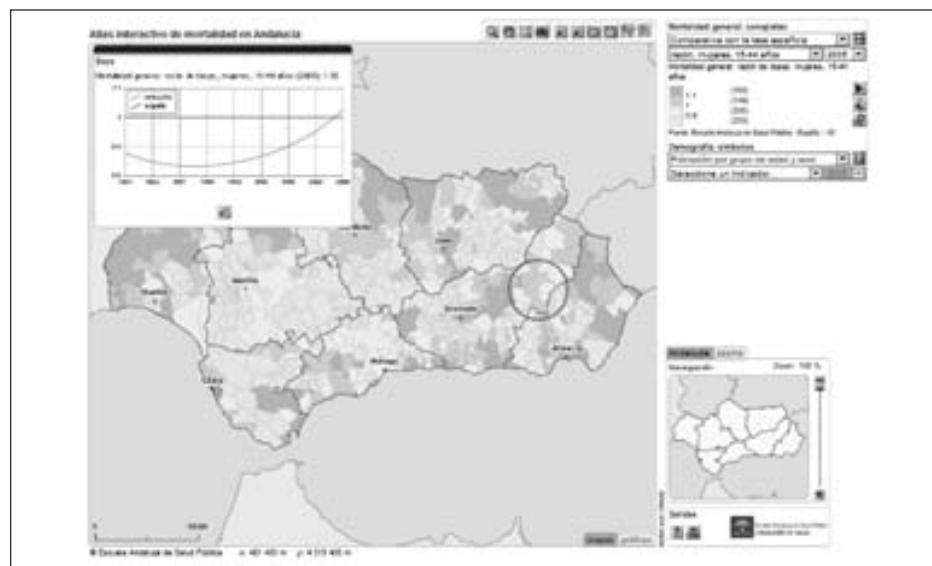
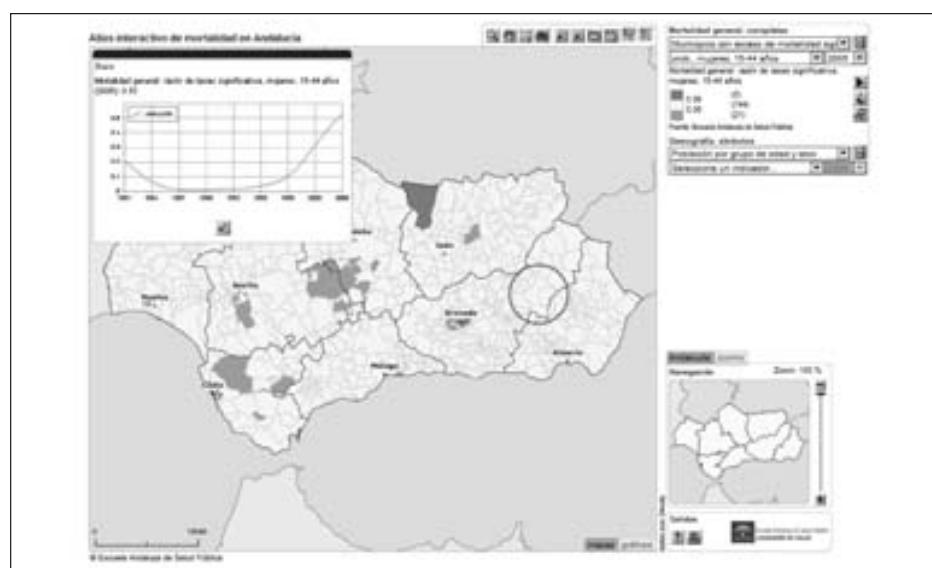


Figura 2.4

Mapas temáticos de AIMA
(Municipios con exceso de mortalidad significativo)



Al igual que en los mapas temáticos anteriores, al situar el ratón sobre cualquier municipio se mostrará su información. Pulsando *ctrl+clic* aparecerá una circunferencia de color rojo rodeándolo y un gráfico de tendencias. Este gráfico muestra la probabilidad de que el municipio presente una tasa específica de mortalidad superior a la española para cada año del periodo de estudio (figura 2.4).

Otros mapas temáticos: Además del análisis de la mortalidad, AIMA incluye un *Domino* sobre demografía que muestra la distribución geográfica del número de habitantes por grupos de edad, sexo y año. Esta representación gráfica se realiza mediante un pictograma que utiliza círculos proporcionales al número de habitantes en cada municipio.

Pulsando *ctrl+clic* sobre cualquier municipio aparecerá una circunferencia de color rojo rodeándolo y un gráfico de tendencias.

Este gráfico muestra la evolución de la población del municipio y de España con respecto al número de habitantes que existía en 1981. Así, los puntos que forman la línea naranja del municipio corresponden al cociente entre el número de habitantes de cada año y el número de habitantes en 1981 multiplicado por 100. La línea azul representa el mismo cociente con los valores de la población española (Figura 3.1).

La representación geográfica de la población se puede superponer a cualquiera de los mapas temáticos de mortalidad. De este modo también se pueden visualizar conjuntamente los gráficos de evolución del indicador de mortalidad y de la población para un mismo municipio (Figuras 3.2 a 3.4).

Entre 1981 y 2002, el IEA realizó las estimaciones intercensales de población por *núcleos homogéneos de población*. Esto significa que dos municipios agregados o

Figura 3.1

Pictograma de la población superpuesta a los indicadores de mortalidad de AIMA
(Número de habitantes)

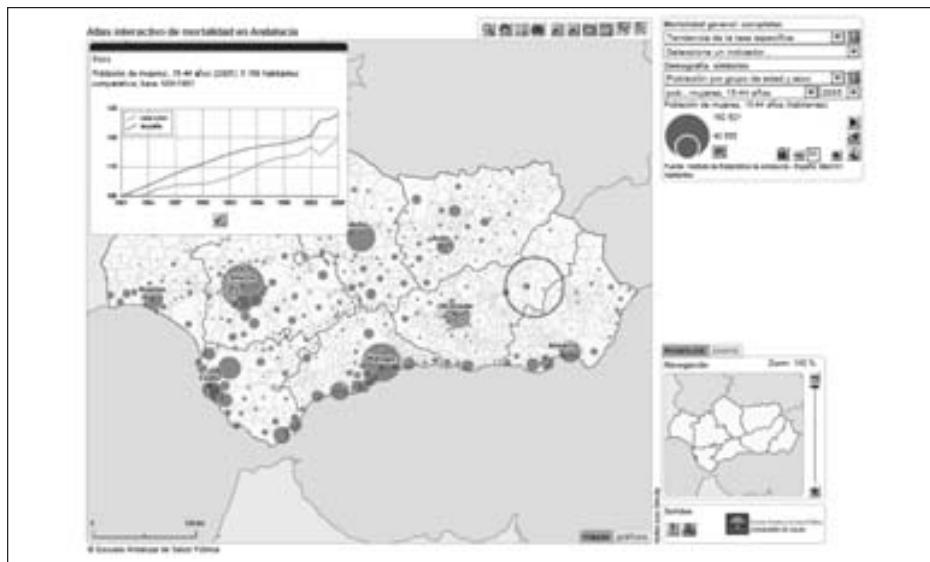


Figura 3.2

Pictograma de la población superpuesta a los indicadores de mortalidad de AIMA
(Número de habitantes y tasa específica de mortalidad)

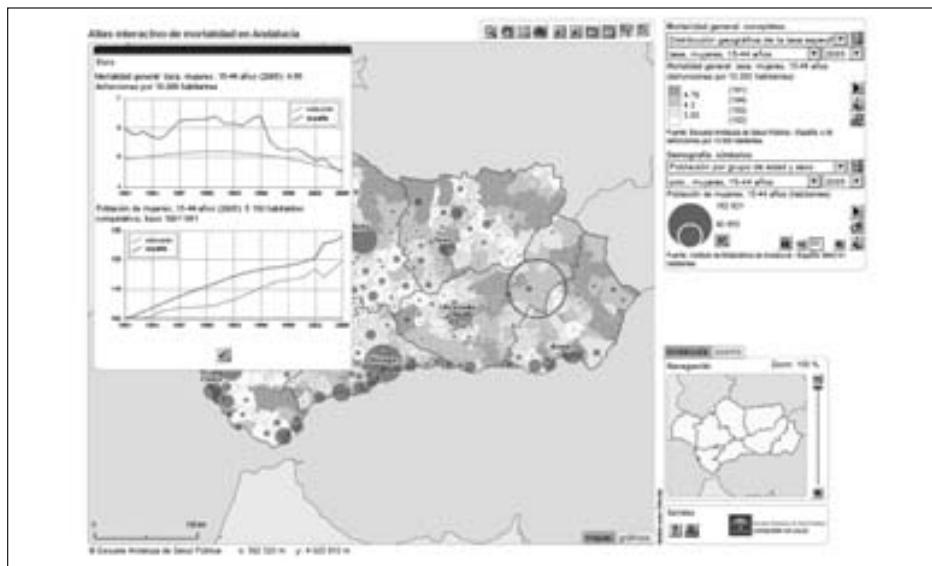


Figura 3.3

Pictograma de la población superpuesta a los indicadores de mortalidad de AIMA
(Número de habitantes y razón de tasas específicas)

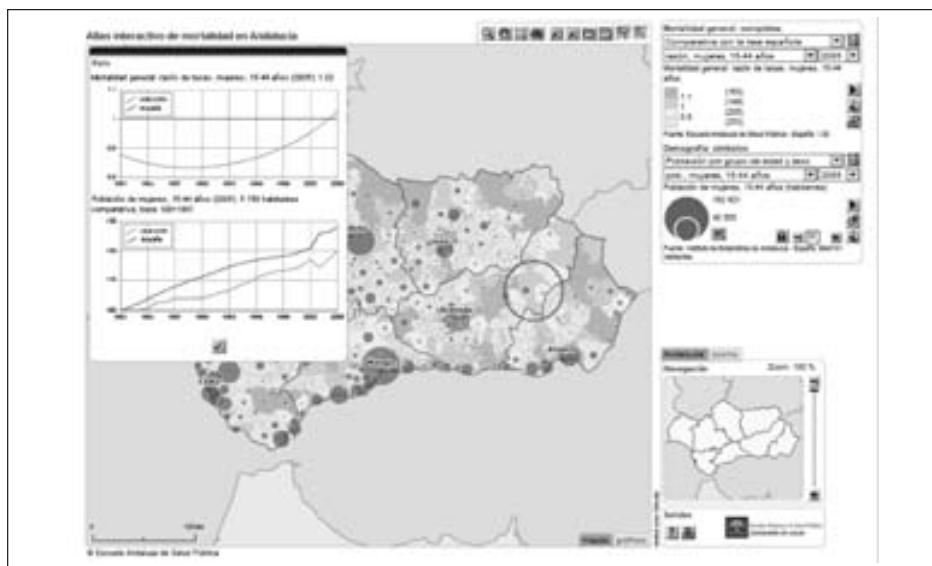


Figura 3.4

Pictograma de la población superpuesta a los indicadores de mortalidad de AIMA
(Número de habitantes y exceso significativo de mortalidad)

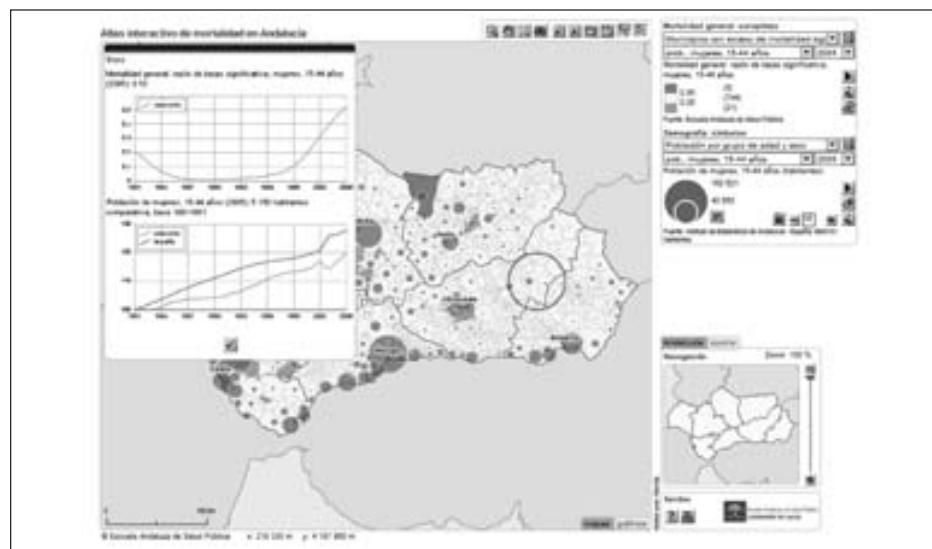


Tabla 2
Núcleos homogéneos de población
en Andalucía desde 1981 hasta 2002

Núcleo homogéneo de población	Código INE	Nombre del municipio
1	04038	Dalias
	04902	El Ejido
2	04043	Félix
	04903	La Mojonería
3	11020	Jerez de la Frontera
	11902	San José del Valle
4	11023	Medina Sidonia
	11901	Benalup-Casas Viejas
5	18122	Loja
	18913	Zagra
6	18194	Zújar
	18912	Cuevas del Campo
7	23012	Beas de Segura
	23905	Arroyo del Ojanco
8	29067	Málaga
	29901	Torremolinos
9	41053	Lebrija
	41903	El Cuervo
10	41056	La Lujiana
	41901	Cañada Rosal
11	41079	La Puebla del Río
	41902	Isla Mayor

Fuente: Instituto de Estadística de Andalucía.

segregados durante este periodo de tiempo se han considerado como una única área geográfica hasta 2002 para estimar el número de habitantes. Al no disponer de datos de población por separado para cada uno de ellos, los municipios que a este efecto forman un núcleo homogéneo tienen asignada la misma población desde 1981 hasta 2002, por lo que los círculos que aparecen en el mapa tendrán el mismo tamaño. A partir de 2003 esta limitación desaparece, ya que los datos de población no son estimaciones sino información extraída del Padrón Municipal para cada uno de los municipios. En el desarrollo de este estudio se registraron 11 núcleos homogéneos de población descritos en la Tabla 2.

COMENTARIOS

AIMA es el primer Sistema de Información Geográfica desarrollado en España que permite evaluar de forma interactiva la distribución geográfica y evolución temporal de

las principales causas de mortalidad masculina y femenina a través de *web-site*. La información que contiene ofrece una imagen dinámica del estado de salud de la población andaluza desde los años previos a la reforma sanitaria hasta la actualidad, de manera que su análisis y actualización periódica contribuirá a la reflexión sobre el pasado, presente y futuro de la salud en Andalucía.

Durante los últimos años ha habido un interés creciente en el desarrollo y aplicación de diferentes métodos estadísticos para estudiar la distribución geográfica de la mortalidad en áreas pequeñas^{24, 25}. A pesar de su popularidad, este tipo de análisis presenta algunas limitaciones importantes que también afectan a AIMA y deben ser tenidas en cuenta para interpretar correctamente los resultados obtenidos en cualquier estudio epidemiológico de áreas pequeñas.

Por un lado, cualquiera de las técnicas estadísticas utilizadas permite describir la distribución geográfica de la mortalidad, pero no explicar las diferencias observadas entre áreas. Al tratarse de datos agregados, el nivel de exposición a cualquier factor de riesgo de las personas fallecidas y no fallecidas es desconocido. Además, no es posible conocer si los individuos que residen actualmente en un municipio han vivido en él la mayor parte de la vida expuestos a factores de riesgo del entorno, por lo que toda hipótesis que sugiera una relación entre el exceso de mortalidad observado en algunas áreas y las desigualdades sociales, uso de servicios de salud o exposiciones medioambientales de los individuos podría incurrir en la conocida falacia ecológica²⁶.

Por otro lado, en los estudios epidemiológicos de áreas pequeñas es habitual que exista un sesgo de información asociado a migraciones irregulares que no son registradas por los sistemas oficiales de información^{27, 28}. Estudios realizados en España muestran que entre un 17% y un 84% de las defunciones asignadas a algunos municipios correspon-

den a personas que no estaban empadronadas en ellos²⁹⁻³⁰. Otros estudios realizados en USA revelaron que el 24% de las defunciones analizadas tenía un código de residencia incorrecto en el certificado de defunción³¹. Estas deficiencias en los sistemas de información causaron errores importantes en la estimación de las tasas de mortalidad.

Errores de este tipo no sólo se han detectado en estudios de mortalidad. También las investigaciones realizadas sobre ingresos hospitalarios, incidencia de cáncer y otros indicadores de salud han mostrado alguna deficiencia en los registros de información. Así, el 24% de los ingresos que se produjeron durante ocho meses en un hospital del sur de España correspondía a pacientes que residían en la ciudad pero no estaban empadronados en ella, por lo que la tasa de ingresos hospitalarios por 100.000 habitantes estaba sobreestimada.³² De igual modo, algunos estudios advierten de la existencia de importantes diferencias en el cálculo de la incidencia de cáncer dependiendo del denominador utilizado^{33, 34}. Así, investigaciones realizadas en USA muestran que las tasas obtenidas a partir de estimaciones de población difieren alrededor de un 60% de las obtenidas utilizando el censo, lo que puede implicar una diferencia en el cálculo de la tasa de incidencia de cáncer de mama de hasta un 22%³⁴.

Desde 1975, la clasificación de las defunciones en España se realiza por lugar de residencia y no por lugar de fallecimiento. Actualmente no existe ningún estudio en Andalucía que evalúe la calidad de la cumplimentación del municipio de residencia y la causa de muerte en el Boletín Estadístico de Defunción, de manera que es necesaria una especial prudencia al interpretar mapas de mortalidad, realizar estudios de correlación geográfica entre indicadores o formular hipótesis sobre las causas implicadas en las diferencias de mortalidad entre áreas geográficas. En ocasiones, las desigualdades en salud observadas en estudios epidemiológicos de áreas pequeñas pueden ser sólo una consecuencia de flujos migratorios

irregulares no controlados en las cifras oficiales de población³⁵.

Puesto que la muerte es el punto final de una historia de salud pasada, los indicadores de mortalidad han de complementarse con otras fuentes de información que permitan obtener una visión global y dinámica del estado de salud de la población.

Durante las últimas décadas, las sociedades avanzadas han experimentado intensos cambios ligados a fenómenos como la globalización, la incorporación de población inmigrante o el envejecimiento de la población que han producido importantes transformaciones en la estructura demográfica, económica y social de los países^{36, 37}.

La magnitud de estos cambios no siempre se ha visto acompañada de una respuesta organizada por parte de los Sistemas de Vigilancia Epidemiológica. Por ello, la actualización, monitorización y análisis de indicadores de salud plantea un reto clave para la Salud Pública, la prevención y el control de los principales problemas de salud actuales, relacionados en gran medida

con las nuevas epidemias de las sociedades desarrolladas vinculadas a las desigualdades sociales o los estilos de vida^{38, 39}.

En este sentido, los atlas dinámicos de mortalidad aportan un conocimiento actual de la distribución geográfica y evolución temporal de las principales causas de muerte, mejorando sustancialmente la información aportada por los atlas estáticos convencionales. Los mapas interactivos de AIMA evidencian que existen causas de muerte con patrones geográficos muy diferentes dependiendo del año, grupo de edad y sexo analizado, lo que demuestra que no siempre es adecuado utilizar períodos de tiempo con años agregados o trabajar con indicadores resumen como la razón de mortalidad estandarizada o la tasa de mortalidad ajustada por edad.

La actualización sistemática de la información contenida en AIMA y su incorporación a los Sistemas de Vigilancia Epidemiológica permitirá identificar desigualdades territoriales en salud y evaluar las intervenciones en Salud Pública, siendo una herramienta útil para la planificación y la evaluación de las políticas de salud.

Anexo 1

El siguiente listado recoge a todos los profesionales que han formado parte del grupo de trabajo en diferentes fases del desarrollo de AIMA

Coordinación:
Ocaña Riola, Ricardo. Escuela Andaluza de Salud Pública

Diseño epidemiológico y análisis estadístico de datos:
Benítez Rodríguez, Encarnación. Fundación para la Investigación Puerta del Mar
Fernández Ajuria, Alberto. Escuela Andaluza de Salud Pública
Mayoral Cortés, José María. Consejería de Salud de la Junta de Andalucía
Méndez Martínez, Camila. Consejería de Salud de la Junta de Andalucía
Olvera Porcel, Carmen. Fundación para la Investigación Puerta del Mar
Ruiz Ramos, Miguel. Consejería de Salud de la Junta de Andalucía
Sánchez-Cantalejo Garrido, Carmen. Escuela Andaluza de Salud Pública
Toro Cárdenas, Silvia. Escuela Andaluza de Salud Pública

Sistemas de información y desarrollo de software:
López Ruiz, Alejandro. Escuela Andaluza de Salud Pública
Rodero Pulido, Diego. Escuela Andaluza de Salud Pública

Revisión técnica de diseño, especificaciones y estándares de software:
García Fernández, Llenaria. Escuela Andaluza de Salud Pública
González Alzaga, Beatriz. Escuela Andaluza de Salud Pública
Maroto Navarro, Gracia. Escuela Andaluza de Salud Pública
Moya Garrido, María. Escuela Andaluza de Salud Pública

BIBLIOGRAFÍA

1. Bithell JF. A classification of disease mapping methods. *Stat Med*. 2000; 19: 2203-15.
2. Banerjee S, Carlin BP, Gelfand AE. Hierarchical modelling and analysis for spatial data. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC;2004.
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. Ocaña-Riola R. The misuse of count data aggregated over time for disease mapping. *Stat Med*. 2007; 26(24):4489-4504.
5. Julius SA, Nicholl J, George S. Why do we continue to use standardized mortality ratios for small area comparisons?. *J Public Health Med*. 2001; 23(1): 40-46.
6. Choi BCK, de Gguia NA, Walsh P. Look before you leap: Stratify before you standardize. *Am J Epidemiol*. 1999; 149(12): 1087-1096.
7. Pickle LW, White AA. Effects of the choice of age-adjustment method on maps of death rates. *Stat Med*. 1995; 14: 615-627.
8. Frenk J. La salud de la población: Hacia una nueva Salud Pública. México: Fondo de Cultura Económica;1997.
9. European Public Health Association. Diez afirmaciones sobre el futuro de la salud pública en Europa. *Gac Sanit* 2007; 21(4): 349-354.
10. López-Abente G, Escolar A, Errezola M. Atlas del cáncer en España. Vitoria: Gráficas Santamaría; 1984.
11. Escolar A, López-Abente G. Atlas del cáncer en la provincia de Cádiz, 1975-1979. Sevilla: Consejería de Salud y Servicios Sociales; 1989.
12. Ministerio de Sanidad. Atlas de mortalidad evitable en España. Madrid: Ministerio de Sanidad; 1989.
13. Cayuela A, Rodríguez S. Atlas de mortalidad por cáncer: Andalucía, 1980-1984. Sevilla: Consejería de Salud;1993.
14. Cayuela A. Atlas de mortalidad evitable: Andalucía 1980-1984. Sevilla: Consejería de Salud;1993.
15. Ruiz M, Viciiana F. Atlas de mortalidad por causas: Andalucía, 1983-1992. Sevilla: Consejería de Salud; 1995.
16. López-Abente G, Pollán M, Escolar A, Abraira V, Errezola M. Atlas de mortalidad por cáncer y otras causas en España, 1978-1992. Madrid: Fundación Científica de la AECC-Instituto de Salud Carlos III; 1996.
17. Benach, J., Yasui, Y., Borrell, C., Rosa, E., Pasarín, M.I., Benach, N. et al. Atlas de mortalidad en áreas pequeñas en España, 1987-1995. Barcelona: Universitat Pompeu Fabra; 2001.
18. López-Abente G, Ramis R, Pollán M, Aragón N, Pérez-Gómez B, Gómez-Barroso D et al. Atlas municipal de mortalidad por cáncer en España, 1989-1998. Madrid: Centro Nacional de Epidemiología;2007.
19. Ocaña-Riola R, Sánchez-Cantalejo C, Fernández A, Ruiz M, Mayoral JM, Méndez C et al. Atlas de mortalidad de las capitales de provincia de Andalucía, 1992-2002. Granada: EASP;2007.
20. INE. Defunciones según la Causa de Muerte 2006. Madrid: INE; 2008.
21. Bernardinelli L, Clayton DG, Pascutto C, Montomoli C, Ghislandi M, Songini M. Bayesian analysis of space-time variation in disease risk. *Stat Med*. 1995; 14: 2433-2443.
22. Brooks SP, Gelman A. Alternative methods for monitoring convergence of iterative simulations. *J Comput Graph Stat*1998; 7: 434-455.
23. Lawson AB, Browne WJ, Vidal Rodeiro CL. Disease mapping with WinBUGS and MlwiN. Chichester: John Wiley & Sons; 2003.
24. Bithell JF. A classification of disease mapping methods. *Stat Med*. 2000; 19: 2203-2215.
25. Best N, Richardson S, Thomson A. A comparison of Bayesian spatial models for disease mapping. *Stat Methods Med Res*. 2005; 14: 35-59.
26. Wakefield J, Shaddick G. Health-exposure modelling and the ecological fallacy. *Biostatistics* 2006; 7: 438-455.
27. Boyle P. Population geography: migration and inequalities in mortality and morbidity. *Prog Hum Geogr*. 2004; 28: 767-776.
28. Polissar L. The effect of migration on comparison of disease rates in geographic studies in the United States. *Am J Epidemiol*. 1980; 111: 175-182.
29. Librero J, Benavides FG. La validez del municipio de residencia en las estadísticas de mortalidad: Hallazgos a partir de la actualización de los padro-

- nes municipales en dos municipios de la comunidad valenciana. *Gac Sanit.* 1995; 9: 232-236.
30. Saavedra JM, Bello LM, Núñez D, Ortega P, Medrano MJ. Mortalidad por enfermedad isquémica del corazón en las Islas Canarias: Errores en la certificación de la variable residencia de los fallecidos en zonas turísticas. *Boletín Epidemiológico semanal* 2001; 9: 161-168.
 31. Williams AN, Johnson RA, Bender AP. Use of coded mortality data to assess area cancer rates: impact of residence reporting and coding errors. *Am J Epidemiol.* 1990; 132: 178-182.
 32. Salas J, Díez F, Puerta J, Zambrana JL, Delgado M, Rivera F, Gallego F. Tasa de empadronamiento real de los pacientes hospitalizados en el Hospital de Poniente almeriense. *Gac Sanit.* 2003; 17: 312-315.
 33. Roos LL, et al. Registries and administrative data: organization and accuracy. *Med Care.* 1993; 31: 201-212.
 34. Phipps AI, Clarke CA, Eremian RR. Impact of intercensal population projection and error of clo-
 - sure on breast cancer surveillance: Examples from 10 California counties. *Breast Cancer Res.* 2005; 7: 655-660.
 35. Ocaña-Riola R, Fernández A, Mayoral JM, Toro S, Sánchez-Cantalejo C. Inequalities in health and mortality from small area studies could simply be a consequence of uncontrolled migrations. *Epidemiology* 2008 (en prensa).
 36. Jáuregui R. Envejecimiento, cambio social y modelos de protección social. *Foro de Seguridad Social* 2005; 14: 89-93.
 37. Fernández JA. Demografía e inmigración. *Economistas* 2004; 99: 16-27.
 38. Mocumbi PM, Camí J, Jansà JM (editores). *Salud y desarrollo: Retos para el siglo XXI.* Barcelona: Fundación IMIM; 2005.
 39. Mayoral JM, Cortés C, Durán E, Expósito J, Jiménez A, Martínez C et al. *Vigilancia del cáncer en Andalucía: Evaluación de resultados en Salud Pública.* Sevilla: Consejería de Salud de la Junta de Andalucía; 2006.