



CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

# ***Desarrollo de un atlas de mortalidad en Castilla-La Mancha con R***

***Virgilio Gómez Rubio  
Francisco Palmí Perales***

***Departamento de Matemáticas  
E.T.S. Ingenieros Industriales – Albacete  
Universidad de Castilla-La Mancha***

# Agradecimientos

- Proyectos de investigación
  - Ministerio de Ciencia e Innovación.
  - Consejería de Educación, Ciencia y Deportes (JCCM).
  - Universidad de Castilla-La Mancha (plan propio de investigación).
- Colaboradores
  - Investigadores y profesores de varias universidades y centros de investigación (ver atlas en PDF).

# Atlas de mortalidad en Castilla-La Mancha



Portada: Centro de Investigaciones y Desarrollo de la Imagen, UCLM.

# Sistemas de información epidemiológicos

- La epidemiología y salud pública requieren de datos específicos:
  - Población.
  - Mortalidad.
  - Morbilidad.
  - División administrativa: municipio, zona básica de salud, ...
- Exposición a factores de riesgo:
  - Variables medioambientales (contaminación, dureza del agua, etc.).
  - Exposición a factores de riesgo.
  - Hábitos (alimenticios, sociales, etc.).
- Análisis de datos:
  - Estudio de la distribución geográfica de la mortalidad.
  - Detección de factores de riesgo.
  - Ayuda en la toma de decisiones y gestión.

# Sistemas de información epidemiológicos

- Cálculo de indicadores de riesgo:
  - Razón de mortalidad estandarizada (RME = observados / esperados).
  - Estimadores suavizados usando modelos estadísticos.
- Estudio de la variación geográfica del riesgo.
- Estudio de la variación temporal del riesgo.
- Y también la variación espacio-temporal.
- Relación con factores de riesgo:
  - Factores socio-económicos.
  - Exposición a industrias contaminantes.
  - ...

# Atlas de mortalidad en Castilla-La Mancha

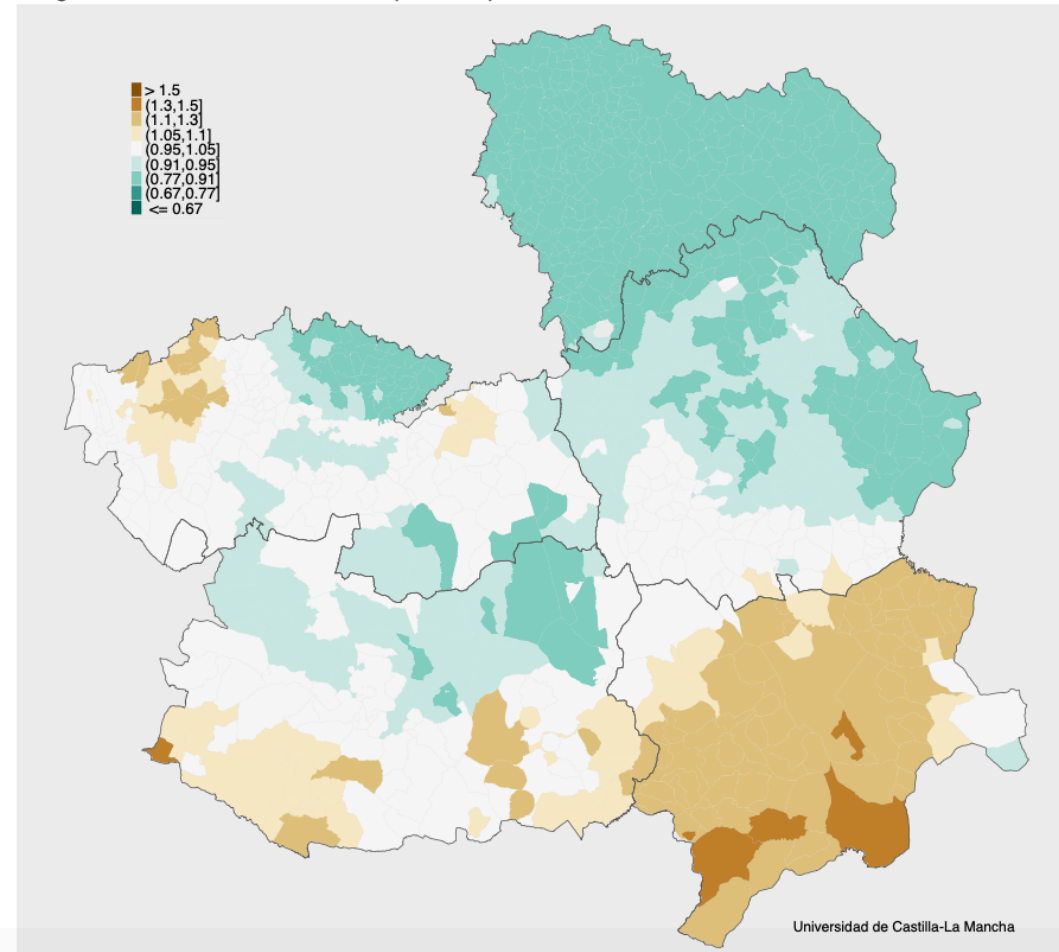
- Estudio de la mortalidad más exhaustivo centrado en C-LM hasta la fecha.
- Se estudia la mortalidad por 29 causas de muerte en el período 2003-2014 a nivel municipal.
- Datos obtenidos del INE y AEAT:
  - Mortalidad: edad, sexo y municipio de residencia.
  - Población: edad, sexo y municipio de residencia.
  - Covariables: ocupación, ingresos, etc.
- Disponible en <http://atlas mortalidad.uclm.es>
  - 1475 visualizaciones (01/09/2020 a 12/10/2020).
  - 1590 visualizaciones de la versión en PDF (a 13/10/2020).

# Análisis de datos

- Cálculo de estimadores “básicos”:
  - Tasas específicas de mortalidad por edad y sexo.
  - RME por municipio.
  - RME por año.
- Suavización de tasas usando modelos espaciales y espacio-temporales:
  - Modelo espacial de Besag, York y Mollié (todo el período 2003-2014):
    - Riesgo similar entre vecinos + variación intrínseca al municipio.
  - Modelo espacio-temporal de Knorr-Held:
    - Diferentes interacciones entre año y municipio.
    - Código cedido por Lola Ugarte.
- Revisión bibliográfica:
  - Artículos relevantes.
  - Otros atlas de mortalidad (nacionales).

# Análisis de datos

**Cáncer de labio, cavidad bucal y faringe (CIE-10 C00-C14)**  
Riesgo relativo suavizado - Ambos sexos (2003-2014)



Fuente: Gómez-Rubio y Palmí-Perales, eds. (2020).



# Análisis de datos con R

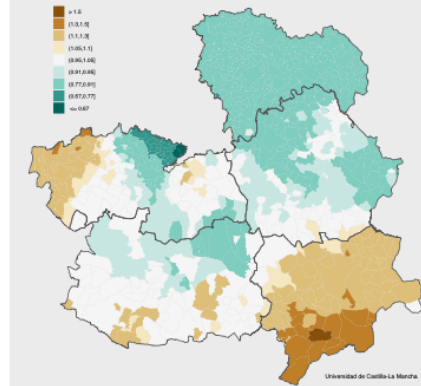
- Cálculo de estimadores “básicos”:
  - Extracción de datos de mortalidad y población por edad y sexo con **R**.
  - Creación de gráficas (con **ggplot2**):
    - Tasas específicas por edad y sexo.
    - RME por año.
    - *Density plots* y diagramas de cajas del RR suavizado por provincias.
- Suavización de tasas usando modelos espaciales y espacio-temporales:
  - Ajuste de modelos espaciales y espacio-temporales con el paquete **INLA**.
  - Cálculo del RR suavizado.
  - Probabilidad de RR suavizado alto, es decir,  $\text{Prob}(\text{RR} > 1)$ .
- Atlas impreso:
  - Paquete **bookdown** para el desarrollo del libro.
  - Plantillas para enfermedades.
- Desarrollo de un atlas de mortalidad on-line.
  - <http://atlasmortalidad.uclm.es> .
  - **Shiny server**.
  - Servidor alojado en el servicio cloud de la UCLM.

# Proceso de análisis

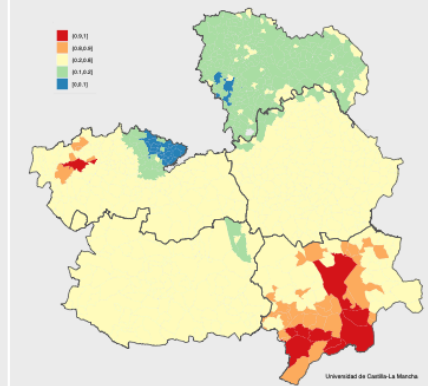
1. Extracción de datos de mortalidad y población.
2. Cálculo de tasas específicas por grupos de edad y sexo.
3. Cálculo del número de casos esperado por municipio.
4. Cálculo de la RME.
5. Cálculo del riesgo relativo suavizado (modelo espacial y e.-t.).
6. Extracción de resultados (para garantizar confidencialidad).
7. Desarrollo del atlas impreso.
8. Desarrollo del atlas on-line.

# Análisis de datos

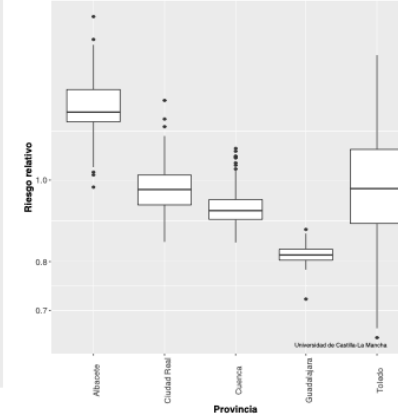
**Cáncer de labio, cavidad bucal y faringe (CIE-10 C00-C14)**  
Riesgo relativo suavizado - Hombres (2003-2014)



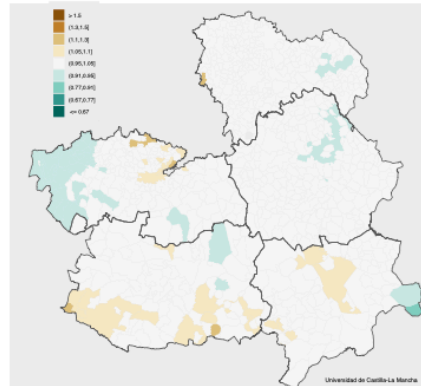
**Cáncer de labio, cavidad bucal y faringe (CIE-10 C00-C14)**  
Probabilidad  $RR>1$  - Hombres (2003-2014)



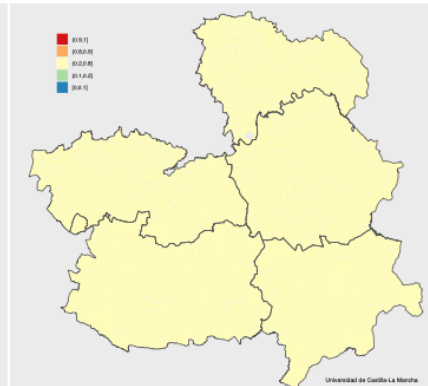
**Cáncer de labio, cavidad bucal y faringe (CIE-10 C00-C14)**  
Riesgo relativo suavizado - Hombres (2003-2014)



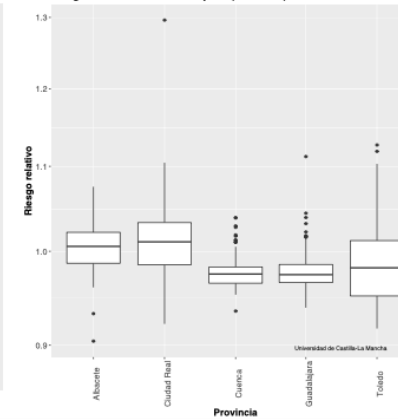
**Cáncer de labio, cavidad bucal y faringe (CIE-10 C00-C14)**  
Riesgo relativo suavizado - Mujeres (2003-2014)



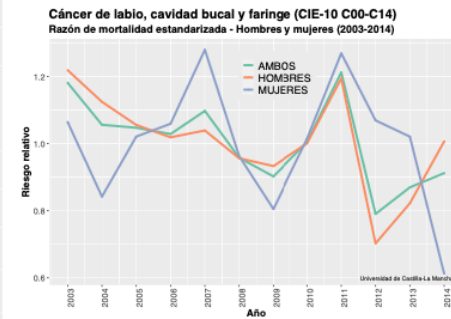
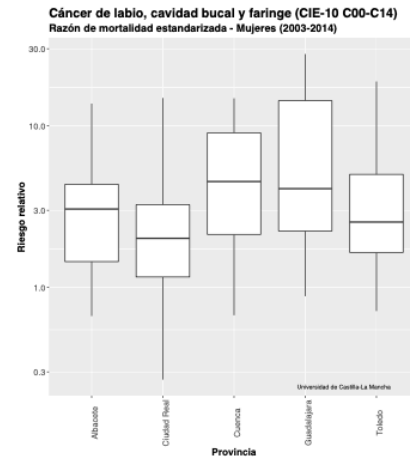
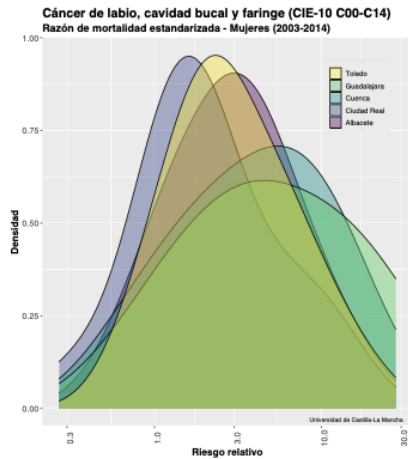
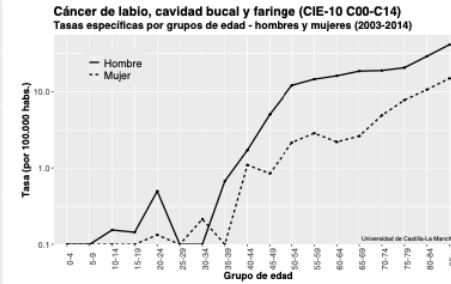
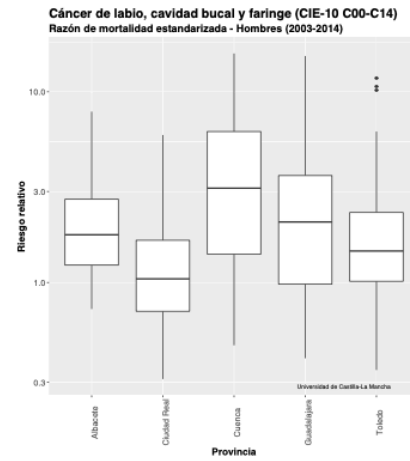
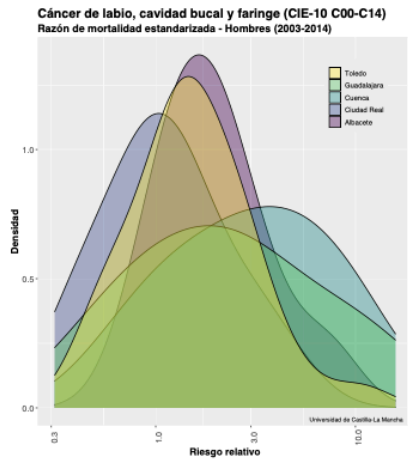
**Cáncer de labio, cavidad bucal y faringe (CIE-10 C00-C14)**  
Probabilidad  $RR>1$  - Mujeres (2003-2014)



**Cáncer de labio, cavidad bucal y faringe (CIE-10 C00-C14)**  
Riesgo relativo suavizado - Mujeres (2003-2014)



# Análisis de datos



# Atlas interactivo: <http://atlas mortalidad.uclm.es>



The screenshot shows the web interface for the 'Atlas Mortalidad C-LM'. The top navigation bar is red and contains the title 'Atlas Mortalidad C-LM', a hamburger menu icon, and the UCLM logo. A dark sidebar on the left lists navigation options: 'Presentación', 'Resumen', 'Análisis espacial', 'Análisis espacio-temporal', 'Ayuda', and 'Contacto'. Below these are filters for 'Causa de mortalidad' (set to 'Enfermedades cerebrovasculares') and 'Sexo' (set to 'Ambos'). The main content area features a 'Presentación' section with a descriptive paragraph and a book cover image. The book cover is titled 'ATLAS DE MORTALIDAD EN CASTILLA-LA MANCHA 2003-2014' and lists coordinators Virgilio Gómez Rubio and Francisco Palmi Peralas. The publisher is Editorial B. Bomarzo. Below the cover, there is a paragraph explaining the interactive features of the electronic version.

Atlas Mortalidad C-LM

UCLM Universidad de Castilla-La Mancha

**Presentación**

Resumen

Análisis espacial

Análisis espacio-temporal

Ayuda

Contacto

**Causa de mortalidad**

Enfermedades cerebrovasculares

**Sexo**

Ambos

## Presentación

El *Atlas de mortalidad en Castilla-La Mancha 2003-2014* ha sido desarrollado por un grupo de investigadores de la [Universidad de Castilla-La Mancha](#) y sus colaboradores para estudiar la variación geográfica y temporal de la mortalidad en Castilla-La Mancha a nivel municipal por varias causas. El período de estudio es el 2003-2014 y se han incluido 29 causas de mortalidad. Una versión del atlas ha sido publicada en papel por [Editorial Bomarzo](#) y se puede [descargar en PDF](#) de manera gratuita. En dicho atlas se incluye un análisis meramente espacial para estudiar la variabilidad geográfica del riesgo, así como un análisis de la población municipal en Castilla-La Mancha y se proporciona una descripción de varias variables socioeconómicas.



UCLM Universidad de Castilla-La Mancha

**ATLAS DE MORTALIDAD EN CASTILLA-LA MANCHA 2003-2014**

Coordinadores:  
Virgilio Gómez Rubio  
Francisco Palmi Peralas

Editorial B. Bomarzo

La versión electrónica del atlas incorpora el mismo análisis espacial y además permite acceder a los contenidos de manera interactiva. También incorpora un análisis utilizando modelos espacio-temporales, que permite estudiar la tendencia temporal de la mortalidad.

El atlas ha sido desarrollado usando principalmente el [software libre R](#) para la estimación de los modelos, la presentación de

# Bibliografía

- Besag, J., York, J. & Mollié, A. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. *Ann Inst Stat Math* 43, 1–20 (1991). <https://doi.org/10.1007/BF00116466>
- Gómez-Rubio y Palmí-Perales, eds. (2020). *Atlas de mortalidad en Castilla-La Mancha 2003-2014*. Editorial Bomarzo. <http://atlas mortalidad.uclm.es>
- Knorr-Held, L. (2000), Bayesian modelling of inseparable space-time variation in disease risk. *Statist. Med.*, 19: 2555-2567.
- Rue, H., Martino, S. and Chopin, N. (2009), Approximate Bayesian Inference for Latent Gaussian Models Using Integrated Nested Laplace Approximations (with discussion), *Journal of the Royal Statistical Society B*, 71, 319-392.