



Tese De Doutoramento

**RELACIÓN ENTRE LA SALUD HUMANA  
Y EL AMBIENTE TÉRMICO  
EN LAS PRINCIPALES CIUDADES DE GALICIA**

Dominic Royé

Departamento de Xeografía  
Facultade de Xeografía e Historia

Santiago de Compostela

2015



DOMINIC ROYÉ

**RELACIÓN ENTRE LA SALUD HUMANA  
Y EL AMBIENTE TÉRMICO  
EN LAS PRINCIPALES CIUDADES DE GALICIA**

DEPARTAMENTO DE XEOGRAFÍA  
FACULTADE DE XEOGRAFÍA E HISTORIA

SANTIAGO DE COMPOSTELA

2015



---

Memoria realizada en el Departamento de Geografía de la Facultad de Geografía e Historia, bajo la dirección de los profesores Dr. Alberto Martí Ezpeleta y Dra. Margarita Taracido Trunk, para obtener el Grado de Doctor por la Universidad de Santiago de Compostela.





**Á miña muller e familia.**



*Absence of evidence is not evidence of absence.*



## Agradecimientos

---

Decía Confucio: Elige un trabajo que te guste y no tendrás que trabajar ni un día de tu vida. Yo decidí apostar por algo que me apasiona y he disfrutado durante los últimos años como nunca cada uno de los momentos dedicados a este trabajo, que finalmente ha tenido como resultado esta obra. Pero como ninguno de nosotros es tan bueno como todos nosotros juntos, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que en este magnífico camino han pasado a formar parte de la gran familia que compone esta investigación. Son muchas las personas que por su paciencia y el apoyo directo, indirecto, conocido o desconocido han aportado importantes comentarios, ideas y consejos.

Aunque la lista de gente podría alcanzar un límite infinito, quiero agradecer en primer lugar a mis directores, Alberto Martí Ezpeleta y Margarita Taracido Trunk, no sólo por su desinteresada dedicación sino también por la surgida amistad durante estos años.

En segundo lugar, de obligada mención es la Xunta de Galicia por darme la posibilidad de disfrutar de un contrato de investigación y docencia al amparo del Plan Gallego de Investigación, Innovación y Crecimiento 2011-2015 (Plan 2C) para el año 2011. Asimismo, al *Servizo de Codificación Clínica e Análise do Servizo Galego de Saúde* y Meteogalicia por facilitar el uso de los datos necesarios para conducir este estudio.

En tercer lugar, quiero dar las gracias a María Piñeiro Lamas por su ayuda y apoyo imprescindible para poder llevar a cabo este trabajo de investigación. También, a un amigo especial, Miguel Domínguez Vázquez, quien me ayudó en muy diversos sentidos, indispensable en tantas horas de dedicación. Además, tampoco olvido las charlas y consejos con amigos y compañeros, así que, gracias

---

en todos los sentidos a Manuel Cabalar Fuentes, Francisco Armas Quintá y Carlos Macía Arce.

En quinto lugar, a todo el Dpto. de Geografía de la Universidad de Santiago de Compostela, con mención especial a mi compañero y amigo de numerosas *frikiedades*, Jesús Horacio García, ha sido honor poder compartir contigo despacho. Asimismo, quiero agradecer especialmente a Marcos Valcárcel Díaz, Ramón Blanco Chao y José A. Aldrey Vázquez por su perpetua paciencia con la burocracia, y los numerosos cafés y conversaciones.

En sexto lugar, al grupo de investigación, *Análise Territorial*, que me acogió con todo el cariño y me dieron la posibilidad de desarrollar todas mis habilidades. Así pues, especialmente gracias a Francisco Durán Villa, Rubén Lois González, María José Piñeira Mantiñán y Angeles Piñeiro Antelo.

En séptimo lugar, quiero citar algunas personas que me han prestado ayuda (orden alfabético): Norma Abalde Paramos, Pablo Fernández de Arróyabe Hernáez, Swen Brands, Begoña de Domingo Barón, Dominik Haubrich, Javier Martín-Vide, Daniel Del Río Franqueira, Manuel Rouco Mantiñán, Juan Taboada Hidalgo, Amílcar Vélez Flores. . . , y a todos los demás que no han sido nombrados.

En penúltimo lugar, aunque nunca sería suficiente expresar toda mi gratitud en estas líneas, a toda mi familia agradeceros el apoyo, la ayuda y todo lo demás. Sin vosotros no habría sido posible.

Por último, la persona más importante, a la que está dedicada este trabajo, sin la que nunca habría elegido este camino, Vero Nóvoa, te doy las gracias en todos los sentidos y las maneras por tu paciencia, tu apoyo, tu ayuda y tus ánimos durante estos últimos años.

Gracias – Grazas – Danke





### RELACIÓN ENTRE LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE TÉRMICO EN LAS PRINCIPALES CIUDADES DE GALICIA

Es innegable que el ambiente influye de forma directa o indirecta en el estado de salud humano, existiendo por tanto una relación directa con el dinamismo de las sociedades, en el ámbito social, cultural, económico y político. El organismo humano y la atmósfera se encuentran en un equilibrio físico y químico en constante intercambio. De esta manera, todos los seres humanos reaccionan ante los elementos atmosféricos para poder garantizar su correcto y óptimo funcionamiento orgánico.

La influencia negativa del ambiente atmosférico en la salud y bienestar humanos puede manifestarse a partir de diferentes formas de estrés. Especialmente se debe hacer referencia al complejo de factores térmicos que participan en el estado termofisiológico del ser humano: la temperatura del aire, la humedad, la velocidad de viento, la radiación solar, etc.

Este estudio profundiza y asienta una primera base sobre la relación entre el ambiente térmico y los ingresos hospitalarios en las principales ciudades de Galicia. Todos los datos, y por consiguiente, todas las conclusiones que se han obtenido sobre dichas relaciones, son esenciales para garantizar una salud óptima de los habitantes en un ambiente cambiante, especialmente ante el reto del cambio global.

El análisis se ha desarrollado con una metodología científica, basado en el ajuste de un modelo aditivo generalizado, para cuantificar los efectos de la temperatura sobre el riesgo de ingreso hospitalario. Los ingresos hospitalarios manifestaron una alta variabilidad entre los municipios analizados, que a su vez ha estado estrechamente relacionada con sus características demográficas. No obstante, los

---

índices de hospitalización más elevados por cada 10.000 habitantes se han registrado en las ciudades de Ourense y Lugo. Se ha observado una disminución generalizada y recurrente de ingresos durante todos los veranos, especialmente marcada en las patologías respiratorias. Las diferencias estacionales y la variabilidad espacio-temporal de las hospitalizaciones se han manifestado de forma más clara en los menores de 5 años y en los mayores de 64, siendo estos últimos los más vulnerables en las patologías cardiovasculares.

En la modelización de los efectos del ambiente térmico para cada área de estudio se ha encontrado una importante relación entre las temperaturas máximas y mínimas con los ingresos hospitalarios urgentes. Los resultados obtenidos reflejan la compleja interacción entre ambiente térmico y salud humana en la comunidad autónoma gallega. La conclusión más general es que la temperatura ambiental se relaciona de forma significativa con la morbilidad en todas las causas y en las enfermedades respiratorias. En todas ellas se ha observado claramente una relación exposición-respuesta no-lineal, que en la mayoría de las ciudades gallegas se ha manifestado con forma de “J” o “U”. No se ha observado una asociación clara entre las enfermedades cardiovasculares y el ambiente térmico en ninguna de las ciudades estudiadas.

Evidentemente, el grado de asociación y las relaciones con el ambiente térmico en todas las causas y las enfermedades respiratorias han mostrado diferentes respuestas en cada área. En líneas generales, los efectos se han limitado a las situaciones de calor y, en menor grado, de frío.

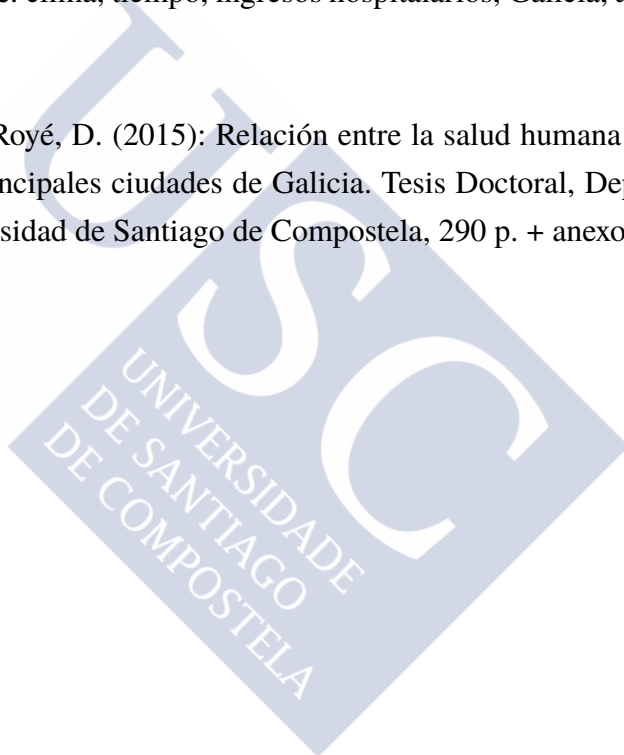
En este trabajo se ha verificado que cada ciudad se caracteriza por una temperatura termoneutral diferente, que a su vez muestra una estrecha relación con el clima local-regional del área de estudio. En todas las causas, así como en las enfermedades respiratorias, se ha podido observar, mayoritariamente en las urbes analizadas, un retraso de los efectos en la morbilidad dentro de los primeros cinco días. Los efectos encontrados han demostrado mayores riesgos de hospitalización en las enfermedades respiratorias que en todas las causas. Una observación muy relevante es que, en todo el territorio gallego, se ha encontrado un reflejo considerable de la importancia de las temperaturas nocturnas, a través de los impactos por altas temperaturas de las mínimas. Los resultados obtenidos en los análisis individuales de las áreas de estudio no han permitido entrar en una comparación

profunda de las variaciones territoriales.

Los resultados alcanzados en este trabajo abren nuevos interrogantes que requieren seguir investigando en esta línea para poder establecer patrones espaciales entre las diferentes áreas de estudio. Toda esta información ha de servir para optimizar la gestión del sistema sanitario, con la puesta en marcha de planes de alerta cuando se prevean los posibles incrementos de ingresos hospitalarios por determinadas causas que pudieran estar asociados a los cambios del tiempo.

**Palabras clave:** clima, tiempo, ingresos hospitalarios, Galicia, ambiente, temperatura, salud

**Cómo citar:** Royé, D. (2015): Relación entre la salud humana y el ambiente térmico en las principales ciudades de Galicia. Tesis Doctoral, Departamento de Geografía, Universidad de Santiago de Compostela, 290 p. + anexos





### RELACIÓN ENTRE A SAÚDE HUMANA E O AMBIENTE TÉRMICO NAS PRINCIPAIS CIDADES DE GALICIA

É innegable que o ambiente inflúe de forma directa ou indirecta no estado de saúde humano, existindo polo tanto unha relación directa co dinamismo das sociedades, no ámbito social, cultural, económico e político. O organismo humano e a atmosfera encóntranse nun equilibrio físico e químico en constante intercambio. Deste xeito, todos os seres humanos reaccionan ante os elementos atmosféricos para poder garantir o seu correcto e óptimo funcionamento orgánico.

Esta influencia negativa do ambiente atmosférico na saúde e benestar humanos pode manifestarse a partir de diferentes formas de estrés. Especialmente débese facer referencia ao complexo de factores térmicos que participan no estado termofisiolóxico do ser humano: a temperatura do aire, a humidade, a velocidade de vento, a radiación solar, etc.

Este estudo afonda e asenta unha primeira base sobre a relación entre o ambiente térmico e os ingresos hospitalarios nas principais cidades de Galicia. Todos os datos, e, por conseguinte todas as conclusións que se obtiveron sobre as devanditas relacións, son esenciais para garantir unha saúde óptima dos habitantes nun ambiente cambiante, especialmente ante o reto do cambio global. A análise desenvolveuse cunha metodoloxía científica, baseada no axuste dun modelo aditivo xeralizado, para cuantificar os efectos da temperatura sobre o risco de ingreso hospitalario.

Os ingresos hospitalarios manifestaron unha alta variabilidade entre os concellos analizados, que á súa vez estivo estreitamente relacionada coas súas características demográficas. Non obstante, os índices de hospitalización máis elevados por cada 10.000 habitantes rexistráronse nas cidades de Ourense e Lugo. Observouse

---

unha diminución xeralizada e recorrente de ingresos durante todos os veráns, especialmente marcada nas patoloxías respiratorias. As diferenzas estacionais e a variabilidade espazo-temporal das hospitalizacións manifestáronse de forma máis clara nos menores de 5 anos e nos maiores de 64, sendo estes últimos os máis vulnerables nas patoloxías cardiovasculares.

Na modelización dos efectos do ambiente térmico para cada área de estudo encontrouse unha importante relación entre as temperaturas máximas e mínimas cos ingresos hospitalarios urxentes. Os resultados obtidos reflicten a complexa interacción entre ambiente térmico e saúde humana na comunidade autónoma galega. A conclusión máis xeral é que a temperatura ambiental se relaciona de forma significativa coa morbilidade en todas as causas e nas enfermidades respiratorias. En todas elas se observou claramente unha relación exposición-resposta non-lineal, que na maioría das cidades galegas se manifestou con forma de “J” ou “U”. Non se observou unha asociación clara entre as enfermidades cardiovasculares e o ambiente térmico en ningunha das cidades estudadas. Evidentemente, o grao de asociación e as relacións co ambiente térmico en todas as causas e as enfermidades respiratorias mostraron diferentes respostas en cada área. En liñas xerais, os efectos limitáronse ás situacións de calor e, en menor grao, de frío.

Neste traballo verificouse que cada cidade se caracteriza por unha temperatura termoneutral diferente, que á súa vez mostra unha estreita relación co clima local rexional da área de estudo. En todas as causas, así como nas enfermidades respiratorias, púidose observar, maioritariamente nas urbes analizadas, un atraso dos efectos na morbilidade dentro dos primeiros cinco días. Os efectos encontrados demostraron maiores riscos de hospitalización nas enfermidades respiratorias que en todas as causas.

Unha observación moi relevante é que, en todo o territorio galego, se encontrou un reflexo considerable da importancia das temperaturas nocturnas, a través dos impactos por altas temperaturas das mínimas. Os resultados obtidos nas análises individuais das áreas de estudo non permitiron entrar nunha comparación profunda das variacións territoriais.

Os resultados alcanzados neste traballo abren novos interrogantes que requiren seguir investigando nesta liña para poder establecer patróns espaciais entre as diferentes áreas de estudo. Toda esta información debería de servir para optimizar a

xestión do sistema sanitario, coa posta en marcha de plans de alerta cando se prevean os posibles incrementos de ingresos hospitalarios por determinadas causas que puidesen estar asociados aos cambios do tempo.

**Palabras chave:** clima, tempo, ingresos hospitalarios, Galicia, ambiente, temperatura, saúde

**Como citar:** Royé, D. (2015): Relación entre a saúde humana e o ambiente térmico nas principais cidades de Galicia. Tese de Doutoramento, Departamento de Xeografía, Universidade de Santiago de Compostela, 290 p. + anexos (en castelán)





### RELATIONSHIP BETWEEN HUMAN HEALTH AND THE THERMAL ENVIRONMENT IN THE MAJOR CITIES OF GALICIA

It is undeniable that the environment influences directly or indirectly the state of human health. Hence, there is a direct relationship with society's dynamism in social, cultural, economic and political sense. The human organism and the atmosphere are in a physical and chemical equilibrium of constant exchange. In this manner, all human beings react to atmospheric elements to ensure a correct and optimal body functioning.

The negative influence of atmospheric environment on health and welfare can manifest from various biometeorological stress areas. Especial reference should be made to the thermal factors involved in the thermophysiological state of the human being: air temperature, humidity, wind speed, solar radiation, etc. This study deepens and settles a first base on the relationship between the thermal environment and hospital admissions in the main cities of Galicia. All conclusions that were obtained on those relationships are essential for people's optimal health in a changing environment, especially facing the challenge of global change.

The analysis has been developed with a scientific methodology based on the setting of a generalized additive model to quantify the effects of temperature on the risk of hospitalization. Hospital admissions showed a high variability among the analyzed municipalities, which at the same time have been closely related to demographic characteristics. However, the highest rates of hospitalization per 10,000 inhabitants were registered in the cities of Ourense and Lugo. There has been a widespread and recurring decrease in admissions during every summer, especially marked in respiratory diseases. Seasonal differences and spatio-temporal variability of hospitalizations have manifested most clearly in children under five

---

years and people over 64, while the latter are most vulnerable in cardiovascular pathologies.

A significant relationship between the maximum and minimum temperatures with emergency hospital admissions has been found in modeling the effects of the thermal environment for each study area. The obtained results reflect the complex interaction between thermal environment and human health in the Galician autonomous community. The overall conclusion is that the ambient temperature is related significantly to morbidity in all causes and respiratory diseases. In all of them it has been clearly observed a non-linear exposure-response relationship in most Galician cities illustrated in shaped patterns of “J” or “U”. There has been no clear association between cardiovascular disease and the thermal environment in any of the studied cities. Obviously, in each area the degree of association and the relations with the thermal environment itself have shown different responses in all causes and respiratory diseases. In general, the effects were limited to situations of heat and, to a lesser degree, of cold.

In this study it has been verified that each city is characterized by a different threshold temperature, which at the same time shows a close relationship with the local-regional climate of the study area. In all causes as well as respiratory diseases of morbidity it has been observed, in the majority of cities, a delay of the effects on hospital admissions within the first five days. However, the effects found have shown a higher risk of hospitalization in respiratory diseases in all cases.

A very relevant observation is that, across all study areas of Galicia, it has been found a significant reflection of the importance of night temperatures due to the impacts of high minimum temperatures. The results obtained in the individual analysis of the study areas have not allowed to enter into a deeper comparison of regional variations.

The achieved results in this study raise new questions that require further research in this line in order to establish spatial patterns between the different areas of study. This information should serve to optimize the health system management and the implementation of contingency plans for anticipating possible increases in hospital admissions by certain diseases associated with weather changes.

**Keywords:** climate, weather, hospital admissions, Galicia, environment, tem-

---

perature

**How to cite:** Royé, D. (2015): Relationship between human health and the thermal environment in the major cities of Galicia. Ph.D. Dissertation, Department of Geography, University of Santiago de Compostela, 290 p. + annex (in Spanish)





# Índice general

<b>Índice general</b>	<b>XXIII</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>XXIX</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>XXXV</b>
<b>1 Presentación</b>	<b>1</b>
1.1 Justificación del tema . . . . .	1
1.2 Objetivos e hipótesis . . . . .	3
1.2.1 Hipótesis de partida de la investigación . . . . .	4
1.2.2 Objetivo general . . . . .	5
1.2.3 Objetivos específicos . . . . .	5
1.3 Estructura del trabajo . . . . .	5
<b>I Introducción: La salud humana y el ambiente térmico</b>	<b>9</b>
<b>2 Marco general de la salud humana</b>	<b>11</b>
2.1 La salud y el bienestar humano . . . . .	11
2.2 El concepto del ambiente . . . . .	13
2.3 Los determinantes de la salud . . . . .	15
2.3.1 Los determinantes sociales . . . . .	18
2.3.2 Los determinantes ambientales . . . . .	20
2.3.2.1 Ejemplo global . . . . .	23
2.3.2.2 Ejemplo regional y local . . . . .	25

<b>3</b>	<b>La atmósfera y sus repercusiones en la salud humana</b>	<b>29</b>
3.1	La investigación sobre clima y salud . . . . .	29
3.2	Las escalas temporales y espaciales de la salud y el clima . . . . .	34
3.3	Efectos positivos del clima: climatoterapia . . . . .	37
3.4	Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas	40
3.4.1	Mortalidad y morbilidad . . . . .	40
3.4.1.1	El ambiente térmico . . . . .	41
3.4.1.2	Contaminación de aire . . . . .	58
3.4.1.3	Concentraciones de polen . . . . .	66
3.4.2	Obervaciones en España y Galicia . . . . .	69
<b>II Metodología y área de estudio</b>		<b>79</b>
<b>4</b>	<b>Metodología</b>	<b>81</b>
4.1	Datos ambientales . . . . .	82
4.1.1	Datos meteorológicos . . . . .	82
4.1.2	Otros datos ambientales . . . . .	83
4.2	Ingresos hospitalarios y otras variables sanitarias . . . . .	84
4.3	Diseño del análisis estadístico . . . . .	87
4.3.1	Fundamento estadístico . . . . .	87
4.3.2	Ajuste del modelo aditivo generalizado . . . . .	90
<b>5</b>	<b>Área de estudio</b>	<b>95</b>
5.1	Condicionantes geográficos . . . . .	95
5.1.1	La distribución de las temperaturas . . . . .	99
5.1.2	Distribución de las precipitaciones . . . . .	101
5.2	Características sociodemográficas . . . . .	107

<b>III</b>	<b>Desarrollo de los resultados. Discusión.</b>	<b>115</b>
<b>6</b>	<b>Ingresos hospitalarios y ambiente térmico en Galicia: características generales</b>	<b>117</b>
6.1	Ambiente térmico . . . . .	117
6.2	Ingresos hospitalarios urgentes . . . . .	121
6.2.1	Todas las causas . . . . .	121
6.2.2	Enfermedades respiratorias . . . . .	129
6.2.3	Enfermedades cardiovasculares . . . . .	133
6.3	Incidencia de los casos de gripe . . . . .	137
6.4	Conclusiones . . . . .	139
<b>7</b>	<b>Aplicación del modelo aditivo generalizado a las ciudades gallegas</b>	<b>143</b>
7.1	Vigo . . . . .	143
7.1.1	Todas las causas . . . . .	143
7.1.1.1	Temperatura máxima . . . . .	143
7.1.1.2	Temperatura mínima . . . . .	150
7.1.2	Enfermedades respiratorias . . . . .	155
7.1.2.1	Temperatura máxima . . . . .	155
7.1.2.2	Temperatura mínima . . . . .	163
7.1.3	Enfermedades cardiovasculares . . . . .	170
7.1.3.1	Temperatura máxima . . . . .	170
7.1.3.2	Temperatura mínima . . . . .	172
7.2	A Coruña . . . . .	174
7.2.1	Todas las causas . . . . .	174
7.2.1.1	Temperatura máxima . . . . .	174
7.2.1.2	Temperatura mínima . . . . .	177
7.2.2	Enfermedades respiratorias . . . . .	180
7.2.3	Enfermedades cardiovasculares . . . . .	180
7.3	Ourense . . . . .	181
7.3.1	Todas las causas . . . . .	181
7.3.1.1	Temperatura máxima . . . . .	181

7.3.1.2	Temperatura mínima . . . . .	184
7.3.2	Enfermedades respiratorias . . . . .	186
7.3.2.1	Temperatura máxima . . . . .	186
7.3.2.2	Temperatura mínima . . . . .	188
7.3.3	Enfermedades cardiovasculares . . . . .	192
7.4	Lugo . . . . .	192
7.4.1	Todas las causas . . . . .	192
7.4.1.1	Temperatura máxima . . . . .	192
7.4.1.2	Temperatura mínima . . . . .	195
7.4.2	Enfermedades respiratorias . . . . .	197
7.4.2.1	Temperatura máxima . . . . .	197
7.4.2.2	Temperatura mínima . . . . .	199
7.4.3	Enfermedades cardiovasculares . . . . .	201
7.5	Santiago . . . . .	201
7.5.1	Todas las causas . . . . .	201
7.5.1.1	Temperatura máxima . . . . .	201
7.5.1.2	Temperatura mínima . . . . .	204
7.5.2	Enfermedades respiratorias . . . . .	208
7.5.2.1	Temperatura máxima . . . . .	208
7.5.2.2	Temperatura mínima . . . . .	209
7.5.3	Enfermedades cardiovasculares . . . . .	211
7.6	Pontevedra . . . . .	211
7.6.1	Todas las causas . . . . .	211
7.6.1.1	Temperatura máxima . . . . .	211
7.6.1.2	Temperatura mínima . . . . .	213
7.6.2	Enfermedades respiratorias . . . . .	216
7.6.2.1	Temperatura máxima . . . . .	216
7.6.2.2	Temperatura mínima . . . . .	217
7.6.3	Enfermedades cardiovasculares . . . . .	219
7.7	Ferrol . . . . .	219
7.7.1	Todas las causas . . . . .	219
7.7.1.1	Temperatura máxima . . . . .	219
7.7.1.2	Temperatura mínima . . . . .	222

## Índice general

---

7.7.2	Enfermedades respiratorias . . . . .	225
7.7.2.1	Temperatura máxima . . . . .	225
7.7.2.2	Temperatura mínima . . . . .	227
7.7.3	Enfermedades cardiovasculares . . . . .	229
7.8	Limitaciones metodológicas . . . . .	229
<b>8</b>	<b>Análisis de las variaciones territoriales</b>	<b>231</b>
8.1	Todas las causas . . . . .	231
8.2	Enfermedades respiratorias . . . . .	238
8.3	Enfermedades cardiovasculares . . . . .	242
<b>9</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>247</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>255</b>
	<b>Índice de apéndices</b>	<b>289</b>
	<b>Apéndice A Figuras</b>	<b>305</b>





# Índice de figuras

2.1	Continuo salud-enfermedad operativo . . . . .	13
2.2	El concepto de medio ambiente . . . . .	14
2.3	Determinantes principales de la salud . . . . .	17
2.4	Interacciones del ambiente y la salud humana . . . . .	21
2.5	Interacciones del sistema biológico . . . . .	22
3.1	Efectos del ambiente sobre las enfermedades cardio-respiratorias .	32
3.2	Número de fallecimientos entre 2005 y 2008, por todas las causas .	43
3.3	El efecto de la temperatura sobre el riesgo de muerte en Ourense y A Coruña . . . . .	44
3.4	Riesgo de mortalidad en la relación entre la temperatura media y el desfase del efecto para enfermedades cardiovasculares . . . . .	51
3.5	Riesgos de mortalidad por enfermedades respiratorias en exposi- ción de dióxido de nitrógeno . . . . .	62
4.1	Agrupación de los datos diarios de ingresos hospitalarios urgentes	85
4.2	Distribución espacial de los ingresos hospitalarios . . . . .	86
4.3	Esquema de los modelos estadísticos . . . . .	88
5.1	Localización y orografía de Galicia . . . . .	103
5.2	El ambiente térmico en Agosto en Galicia . . . . .	104
5.3	El ambiente térmico en Enero en Galicia . . . . .	105
5.4	El estrés térmico en Galicia . . . . .	106
5.5	Población total por municipios en Galicia . . . . .	110
5.6	Porcentajes de población por grupos de edad en Galicia . . . . .	111
5.7	Estructura de la población de Galicia por edad y sexo . . . . .	112

6.1	Distribución de las temperaturas . . . . .	120
6.2	Ingresos por 10.000 hab. en verano e invierno por todas las causas, las respiratorias y cardiovasculares . . . . .	126
6.3	Distribución de los ingresos por todas las causas por género . . . . .	127
6.4	Distribución de los ingresos por todas las causas por grupos de edades . . . . .	128
6.5	Participación en las Enfermedades de Declaración Obligatoria por áreas sanitarias . . . . .	138
7.1	Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, y en función de la temperatura máxima y retardos, Vigo . . . . .	145
7.2	Efectos de la temperatura máxima con retardo medio de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los menores de 5 años, Vigo . . . . .	148
7.3	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Vigo . . . . .	148
7.4	Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, los menores de 5 años y los hombres, y en función de la temperatura máxima y el retardo de 1-3 días, Vigo . . . . .	150
7.5	Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, los hombres, los menores de 5 años y los mayores de 64 años, en función de la temperatura mínima y retardos, Vigo . . . . .	151
7.6	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los menores de 5 años, Vigo . . . . .	153
7.7	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Vigo . . . . .	155
7.8	Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, y en función de la temperatura máxima y los retardos, Vigo . . . . .	156
7.9	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los menores de 5 años, Vigo . . . . .	159

7.10	Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, y en función de la temperatura máxima y el retardo, Vigo . . . . .	160
7.11	Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en las mujeres y los hombres, y en función de la temperatura máxima y retardos, Vigo . . . . .	161
7.12	Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en grupos de edad, y en función de la temperatura máxima y retardos, Vigo . . .	162
7.13	Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, y en función de la temperatura mínima y retardos, Vigo . . . . .	163
7.14	Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en las mujeres y los hombres, y en función de la temperatura mínima y retardos, Vigo . . . . .	164
7.15	Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y retardos, Vigo . . . . .	164
7.16	Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, las mujeres, los hombres y los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y un retardo de 1 día, Vigo . . . . .	168
7.17	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	168
7.18	Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, los hombres y los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y un retardo de 1-10 días, Vigo . . . . .	169
7.19	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, Vigo . . . . .	169
7.20	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los totales, Vigo . . . . .	171
7.21	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	174

7.22	Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, y en función de la temperatura máxima y retardos, A Coruña . . . . .	175
7.23	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso por todas las causas en los mayores de 64 años, A Coruña . . . . .	177
7.24	Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, las mujeres y los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y retardos, A Coruña . . . . .	178
7.25	Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales y los hombres, y en función de la temperatura máxima y retardos, Ourense . . . . .	182
7.26	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, Ourense . . .	183
7.27	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ourense . . . .	183
7.28	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, Ourense . . . . .	185
7.29	Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales y los mayores de 64 años, y en función de la temperatura máxima y retardos, Ourense . . . . .	187
7.30	Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, los hombres y los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y retardos, Ourense . . . . .	188
7.31	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, Ourense . . . . .	190
7.32	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, Ourense . . . . .	190
7.33	Riesgo de ingreso por todas las causas en los mayores de 64 años y en función de la temperatura máxima y retardos, Lugo . . . . .	193

7.34 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los menores de 5 años, Lugo . . . . .	194
7.35 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, Lugo . . . . .	196
7.36 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los menores de 5 años, Lugo . . . . .	198
7.37 Efectos de la temperatura mínima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, Lugo . . . . .	200
7.38 Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, y en función de la temperatura máxima y retardos, Santiago . . . . .	202
7.39 Riesgo de ingreso por todas las causas en las mujeres, y en función de la temperatura máxima y retardos, Santiago . . . . .	204
7.40 Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, y en función de la temperatura mínima y retardos, Santiago . . . . .	205
7.41 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Santiago . . . . .	206
7.42 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, Santiago . . . . .	207
7.43 Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los menores de 5 años, y en función de la temperatura máxima y retardos, Santiago . . . . .	208
7.44 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los menores de 5 años, Santiago . . . . .	210
7.45 Riesgo de ingreso por todas las causas en las mujeres y en función de la temperatura máxima y retardos, Pontevedra . . . . .	212
7.46 Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, las mujeres y los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y retardo de 3 días, Pontevedra . . . . .	214

7.47 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, Pontevedra . . . . .	216
7.48 Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, y en función de la temperatura máxima y retardos, Ferrol . . . . .	220
7.49 Riesgo de ingreso por todas las causas en las mujeres, y en función de la temperatura máxima y retardos, Ferrol . . . . .	222
7.50 Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, y en función de la temperatura mínima y retardos, Ferrol . . . . .	223
7.51 Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, y en función de la temperatura máxima y retardos, Ferrol . . . . .	225
7.52 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los hombres, Ferrol . . . . .	227
8.1 Riesgo de ingreso por todas las causas en los datos totales, y en función de la temperatura máxima y con retardo de 1-3 días, Vigo, A Coruña y Santiago . . . . .	234
8.2 Riesgo de ingreso por todas las causas en los mayores de 64 años, y en función de la temperatura máxima y con retardo de 1 día, Vigo y Lugo . . . . .	236
8.3 Riesgo de ingreso por todas las causas en los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y retardo de 1-10 días, Vigo y Santiago . . . . .	238
8.4 Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, y en función de la temperatura máxima y con retardo de 3 días, Vigo, Ourense y Pontevedra . . . . .	240
8.5 Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y con retardo de 1 día, Vigo y Ourense . . . . .	242

# Índice de tablas

3.1	Puntos termoneutrales para la mortalidad en el mundo de temperaturas bajas y altas . . . . .	45
3.2	Las diferencias de riesgos de mortalidad por todas las causas naturales, las respiratorias y las cardiovasculares entre las ciudades mediterráneas y norcontinentales en Europa . . . . .	47
3.3	Riesgos de ingresos hospitalarios por causas respiratorias en varias ciudades europeas y grupos de edades . . . . .	48
3.4	Riesgos de mortalidad - estimaciones combinadas de Europa - por PM <sub>10</sub> y partículas Diesel en enfermedades respiratorias y cardiovasculares . . . . .	64
3.5	Resumen de los trabajos sobre morbilidad más relevantes en España y Galicia . . . . .	73
3.6	Resumen de los trabajos sobre mortalidad más relevantes en España y Galicia . . . . .	75
4.1	Estaciones meteorológicas . . . . .	82
5.1	Datos poblacionales . . . . .	107
6.1	Datos termohigrométricos . . . . .	119
6.2	Ingresos hospitalarios diarios por todas las causas en verano e invierno por género . . . . .	123
6.3	Ingresos hospitalarios diarios por todas las causas en verano e invierno por grupos de edades . . . . .	125
6.4	Ingresos hospitalarios diarios por enfermedades respiratorias en verano e invierno por género . . . . .	131

6.5	Ingresos hospitalarios diarios por enfermedades respiratorias en verano e invierno por grupos de edades . . . . .	132
6.6	Ingresos hospitalarios diarios por enfermedades cardiovasculares en verano e invierno por género . . . . .	135
6.7	Ingresos hospitalarios diarios por enfermedades cardiovasculares en verano e invierno por grupos de edades . . . . .	136
7.1	Relación entre la temperatura máxima y todas las causas en Vigo .	146
7.2	Relación entre la temperatura mínima y todas las causas en Vigo .	152
7.3	Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de Vigo . . . . .	154
7.4	Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades respiratorias en Vigo . . . . .	158
7.5	Los niveles de riesgo por enfermedades respiratorias en los totales según distintos retardos en Vigo . . . . .	160
7.6	Los niveles de riesgo por enfermedades respiratorias en las mujeres y los hombres, y retardos en Vigo . . . . .	162
7.7	Relación entre la temperatura mínima y las enfermedades respiratorias en Vigo . . . . .	165
7.8	Síntesis de la influencia del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias de Vigo . . . . .	167
7.9	Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades cardiovasculares en Vigo . . . . .	171
7.10	Relación entre la temperatura mínima y las enfermedades cardiovasculares en Vigo . . . . .	173
7.11	Relación entre la temperatura máxima y todas las causas de hospitalización en A Coruña . . . . .	176
7.12	Relación entre la temperatura mínima y todas las causas de hospitalización en A Coruña . . . . .	178
7.13	Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de A Coruña . . . . .	179
7.14	Relación entre la temperatura máxima y todas las causas de hospitalización en Ourense . . . . .	181

7.15 Relación entre la temperatura mínima y todas las causas de hospitalización en Ourense . . . . .	184
7.16 Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de Ourense . . . . .	185
7.17 Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Ourense . . . . .	187
7.18 Relación entre la temperatura mínima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Ourense . . . . .	189
7.19 Síntesis de la influencia del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias de Ourense . . . . .	191
7.20 Relación entre la temperatura máxima y todas las causas de hospitalización en Lugo . . . . .	193
7.21 Relación entre la temperatura mínima y todas las causas de hospitalización en Lugo . . . . .	195
7.22 Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de Lugo . . . . .	197
7.23 Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Lugo . . . . .	198
7.24 Relación entre la temperatura mínima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Lugo . . . . .	199
7.25 Síntesis de la influencia del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias de Lugo . . . . .	200
7.26 Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades cardiovasculares de hospitalización en Lugo . . . . .	201
7.27 Relación entre la temperatura máxima y todas las causas de hospitalización en Santiago . . . . .	203
7.28 Relación entre la temperatura mínima y todas las causas de hospitalización en Santiago . . . . .	206
7.29 Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de Santiago . . . . .	207
7.30 Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Santiago . . . . .	209

7.31	Relación entre la temperatura mínima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Santiago . . . . .	210
7.32	Síntesis de la influencia del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias de Santiago . . . . .	211
7.33	Relación entre la temperatura máxima y todas las causas de hospitalización en Pontevedra . . . . .	213
7.34	Relación entre la temperatura mínima y todas las causas de hospitalización en Pontevedra . . . . .	214
7.35	Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de Pontevedra . . . . .	215
7.36	Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Pontevedra . . . . .	217
7.37	Síntesis de la influencia del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias de Pontevedra . . . . .	218
7.38	Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades cardiovasculares de hospitalización en Pontevedra . . . . .	219
7.39	Relación entre la temperatura máxima y todas las causas de hospitalización en Ferrol . . . . .	221
7.40	Relación entre la temperatura mínima y todas las causas de hospitalización en Ferrol . . . . .	224
7.41	Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de Ferrol . . . . .	224
7.42	Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Ferrol . . . . .	226
7.43	Síntesis de la influencia del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias de Ferrol . . . . .	228
8.1	Temperaturas termoneutrales según la variable de exposición y la ciudad en todas las causas . . . . .	233
8.2	Temperaturas termoneutrales según la variable de exposición y la ciudad en las enfermedades respiratorias . . . . .	239





# 1

## Presentación

---

### 1.1 Justificación del tema

El ser humano se encuentra en constante intercambio con su entorno, y está en todo momento expuesto a una gran diversidad de condiciones ambientales de carácter altamente complejo. En nuestra vida cotidiana se pone continuamente de manifiesto la dependencia de nuestras actividades con respecto a las condiciones ambientales, especialmente las atmosféricas. Su influencia en actividades tan diversas como las económicas o las de ocio condicionan en buena medida nuestros modos de vida.

Entre las diversas formas en las que nos afecta el clima y las condiciones atmosféricas, se percibe con mayor intensidad los impactos que afectan a la salud o al bienestar. Los impactos pueden ser indirectos, como por ejemplo los bajos rendimientos agrícolas y de producción de alimentos debidos a una sequía, o directos, como en el caso de una mayor mortalidad y morbilidad debidas a temperaturas extremas en períodos de olas de calor o de frío (McMichael et al. 2003).

Los avances tecnológicos, en concreto la industrialización, cambiaron los riesgos clásicos para la salud, debidos a la falta de saneamiento o higiene, por otros tipos de riesgos: contaminación atmosférica, las radiaciones, el ruido, etc. No obstante, el aumento de la presión del ambiente sobre la salud, no se delimita solamente a los mencionados riesgos, sino con motivo del cambio global, también se pueden incluir factores como el crecimiento de población, la urbanización, la infraestructura, los factores psicosociales o los cambios sociodemográficos. La

salud ambiental es una cuestión global que nos hace víctimas y responsables de los impactos a todas las escalas (Chopra y Kanji 2011).

La relación entre el entorno ambiental y la salud es conocida desde la antigüedad. La medicina hipocrática ya hablaba del aire, del agua y del territorio como los factores fundamentales para la salud, y por lo tanto la alteración de dichos elementos sería causa de enfermedades. Incluso, en la obra llamada “Aforismos y Sentencias”, dice Hipócrates:

*“Los vientos del sur embotan el oído, enturbian la visión, dan pesadez de cabeza, flojera y sueltan el vientre. Cuando esos vientos dominan, [los enfermos] padecerán trastornos de ese tipo en las enfermedades. Si el viento es norte: toses, dolor de garganta, estreñimiento, disurias acompañadas de escalofríos, dolores de costado y pecho. Tales síntomas son los que hay que esperar en las enfermedades cuando domina este viento”.* (Hipócrates 1996, pág. 119)

Hipócrates se adelantó a su época y durante más de 2.000 años los conocimientos no avanzaron esencialmente hasta que Alexander von Humboldt introdujo en 1827 un primer enfoque moderno de la bioclimatología en su obra “Cosmo: Ensayo de una descripción física del mundo”, en la que define el clima así: “*La voz clima, tomada en su acepción mas general, sirve para designar el conjunto de variaciones atmosféricas que afectan nuestros órganos de manera sensible [. . .]*” (Humboldt 2005, pág. 338). Una importante aportación, junto a la de Knogler (1759-1838) y Max v. Pettenkofer (1818-1901), sobre los vínculos existentes entre los distintos sistemas ecológicos de los que el ser humano forma parte de forma activa y pasiva (Höppe 1997).

Posteriormente, en los años 50 Sargent y Tromp (1966) iniciaron la creación de la *International Society of Biometeorology*, considerando la necesidad de una especialidad interdisciplinar debido a la complejidad de los vínculos entre los sistemas de distinta naturaleza. No obstante, el interés científico se incrementó considerablemente en las últimas dos décadas a causa de los conocimientos recientes sobre el cambio climático y los enormes impactos presentes y futuros en la población, especialmente los provocados por las olas de calor, como la que tuvo lugar en Europa Occidental en agosto de 2003.

## 1.2. Objetivos e hipótesis

---

De ahí se explica la motivación de este trabajo. En primer lugar, por la gran importancia de entender las relaciones y el comportamiento del tiempo-clima y la salud en sí, además de seguir un lema de la *American Academy of Environmental Medicine*, “*Achieving Optimal Health In A Complex Environment*”, es decir, preparar a la sociedad ante los futuros impactos y retos de cara al cambio climático.

En segundo lugar, se debe al interés por la Climatología y la Meteorología, disciplinas que trabajan en un sistema altamente complejo con muchos factores y elementos.

En tercer lugar, este estudio se hace necesario, por un lado, por la escasez de conocimientos en dicha área de estudio. Por otro, se hace ineludible la investigación en áreas de estudio con urbes de mediano tamaño, como el caso de Galicia, ante la falta de estudios previos que persigan objetivos similares.

Y finalmente por las particularidades del área de estudio, que se caracteriza por un relieve muy compartimentado, con importantes y continuos cambios de altitud, que junto a la variación de latitud y distancia al mar, provocan interesantes cambios espaciales del clima en un territorio relativamente reducido. Además, la salud ambiental constituye un área de investigación caracterizada por un alto grado de interdisciplinariedad, por la necesidad de trabajar con distintas disciplinas, y, por lo tanto, con múltiples perspectivas y enfoques. En esta área de investigación, con especial enfoque en las conexiones con el tiempo y el clima, el reto importante es la combinación de variables, tanto físicas como humanas. Es fácil medir y monitorizar variables atmosféricas con instrumentos, sin embargo, ¿cómo se puede cuantificar el grado de salud? Y, en consecuencia, ¿cómo se puede medir la relación entre la salud y el ambiente natural?

## 1.2 Objetivos e hipótesis

En la actualidad se investigan los vínculos entre las situaciones atmosféricas y la salud a partir de distintos indicadores sanitarios que ponen de manifiesto de forma directa o indirecta el estado de salud de una persona, como por ejemplo un ingreso hospitalario, la compra de un medicamento, la visita al médico o, como consecuencia extrema, la muerte. Cada uno de los posibles indicadores tiene

metodológicamente sus ventajas e inconvenientes con respecto de la disponibilidad de datos, de la resolución espacio-temporal o el tipo de hipótesis formulada.

Las patologías elegidas para el estudio (todas las causas, las respiratorias y cardiovasculares) representan los grupos relacionados más importantes con los impactos atmosféricos, puesto de manifiesto en múltiples estudios a nivel internacional (Kalkstein y Davis 1989, Ebi et al. 2004, Díaz et al. 2006, Analitis et al. 2008, Kovats y Hajat 2008, McMichael et al. 2008, Chung et al. 2009, De Pablo Dávila et al. 2009, Lin et al. 2009, Taracido Trunk et al. 2009, D'Ippoliti et al. 2010, Green et al. 2010, Hajat y Kosatky 2010, Linares y Diaz 2010, Gómez-Acebo et al. 2012, Ye et al. 2012, De Pablo Dávila et al. 2013, Breitner et al. 2014). Para el análisis se parte de los datos diarios de ingresos hospitalarios urgentes de Vigo, A Coruña, Ourense, Lugo, Santiago de Compostela, Ferrol y Pontevedra, de tal forma que se puedan detectar posibles variaciones espaciales entre las distintas áreas de Galicia.

### **1.2.1. Hipótesis de partida de la investigación**

La presente tesis doctoral se desarrolla bajo la premisa de cuatro hipótesis de partida:

1. Existe una relación entre las variaciones del ambiente térmico y la dinámica estacional de la morbilidad en Galicia.
2. Las variaciones climáticas espaciales que tienen lugar en el territorio gallego provocan diferencias de la morbilidad entre las ciudades investigadas.
3. La evolución temporal de la morbilidad muestra variaciones estacionales en las causas respiratorias y, en menor medida, en las cardiovasculares.
4. El grupo más vulnerable en todas las patologías, en relación a los cambios atmosféricos, es la población de mayor edad.

Este trabajo de investigación busca confirmar o rechazar estas hipótesis, y para ello se definen los siguientes objetivos.

#### 1.2.2. Objetivo general

El objetivo general de esta investigación es cuantificar la relación existente entre las variables del ambiente térmico y la salud humana en las principales ciudades de la Comunidad Autónoma de Galicia durante el periodo comprendido entre 2006 y 2011.

#### 1.2.3. Objetivos específicos

Dentro de este objetivo general se definen varios objetivos específicos:

1. Cuantificar el número de ingresos hospitalarios de las principales ciudades gallegas (Vigo, A Coruña, Ourense, Lugo, Santiago, Pontevedra y Ferrol) entre 2006 y 2011, debidos a todas las causas, las respiratorias y las cardiovasculares.
2. Caracterizar el ambiente térmico durante este periodo en las ciudades analizadas.
3. Evaluar los riesgos de hospitalización de la población según la variación de las temperaturas y por agrupaciones de todas las causas, las respiratorias y las cardiovasculares.
4. Analizar las diferencias del grado de riesgo de hospitalización entre las ciudades objeto de estudio y según su contexto geográfico.

## 1.3 Estructura del trabajo

La presente tesis doctoral se desarrollará en tres bloques principales: 1. La salud humana y el ambiente térmico, 2. La metodología y el area de estudio, y 3. El desarrollo de los resultados y la discusión.

El primer bloque se divide en dos capítulos. El primero construirá el marco teórico necesario, en el que se analizarán los elementos esenciales para comprender la complejidad de las relaciones entre la salud humana y el ambiente. Se abordarán los conceptos esenciales como el significado de salud y bienestar humano con

respecto al ambiente, o los determinantes ambientales, sociales y políticos, para terminar con los de tipo físico y atmosférico y sus repercusiones en la salud. En el segundo capítulo, se revisarán los trabajos y publicaciones de relevancia para esta tesis, analizando así el estado del tema en la actualidad.

En el segundo bloque, se expondrá en dos capítulos por una parte la metodología aplicada al estudio de la relación entre los ingresos hospitalarios y el ambiente térmico, y por otra la descripción del área del estudio.

En el último bloque se desarrollarán y se discutirán los resultados obtenidos en forma de tres capítulos. En el primer capítulo se darán a conocer las características generales del ambiente térmico, así como de los ingresos hospitalarios. En el segundo se entrará en los resultados de la aplicación del modelo aditivo generalizado a las ciudades gallegas. En el último capítulo del tercer bloque se realizará un análisis de las variaciones territoriales.

Para terminar, en el noveno capítulo se expondrán las conclusiones de esta tesis doctoral.



### 1.3. Estructura del trabajo

---





# PARTE I

## **INTRODUCCIÓN: LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE TÉRMICO**



# 2

## Marco general de la salud humana

---

### 2.1 La salud y el bienestar humano

La salud humana siempre ha sido percibida como un elemento esencial para el bienestar de todos los individuos de nuestra sociedad. La primera percepción acerca de nuestra salud que puede surgirnos está determinada por la ausencia de enfermedad, reduciéndola así de forma aparente a lo contrario de enfermedad. Sin embargo, el concepto de salud es más complejo que la simple ausencia de una patología clínica, una razón por la cual la *World Health Organisation* (WHO) definió la salud en 1948 como “*a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity*”. En la actualidad sigue siendo una definición clásica que no sólo incluye la enfermedad física (perspectiva patológica), sino también la psicológica y el estado del bienestar (perspectiva salutogénica) como criterio para poder acercarse a una idea muy amplia y compleja que alcanza a todos los ámbitos de nuestra vida.

La definición fue en su momento un paso importante hacia adelante, dejando atrás la imagen negativa de salud por su caracterización a través de enfermedad, enfocando el significado en términos positivos e incluyendo tanto áreas sociales como mentales. No obstante, según Huber et al. (2011), la definición ha sido objeto de constantes críticas desde su creación. Especialmente, la definición de la WHO fue criticada por la inclusión del término “*complete*”, ya que no parece razonable requerir un estado de plena salud para considerarse sano y obtener una satisfactoria calidad de vida. En consecuencia, se trataría en lugar de un estado de

plena salud, de distintos grados de salud. De esta forma, la utópica definición de salud se convierte en un concepto dinámico y variable.

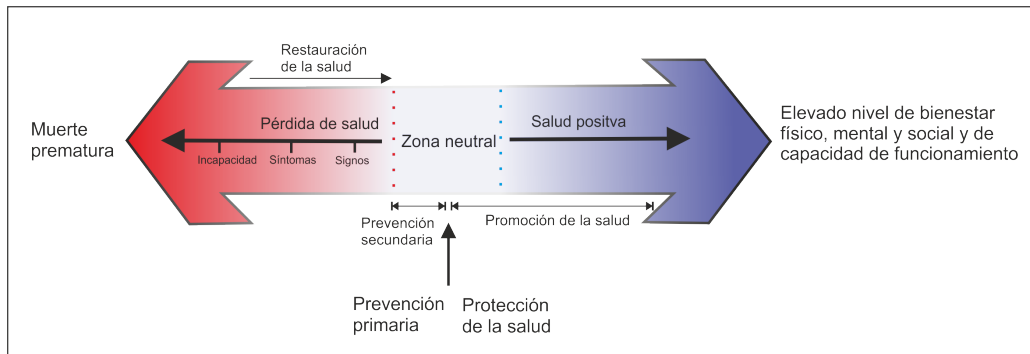
La dificultad de abarcar de forma clara y completa el término se debe, sobre todo, a sus múltiples contextos de uso, los cuales en sí pueden representar distintos supuestos básicos, desde el médico-asistencial, el del paciente, el sociológico, el económico-político, el filosófico-antropológico hasta el ideal y utópico (Gavidia y Talavera 2012). Su adaptación a las condiciones sociales reales, teniendo en cuenta entre otros aspectos el envejecimiento de la población, el aumento de enfermedades crónicas, la capacidad de funcionamiento, la variabilidad temporal y los ideales correspondientes a la salud en la sociedad, sugirió a Terris (1975, 1980) un modelo continuo de grados entre el estado de salud y de enfermedad. Especialmente, el aspecto de la capacidad de funcionamiento (poder participar en la sociedad -estudiar, trabajar o jugar-), y la aplicación al individuo y la comunidad, amplió el concepto de salud.

Posteriormente a Terris, Salleras (1985) modificó el continuo salud-enfermedad, con la argumentación de que el óptimo de salud es muy difícil de alcanzar y la muerte es inevitable. En consecuencia, los extremos del continuo se consideran por un lado un elevado nivel de bienestar físico, mental y social y de capacidad de funcionamiento, y por otro la muerte prematura (Fig. 2.1).

La pérdida de salud puede iniciarse con signos que pueden ir desde síntomas hasta incapacidades, y terminar finalmente en la muerte prematura. Excluyendo lo último, es posible recuperar, en cierta medida, un estado de salud superior a través de rehabilitación o asistencia sanitaria. La zona neutral describe aquella área en la que no es posible diferenciar entre lo normal y lo patológico. Asimismo, en el otro lado, es posible mejorar la salud con ayuda de protección, promoción y prevención, hasta llegar a un elevado nivel de bienestar en el sentido físico, mental, social y de capacidad de funcionamiento.

Adicionalmente, se puede complementar el concepto con otras dimensiones: la salud como una adaptación al medio y un equilibrio con el ambiente, o como un desarrollo personal y social, o como estilo de vida (Gavidia y Talavera 2012). Especialmente, el rasgo caracterizador dado por Wylie, “*Health is the perfect adjustment of an organism to its environment*” (Wylie 1970, pág. 101), describe la importancia del ambiente en la salud humana.

## 2.2. El concepto del ambiente



**Figura 2.1:** Continuo salud-enfermedad operativo y las acciones de la salud pública. Fuente: adaptado según Piédrola et al. (2008).

Por consiguiente, se trata de una suma de varios elementos diferentes que se podrían constatar en una serie de factores, que vendrían a determinar el continuo de salud.

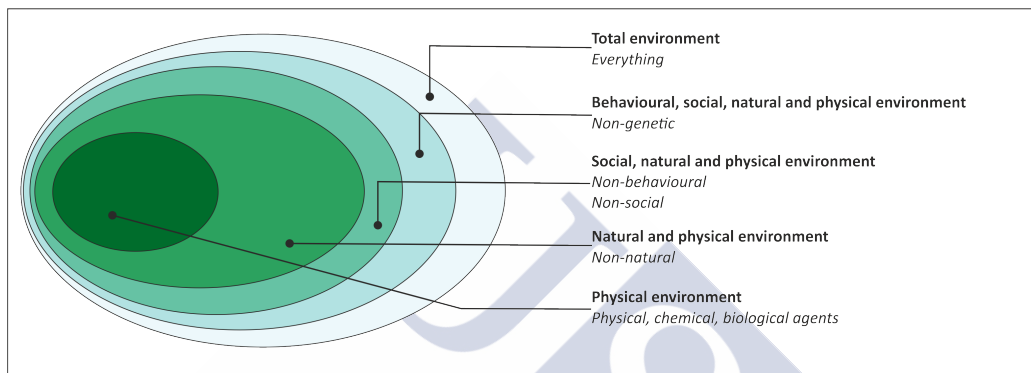
Para entender las interacciones múltiples y complejas es necesario tener un conocimiento sistemático de las relaciones recíprocas que la determinan. Los principales factores van desde los personales, biológicos, sociales, políticos, culturales o económicos, hasta los ambientales (WHO 2013b). En la actualidad los estudios se enfocan especialmente en los determinantes sociales (WHO 2005, 2008), resaltando que la suma de todos estos determinantes provoca, en buena medida, las inequidades sanitarias y desigualdades sociales observadas a escala global, en y entre países industrializados y subdesarrollados.

## 2.2 El concepto del ambiente

El concepto de ambiente es manejado por una gran variedad de disciplinas y desde una gran multitud de enfoques. Se pueden encontrar bajo el mismo término acepciones físicas, fisiológicas, ecológicas, sociológicas, culturales e, incluso, de tipo cósmicas (Buttschardt 2002). Un conjunto de rasgos caracterizadores que hace del concepto ambiente una definición vaga e imprecisa. No obstante, debido a que el contexto de esta tesis es la salud, ¿cómo se ve el ambiente desde la perspectiva de las ciencias de salud?

En un sentido médico totalmente estricto, se incluyen todas las causas ambien-

tales que pueden provocar una patología o, más en general todavía, que influyen o condicionan al organismo, con excepción de aquellas de naturaleza genética. Sin embargo, también esta exclusión es cuestionable, ya que a largo, incluso a corto plazo, puede llegar a existir un impacto genético (Smith et al. 1999). En el centro de todas las definiciones se encuentra el estado de salud de la población, desde una forma totalmente abierta hasta la más restringida (Fig. 2.2).



**Figura 2.2:** El concepto de medio ambiente (negrita: Prüss-Üstün, cursiva: Smith). Fuente: Smith et al. (1999) y Prüss-Üstün y Corvalán (2006).

Haciendo hincapié en lo anteriormente mencionado, se pueden encontrar definiciones de ambiente como: **a)** “*All that which is external to the individual human host. [It] can divided into physical, biological, social, cultural etc., any or all of which can influence the health status of populations*” (Porta 2008) **b)** “*The environment is all the physical, chemical and biological factors external to a person, and all the related behaviours*” (Prüss-Üstün y Corvalán 2006, pág. 22). La primera contiene un concepto más generalista y, en cambio, la segunda es más específica, excluyendo elementos sociales y culturales.

La última definición mencionada se restringe en un informe de la WHO (Prüss-Üstün y Corvalán 2006), con la condición de que sea todo modificable por una gestión ambiental. Este tipo de enfoque corresponde, no obstante, a un concepto práctico para alcanzar su objetivo que es, en este caso concreto, un *healthy environment*. Finalmente, se trata de solucionar problemas de salud a través de acciones sanitarias y políticas. Por ejemplo, existe una proporción importante de enfermedades diarreicas causadas vía patógenos fecal-orales en muchas regiones de Asia y África. Su origen puede ser infecciosa, y en estos casos son transmitidos

## 2.3. Los determinantes de la salud

---

por la infraestructura física y la conducta humana (Prüss-Üstün y Corvalán 2006). Lo último se debe a una falta de formación en la población y la inexistente posibilidad de una infraestructura sanitaria e higiene adecuada. Por tanto, la prevención primaria (gestión ambiental) se enfoca en el suministro de agua, el tratamiento del agua de los hogares, el almacenamiento seguro del agua, las instalaciones mejoradas de saneamiento y la educación en higiene (WHO 2011).

Con esta idea, enfocada en la gestión práctica, no se pueden considerar todos los factores ambientales. Especialmente aquellos que quedan fuera del control de una posible gestión e intervención, como por ejemplo, agentes biológicos naturales (polen, etc.) o el consumo de alcohol, tabaco o drogas (Prüss-Üstün y Corvalán 2006).

No obstante, en este presente trabajo no es conveniente hacer las mismas limitaciones conceptuales, ya que se estudia justamente varios elementos del ambiente atmosférico (temperatura, humedad, viento, radiación, etc.) en los que no se pueden intervenir de forma directa. Ello pone de manifiesto las diferencias según el objetivo que se sigue en cada caso, especialmente para limitar las abundantes vías dentro de un ambiente altamente complejo.

En este apartado se ha visto que dentro del entorno ambiental se pueden encontrar muchas facetas que determinan la salud, pero ¿cuáles son los determinantes de la salud?

### **2.3 Los determinantes de la salud**

Entre los primeros modelos de determinantes de la salud en los años 70, destaca el informe del año 1974 de Marc Lalonde, quien fue ministro de sanidad de Canadá en la misma época. Creó el primer modelo moderno de salud pública (*the health field concept*) con grupos de determinantes para la comunidad canadiense, indicando que la salud no sólo depende de la atención médica. El esquema usado por Lalonde describe cuatro campos principales, los cuales determinarían por su interacción la salud de los ciudadanos (Lalonde 1974).

1. La biología humana (constitución, carga genética, crecimiento, desarrollo, envejecimiento).

2. El ambiente (factores físicos, químicos, biológicos, socioculturales y psicosociales).
3. El estilo de vida (conductas personales, estrés, violencia, alimentación, drogas, etc.).
4. El sistema de asistencia sanitaria (estructura, accesibilidad, equidad, calidad, etc.).

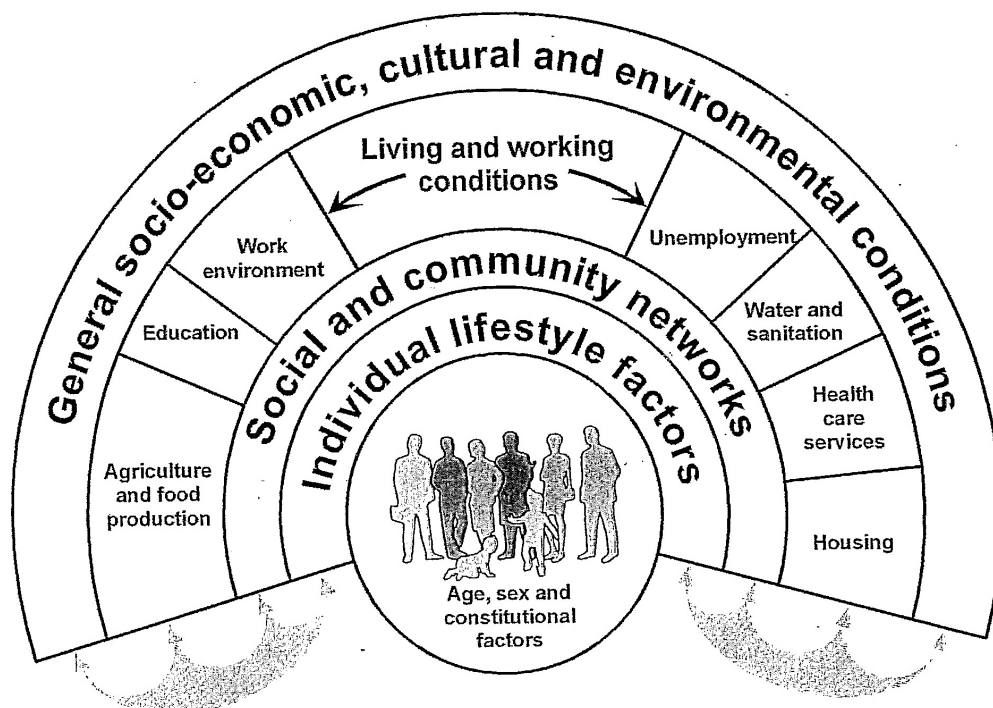
Para la salud pública así como para el individuo es relevante que los determinantes pueden ser modificables, ya que sólo de este modo se puede seguir un objetivo práctico para modificar y, en consecuencia, mejorar la salud humana. Hoy en día se estiman modificables casi todos los determinantes de la salud, con excepción de agentes biológicos naturales (p. ej. el polen o esporas) o factores físicos (p. ej. la temperatura de aire o la humedad). No obstante, en los años 70 se consideró inmodificable la carga genética (grupo de determinantes: biología humana), y en la actualidad debido a los avances biotecnológicos, los nuevos descubrimientos en terapias y diagnósticos, sí permiten una modificación genética (Piédrola et al. 2008).

En algunas ocasiones puede ser difícil ver las diferencias entre distintos grupos de determinantes, como en el caso del ambiente y del estilo de vida (Piédrola et al. 2008). Esta confusión surge por el amplio concepto del término ambiente, ya que si se habla del hábito de consumir alcohol, es en primer lugar una conducta personal. Sin embargo, para ciertos grupos de la sociedad también es causa del ambiente sociocultural en el que viven.

Así, el modelo desarrollado por Lalonde demostró los múltiples determinantes para la salud humana en los años 70. Sin embargo, una de las limitaciones más importantes es la falta de descripción y análisis de las relaciones entre dichos campos y las condiciones más generales. La inclusión de los *health fields* en un sistema dinámico de sociedad es necesaria para entender la influencia de las condiciones generales de la vida, sobre las que el individuo no puede tener control.

El modelo según Dahlgren y Whitehead (Fig. 2.3) explica las interrelaciones de los distintos determinantes, desde las condiciones socioeconómicas, culturales y ambientales o las políticas de salud nacionales, hasta el nivel de las comunidades y el individuo.

### 2.3. Los determinantes de la salud



**Figura 2.3:** Determinantes principales de la salud. Fuente: Dahlgren y Whitehead (1991).

En el centro del modelo se encuentra el campo de la biología humana, que representa unos factores fijos como la edad, el género y los genes. Las capas superiores contienen factores potencialmente modificables. La capa del estilo de vida contiene factores dinámicos que están bajo un cierto control del individuo. Dentro del estilo de vida se incluyen el consumo de drogas, la falta de ejercicio, la mala alimentación, el estrés, la violencia o la mala utilización de los servicios sanitarios. Aunque se podría pensar que, por ejemplo, la decisión de fumar o no entrara en este determinante a nivel personal, no necesariamente es una decisión libre. La probabilidad de alimentarse de forma inadecuada, de consumir alcohol o de fumar está relacionada con el estrés, la formación o también con la falta de redes sociales (Benach et al. 2009).

La segunda capa, las influencias sociales y comunitarias, se refiere por ejemplo a la ayuda mutua dentro de la comunidad (redes sociales), como perspectiva positiva pero también negativa, condicionando posibles conductas desfavorables

para la salud.

La tercera capa está dispuesta por factores estructurales como las condiciones laborales y de vivienda, el desempleo, la educación o los servicios esenciales. Sobrepuesta a todas las capas anteriores, se encuentran las condiciones generales económicas, culturales y ambientales, las que ejercen presión sobre los otros determinantes de la salud (Dahlgren y Whitehead 1991).

Para la investigación sobre los determinantes sigue siendo un gran reto encontrar las interrelaciones y sus proporciones correspondientes entre todos los determinantes de la salud humana (Meyer et al. 2009). La agrupación y la reducción a causas y factores concretos simplifica la realidad de nuestro entorno que se intenta comprender a través de su modelización, lo que en ocasiones reduce un ambiente infinitamente más difícil (Espigares García et al. 2008).

En la actualidad se concentran los estudios sobre todo en los determinantes sociales, o sea, el ambiente social, las condiciones del individuo y las de la comunidad, que explican buena parte de las desigualdades.

### **2.3.1. Los determinantes sociales**

Bajo el término “determinantes sociales” se entienden las circunstancias en las que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen, reseñado con los siguientes elementos: gradiente social, estrés, infancia, adicción, soporte social, exclusión social, trabajo, desempleo, alimentación y transporte (Wilkinson y Marmot 2003). Lo que no sólo implica el nivel individual de los ciudadanos sino también las sociedades en conjunto, finalmente la estructura social.

Asimismo, la WHO (2012) subraya que las desigualdades sociodemográficas pueden ser origen de una mayor exposición a riesgos ambientales (diferencial de exposición) o una mayor vulnerabilidad a impactos ambientales (diferencial de vulnerabilidad). En grupos con un ambiente menos favorable que la población general aumenta el riesgo de exposición a causa de los factores socioeconómicos, como pueden ser las condiciones de vivienda. En cambio, aunque el ambiente esté homogenizado, puede haber mayor vulnerabilidad ambiental en ciertos grupos a causa de su estado socioeconómico.

Todos los determinantes mencionados, interactúan permanentemente de forma

### 2.3. Los determinantes de la salud

---

paralela con todos los elementos en menor o mayor medida. Ésta es la razón por la que se mencionan en este capítulo aquellos determinantes de carácter socioeconómico que influyen considerablemente en cualquier impacto de tipo ambiental.

Un ejemplo ilustrativo es el impacto de una ola de calor y el correspondiente peligro para la salud humana. Para poder actuar, con el objetivo de minimizar el riesgo a nivel individual, es necesario, por ejemplo, poseer acceso a aparatos electrónicos como el aire acondicionado (Luber y McGeehin 2008). Existe una clara correlación entre la mortalidad y el acceso a sistemas de refrigeración, principalmente por causas socioeconómicas, como ha demostrado O'Neill et al. (2005) para varias ciudades estadounidenses. Incluso, se ha podido estimar el efecto del uso del aire acondicionado con una reducción del 0,76 % de riesgos de eventos cardiovasculares de pacientes ingresados en un hospital (Ostro et al. 2010), siempre y cuando se ha incrementado en un 10 % la climatización de las habitaciones. Es importante señalar que el impacto de los episodios de alta temperatura es similar entre regiones climáticas con temperaturas elevadas y temperaturas suaves (Hajat y Kosatky 2010).

Otro ejemplo son las influencias en los precios del mercado inmobiliario por aspectos ambientales, observadas en varios estudios empíricos (Jim y Chen 2006, Ewing 2008, Graves 2014). En este caso se podrían considerar por un lado elementos positivos, como las zonas verdes, masas de aguas, espacio abierto; y por otro, los negativos, como la contaminación de aire, el ruido o el tráfico, etc. Todo ello influye de tal forma que un comprador pudiera estar dispuesto a pagar más por tener unas buenas condiciones del entorno. En última instancia, y especialmente en países en desarrollo, todo ello puede llegar a tener como consecuencia en las ciudades una segregación espacial por los precios del mercado inmobiliario debido a distintas condiciones ambientales.

El primer ejemplo demuestra qué estrategias de adaptación a posibles impactos ambientales son claves para comprender la distinta vulnerabilidad de la población expuesta (Burton et al. 2009). En Europa, la ola de calor en agosto de 2003 tuvo importantes consecuencias en las medidas para disminuir los impactos tan extremos como los vividos en aquél verano, con un total de aproximadamente 70.000 muertes (D'Ippoliti et al. 2010). En primer lugar, la prevención, en el

caso de Francia, fue insuficiente para prestar ayuda a los grupos con mayor riesgo como los de edades más avanzadas. En segundo lugar, el personal sanitario tenía pocos conocimientos sobre las patologías causadas por el calor excesivo. En tercer lugar, el sistema de salud no pudo prevenir los impactos debido a la falta de mecanismos, conocimientos e información o recomendaciones para la población con riesgo. Por último, la prensa no informó correctamente sobre las adaptaciones y protecciones, pues los mensajes fueron alarmistas (Fouillet et al. 2008). En consecuencia, posteriormente a esta dramática ola de calor, en Europa se ampliaron y mejoraron los planes de prevención frente a temperaturas extremas. Por ejemplo, como en Francia, dónde se implantó un sistema de alerta en distintos niveles administrativos para poder minimizar los riesgos de futuras olas de calor (Pascal et al. 2006).

Las medidas de adaptación y de lucha contra los riesgos ambientales en una sociedad van desde acciones gubernamentales hasta individuales, y pueden incluir, por ejemplo, sistemas de alerta, medidas legislativas o personal-conductuales. La adaptación tiene especial importancia si se tienen en cuenta las transformaciones que el cambio climático puede ocasionar en el ambiente y sus correspondientes consecuencias para la salud humana. De ahí, se pone de manifiesto que la vulnerabilidad socioeconómica, que tiene una variación considerable en las poblaciones heterogéneas y puede ser influida por medidas políticas, debe ser tenida especialmente en consideración respecto al impacto en la salud (McMichael et al. 2003).

### **2.3.2. Los determinantes ambientales**

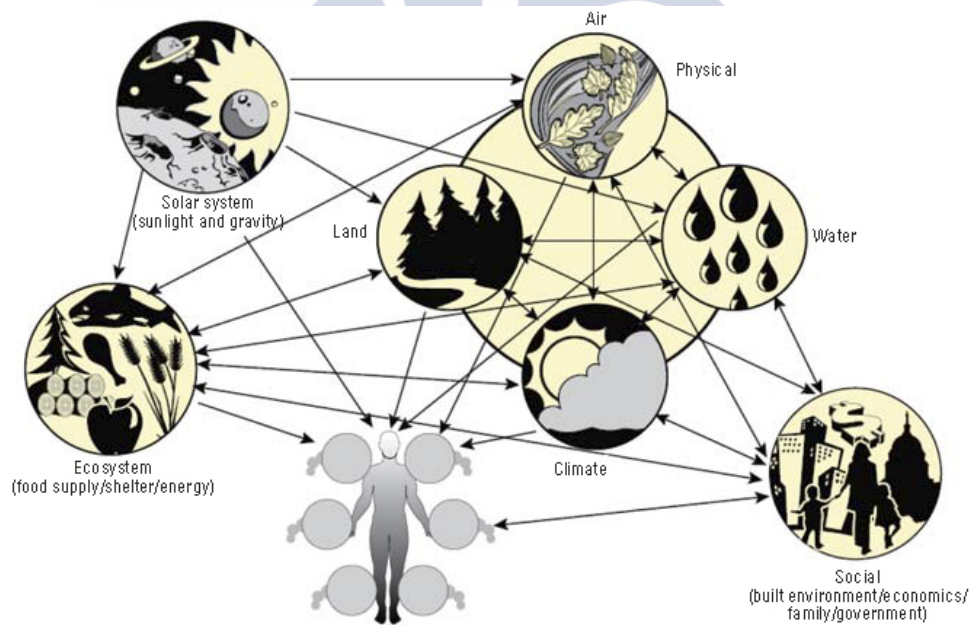
Los determinantes sociales son decisivos para comprender los patrones en la sociedad causados por las interacciones del ambiente y la salud humana. No obstante, este estudio se centra especialmente en los factores del entorno ambiental en el que vivimos, y que pueden afectar a la salud humana. Debido a que este trabajo está orientado a evaluar las relaciones del tiempo y el clima con la salud, se deben analizar en mayor profundidad las múltiples variables atmosféricas que influyen sobre los seres humanos. El ambiente constituye el principal determinante en los países en desarrollo, y puede no ser dominante sobre determinantes sociales en

### 2.3. Los determinantes de la salud

regiones desarrolladas como en Europa Occidental. Ello se debe a las medidas tomadas al respecto de los impactos derivados de residuos o la contaminación (Espigares García et al. 2008). A pesar de estas medidas los mismos no quedan excluidos de posibles efectos, dado que son sustituidos por otro tipo de riesgo ambiental.

El ser humano vive y forma parte de un ecosistema que le rodea en muchas formas, con un complejo flujo e intercambio entre todos sus componentes. Las interacciones se pueden ver resumidas de forma global en la Figura 2.4, en la que se encuentran los determinantes sociales, el sistema solar (la luz solar y la gravedad), el ecosistema (suministro de alimentos, recursos, interacciones con otras formas de vida) y el ambiente físico (agua, aire, clima, tierra).

También es posible clasificar el ambiente físico, según la teoría de sistemas, en distintas esferas: la atmósfera, hidrosfera, litosfera, pedosfera, criosfera y antroposfera. Cada una de las esferas forma un subsistema del sistema tierra (Karnania y Annila 2009).

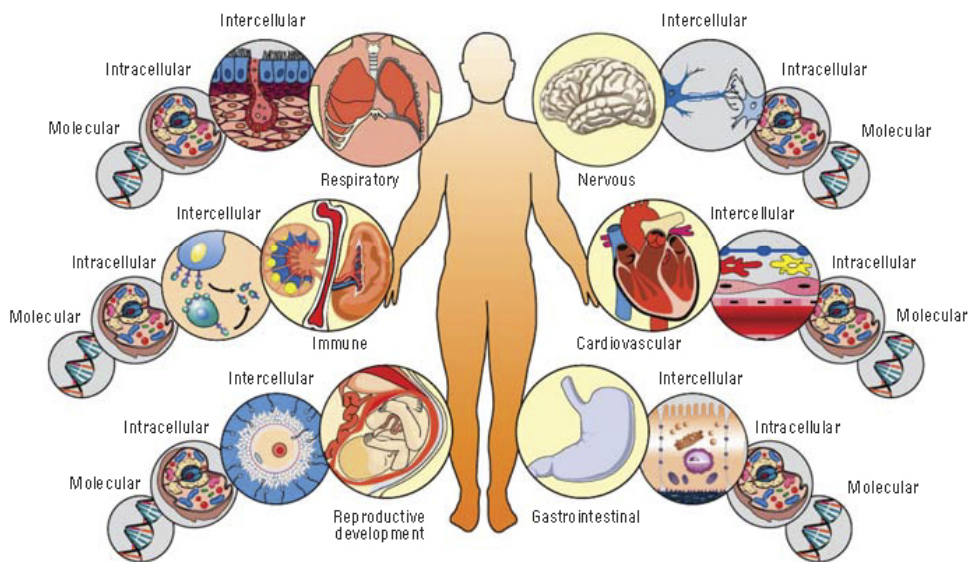


**Figura 2.4:** Interacciones del ambiente y la salud humana. Fuente: Gohlke y Portier (2007).

Antes de entrar con más detalle en algunos elementos del ambiente físico y sus interacciones con el ser humano, se debe hacer constar la existencia de inter-

acciones del propio sistema biológico, el organismo humano, a distintas escalas y subsistemas orgánicos (Fig. 2.5). Se pueden observar seis niveles orgánicos: respiratorio, nervioso, inmune, cardiovascular, reproductivo y gastrointestinal. Cada uno de estos niveles tiene tres escalas: intercelular, intracelular y molecular.

Por un lado, la idea principal en la investigación de la salud ambiental, partiendo de un enfoque biológico, es poder entender los procesos orgánicos individuales a través de las interacciones moleculares y a su vez de las celulares (*bottom-down*) (Gohlke y Portier 2007). Por otro, es necesario identificar a través de un enfoque *top-down* los enlaces entre los organismos individuales con el ambiente. Este último es el que se persigue en esta tesis doctoral, ya que el punto de vista alternativo corresponde a disciplinas relacionadas con la biología humana.



**Figura 2.5:** Interacciones del sistema biológico. Fuente: Gohlke y Portier (2007).

Dentro del ambiente físico (Fig. 2.4) se pueden encontrar elementos de naturaleza:

- física (temperatura, humedad, presión atmosférica, sonido, radiaciones de fuentes artificiales y naturales y de tipo electromagnético o nuclear, vibraciones),
- química (contaminación por aire o agua de metales pesados u otros com-

## 2.3. Los determinantes de la salud

---

puestos (in-)orgánicos, plaguicidas, fertilizantes),

- biológica (bacterias, virus, hongos, otros microorganismos) y, en menor medida,
- mecánica (gravedad, aceleración, otras fuerzas del movimiento).

Además, es de gran importancia que en los casos de los agentes físicos y químicos, existen diversas formas para acceder al organismo humano, como por ejemplo a través del aire, el agua, los alimentos o el contacto con la piel. Por último, por razones antropogénicas, se llega a distinguir el interior y el exterior en cuanto a contaminaciones de tipo físico o químico. Las facetas de los múltiples vínculos entre la salud del ser humano y su entorno se ven reflejadas en los citados elementos del ambiente físico, lo que, debido a la alta complejidad, impide una visión amplia y detallada. De ahí que a continuación se comentarán brevemente dos ejemplos actuales para dar una visión de las conexiones existentes entre los distintos sistemas de la tierra; uno de tipo químico, el mercurio a escala global, y el otro a escala regional-local, el de los residuos electrónicos, para seguir posteriormente con las influencias atmosféricas.

### 2.3.2.1. Ejemplo global

Los efectos y el papel del elemento químico mercurio para la salud humana se han convertido en un problema de escala global. En primer lugar, el mercurio existe de forma natural en varios estados: elemental, inorgánico u orgánico (Berlin et al. 2007). En segundo lugar, se pueden encontrar cantidades importantes en la corteza terrestre, en las actividades volcánicas y en la erosión de rocas. No obstante, más relevante en la actualidad, desde el periodo industrial, es el origen del mercurio debido a las actividades humanas (combustión de carbón, minas, residuos, etc.) a través de las emisiones al agua, suelo y aire (UNEP 2013b). La distribución es global debido a la intrusión y la circulación propia del mercurio (Clarkson 1997) en los distintos sistemas, empezando con la atmósfera, pasando por la hidrosfera hasta la pedosfera. Al liberar mercurio, éste puede convertirse en presencia de bacterias en metilmercurio ( $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ ), un neurotóxico capaz de concentrarse en el organismo. Se trata del compuesto que más relevancia tiene en la salud humana.

En consecuencia, el mercurio genera una preocupación de elevada importancia para la salud pública en todo el mundo (Mergler et al. 2007).

Dependiendo de la forma química del mercurio cambia el grado de toxicidad para el ser humano, los animales y también para el ecosistema en general. Los efectos para el organismo humano varían desde patologías propias de los sistemas nervioso e inmunitario, del aparato digestivo, de la piel o de los pulmones, hasta de los riñones y del hígado (Holmes et al. 2009). Los efectos que puede tener el metilmercurio a través de la alimentación son considerados de gran relevancia. La causa principal es la bioacumulación de la sustancia en la cadena trófica y, en particular, en peces y mariscos, que representan la principal fuente.

La problemática surge esencialmente por el hecho de que el pescado es un alimento básico, altamente nutritivo y con beneficios para la salud humana. La concentración de mercurio depende principalmente de la especie, el tamaño, la edad y la posición en la cadena trófica. Los peces con más edad y los peces depredadores contienen las concentraciones más elevadas (EFSA 2012).

Debido a la seriedad del impacto en la salud humana la Comisión Europea restringe el uso de mercurio y pone límites en productos alimenticios (EC No 1881/2006, EC No 629/2008, EC No 847/2012). No obstante, varios autores consideran que los efectos positivos del pescado (entre otros los ácidos grasos omega-3) pueden ser mayores que el riesgo por parte de mercurio, siempre y cuando la dieta sea equilibrada y que no se trate de un grupo de riesgo, como las mujeres embarazadas (Levenson y Axelrad 2006, Mozaffarian y Rimm 2006, Ginsberg y Toal 2009, Moreno et al. 2012). Justamente, se recomienda para los grupos de riesgo, especialmente para las embarazadas, evitar productos alimenticios como puede ser el pescado azul (Bellinger 2014). Asimismo, la exposición hacia los productos de pescado y marisco depende principalmente del comportamiento de consumo en cada país, o sea, la frecuencia, la cantidad y el tipo de pescado (Mergler et al. 2007), que a su vez depende de la economía y la situación geográfica, la cultura u otros parámetros socioeconómicos.

En el marco del proyecto europeo DEMOCOPHES, se realizó un estudio piloto sobre la biomonitorización humana a nivel europeo, con especial enfoque en contaminantes como el mercurio o el cadmio, del que se publicaron en 2013 los primeros resultados. Se pudieron confirmar las mayores concentraciones de

## 2.3. Los determinantes de la salud

---

mercurio en países con elevado consumo de pescado como tradicionalmente corresponde al mediterráneo (COPHES 2012, DEMOCOPHES 2013). A la misma conclusión llegaron Castaño et al. (2012) en un estudio realizado en España con valores que triplican las concentraciones encontradas en comparación con otros países.

Además de la distribución territorial los resultados de DEMOCOPHES demostraron que niños de entre seis y ocho años tuvieron valores más elevados que otros grupos de población. Especial atención reciben, en el contexto del contaminante mercurio, los niños y el período de gestación. El compuesto metilmercurio puede pasar la barrera de la placenta y así afectar seriamente el desarrollo del feto, con consecuencias de anomalías neurológicas (Davidson et al. 2007, Oken y Bellinger 2008, Bose-O'Reilly et al. 2010). A causa de la mayor vulnerabilidad de los niños, que se encuentran en su fase de desarrollo, es importante proteger estos grupos de riesgo de forma efectiva a través de actuaciones internacionales, ya que incluso niveles bajos de exposición pueden provocar efectos negativos de salud, sobre todo de tipo neurológico (Bose-O'Reilly et al. 2010). Un comité intergubernamental del *United Nations Environment Programme* (UNEP) elaboró un instrumento jurídicamente vinculante a nivel mundial sobre el mercurio en una cumbre, celebrada en enero de 2013. La convención lleva el nombre “Minamata Convention on Mercury” (UNEP 2013a). Para terminar esta breve descripción, la Unión Europea y la WHO siguen desde varios años sus estrategias para reducir las emisiones y proteger la población ante los riesgos de mercurio (WHO 2005, 2007, EC 2013).

### 2.3.2.2. Ejemplo regional y local

En la era de los productos electrónicos, como móviles, ordenadores de sobremesa, portátiles, pantallas, televisores u otros, y su corto ciclo de vida, puede imaginarse la acumulación de residuos electrónicos de múltiple tipo. Este hecho, combinado con la globalización, deja a escala global un reto de gran importancia ambiental: el reciclaje de un elevado número de residuos sólidos (Widmer et al. 2005, Ogunseitan et al. 2009). Así dicho, parece ser un patrón global. Sin embargo, se debe diferenciar claramente el origen de los residuos y el lugar del impacto, ya

que lo primero se refiere a una cuestión global de un crecimiento significativo de basura electrónica (Robinson 2009) y lo segundo está localizado regionalmente relacionado con un lugar en concreto y un impacto ambiental directo en éste.

Los efectos ambientales son consecuencia de una gestión legislativa insuficiente en muchos países (Chen et al. 2011). Los países con más producción de residuos electrónicos son EE.UU., Europa occidental, China, Japón y Australia. Aunque la mayor parte se origina en países de la *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OCDE), el potencial de países en desarrollo como Brasil y también China es importante de cara al futuro crecimiento. Globalmente, se alcanzan anualmente aproximadamente 40 millones de toneladas de basura electrónica en todo el mundo (UNEP 2005, 2009).

Los residuos representan para muchos países en desarrollo una fuente para poder cubrir sus demandas o hacer negocios a partir de elementos como oro, plata, cobre, zinc, hierro, estaño u otros elementos de valor económico, dada su limitada disponibilidad en el mundo (Widmer et al. 2005). Debido a los costosos procesos de reciclaje (Robinson 2009), se exportan los residuos electrónicos a países en desarrollo como por ejemplo China, la India, Pakistán, Ghana o Nigeria (UNEP 2009). No obstante, como consecuencia de la extracción de estos metales valiosos pueden ser liberadas otras sustancias de carácter tóxico. La liberación de ciertos compuestos químicos (oligoelementos tóxicos), metales, contaminantes orgánicos persistentes (COP), retardantes de llama bromados (BFR) y otros, lleva a graves impactos ambientales en los lugares dónde se procesan aquellos residuos sin un reciclaje apropiado (Ngoc-Ha et al. 2009, Robinson 2009, Luo et al. 2011, Asante et al. 2012). Este impacto, especialmente en la salud humana de la población, se debe a los métodos primitivos (sin instalaciones adecuadas, en baños de ácido a cielo abierto, sin protección para los trabajadores etc.) que se aplican al extraer los metales valiosos (Frazzoli et al. 2010, Luo et al. 2011). La combustión no controlada y el tratamiento no adecuado de los residuos electrónicos puede llevar a la formación de mezclas complejas de compuestos relacionados con las dioxinas (Tue et al. 2013). Adicionalmente, los compuestos químicos de los residuos están sujetos a cambios temporales debido a su edad, tipo, avance tecnológico o regulación legislativa (Robinson 2009, Chen et al. 2011).

Asimismo, se usan vertederos simples tras extraer los materiales valiosos, lo

### 2.3. Los determinantes de la salud

---

que lleva a la contaminación de suelos y agua, y, por tanto, a la contaminación de los cultivos y de los alimentos, además de la posible inhalación de los elementos tóxicos o el contacto con polvo o sólido (UNEP 2009, Frazzoli et al. 2010). Al igual que en el primer ejemplo, los niños representan el grupo más vulnerable debido a su fase de crecimiento neurológico. Un gran número de estudios de los últimos años encontraron evidencias de elevadas concentraciones de contaminantes derivados de residuos electrónicos en el entorno ambiental, en los lugares de reciclaje de gran escala; es el caso de China (Xing et al. 2009, Luo et al. 2011, Tue et al. 2013), Ghana (Asante et al. 2012, Itai et al. 2014) o la India (Ngoc-Ha et al. 2009).

A raíz del carácter transfronterizo de los residuos electrónicos, ya se estableció a través de la UNEP en el convenio de Basilea de 1989, el control de los movimientos de los desechos peligrosos y su eliminación (UNEP 1989), que entró en vigor el cinco de mayo de 1992. Evidentemente, también otros organismos y estados como la Unión Europea, optaron a regular los residuos electrónicos a través de su propia legislación (EC No 197/38 2012, EC No 37/24 2002) con el último fin de realizar el control pactado en Basilea.

Por mencionar una de las muchas iniciativas, en Europa, las empresas Braun, Electrolux, HP y Sony iniciaron en el año 2002 un proyecto para el reciclaje paneuropeo, que consiste en un Sistema Integrado de Gestión (SIG) para la recogida selectiva y el reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), con el objeto de asegurar una correcta gestión ambiental en el lugar de origen (ERP 2014). Otras iniciativas más detalladas y una revisión global se pueden encontrar en Widmer et al. (2005) y en Ongondo et al. (2011).

Los dos ejemplos elegidos constituyen una muestra de los alcances y los complejos vínculos existentes entre la salud y el ambiente, incluyendo el papel clave de la atmósfera, como principal objeto de estudio en este presente trabajo. También es visible la dependencia de la escala geográfica a la hora de analizar las interacciones ambientales, lo que lleva a una cuestión fundamental en estudios espacio-temporales. La salud y el clima están caracterizados por patrones singulares del espacio y del tiempo, que conjugan los distintos determinantes a las múltiples escalas. Con ello, termina el marco general de la salud humana y se llega a las repercusiones por parte de la atmósfera en la salud humana.



# 3

## La atmósfera y sus repercusiones en la salud humana

---

### 3.1 La investigación sobre clima y salud

Es innegable que el ambiente influye de forma directa o indirecta en el estado de salud humano, existiendo, por tanto, una relación directa con el dinamismo humano de las sociedades, en el sentido social, cultural, económico y político. El organismo humano y la atmósfera se encuentran en un equilibrio físico y químico en constante intercambio. Todos los seres humanos se ven forzados a reaccionar ante los elementos atmosféricos para poder garantizar el correcto y óptimo funcionamiento orgánico.

El ambiente atmosférico puede manifestarse en tres formas diferentes de estrés (VDI 2008). La primera se refiere al complejo de factores actínicos (impactos por parte de la radiación solar, sobre todo la ultravioleta y la luz visible). La segunda es el complejo de factores aero-higiénicos (impactos de mezclas de aire de tipo sólido, líquido o gaseoso con origen natural o antropogénico; calidad de aire). Y la última es el complejo de factores térmicos (todos los elementos con participación en el estado termofisiológico del ser humano: temperatura de aire, humedad, velocidad de viento etc.), correspondiéndose, esta última con la definición establecida en este trabajo sobre el ambiente térmico desde la perspectiva biometeorológica.

Además de las mencionadas formas, están relacionados con el ambiente atmosférico el olor y el ruido. Entre las tres formas de estrés destaca especialmente el de origen térmico por la condición del ser humano como homeotermo. Para poder enumerar y detallar las claves de los numerosos estudios sobre las repercusiones

por parte de las situaciones atmosféricas, incluyendo los diversos elementos climáticos, es necesario comenzar con una problemática principal: la búsqueda de las variables con las que se puede analizar dichos impactos.

Un importante reto es la combinación de variables heterogéneas, de elementos físicos y parámetros humanos. Es más fácil imaginarse medir variables atmosféricas con instrumentos técnicos correspondientes, sin embargo, ¿cómo se puede cuantificar el grado de salud?, y por consiguiente, ¿cómo se puede medir la relación entre la salud y el ambiente?

En la actualidad, los vínculos entre las situaciones atmosféricas y la salud se investigan con metodologías epidemiológicas de tipo estadístico de correlación. Se trata de distintas variables sanitarias que figuran como indicadores y ponen de manifiesto de forma indirecta el estado de salud de una persona o de la comunidad, como un ingreso hospitalario, la compra de un medicamento, la visita al médico o, como consecuencia extrema, la muerte. Cada uno de los posibles indicadores tiene metodológicamente sus lados ventajosos así como inconvenientes relacionados con la disponibilidad de datos, la resolución espacio-temporal o el tipo de hipótesis formulada. No obstante, debido a la alta complejidad existente, debe quedar subrayado el hecho de que relacionar de forma simple las causas y los efectos se presenta como una tarea difícil.

Los impactos en la salud pueden ser caracterizados por su gravedad y el número de población afectada. Esta relación se puede observar en la Figura 3.1, la que describe en forma de pirámide cómo aumenta la gravedad pero disminuye la población afectada. Dependiendo de la gravedad estarían (de menor a mayor): las molestias puntuales de tipo respiratorio o cardíaco, el uso de medicamentos, las visitas a asistencia primaria, las llamadas 112, las consultas en urgencias, los ingresos hospitalarios y la muerte. No obstante, los impactos en la salud humana con menor gravedad pueden cambiar sus efectos a largo plazo. Las probabilidades de riesgo se elevan por las exposiciones a largo plazo (EEA 2013), como puede ser el caso de la contaminación del aire. Varios estudios demuestran una clara evidencia de que a largo plazo, la exposición repetida a niveles de contaminación moderados o bajos puede llegar a producir patologías severas (de tipo cardiovascular o respiratorio) (Pope 2000, Boldo et al. 2006, Miller et al. 2007, Sunyer 2009,

### 3.1. La investigación sobre clima y salud

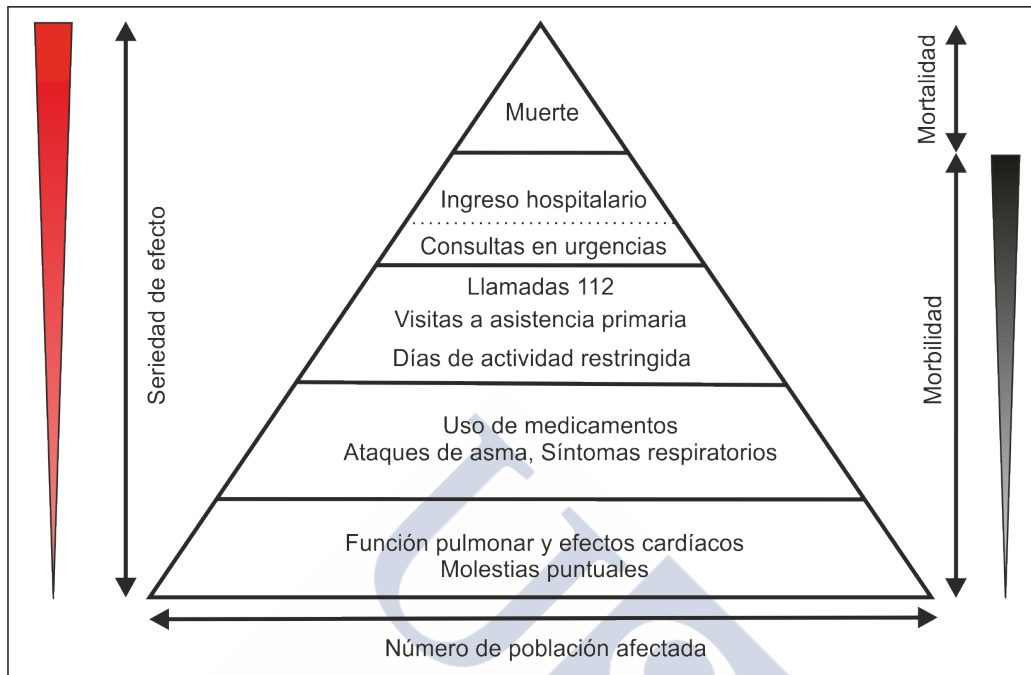
---

Lipsett et al. 2011, Cesaroni et al. 2013, Stern et al. 2013). Asimismo, el coste para el sistema de salud de los impactos con menor gravedad y mayor población afectada puede superar el de aquellas situaciones que tienen una mayor seriedad pero una menor población afectada (EEA 2013).

Algunas de las consecuencias mencionadas constituyen buenos indicadores para el análisis entre la salud humana y las variables atmosféricas. Los indicadores más utilizados en investigaciones precedentes son la mortalidad y distintos indicadores de morbilidad, como el ingreso hospitalario.

Para el uso de los indicadores en dichos análisis es necesario disponer de datos diarios (disponibilidad temporal y espacial) debido a la elevada variabilidad diaria de los elementos atmosféricos, tener una alta calidad y fiabilidad de los datos, disponer de un indicador objetivo y tener accesibilidad a los datos requeridos. La accesibilidad es uno de los límites más significativos que se puede encontrar a la hora de utilizar este tipo de datos. Las limitaciones impuestas por la accesibilidad o la disponibilidad llevaron a un elevado número de estudios a usar la mortalidad como indicador, ya que ésta destaca por su sencilla definición, su alto grado de objetividad y una buena disponibilidad en muchos países del mundo debido a su utilidad para los organismos de salud pública.

Sin embargo, recordando el concepto de salud (Capítulo 2.1), con especial hincapié en los distintos grados de salud, la mortalidad es, por un lado, la consecuencia prematura, y por otro afecta a una menor parte de la población (Laschewski y Jendritzky 2002). Obviamente, muchos de los efectos de los cambios atmosféricos en la salud humana no terminan con la muerte, sino que pueden manifestarse a través de una visita al médico de cabecera o por el uso de medicamentos. Por lo tanto, la variedad de consecuencias que se observan en la morbilidad es muy alta (Fig. 3.1). Puesto que en la morbilidad el grado de gravedad disminuye continuamente con un mayor número de población afectada, se dificulta la disponibilidad de datos en estos niveles debido a la pérdida de relevancia administrativa. Por ejemplo, tipos de datos como el número de días de actividades restringidas sólo son posibles de obtener a través de encuestas. En el sentido de la resolución temporal se afronta frecuentemente el problema de que un indicador, como por ejemplo la tasa de gripe, está disponible administrativamente, sin embargo sólo se dispone de datos semanales.



**Figura 3.1:** Efectos del ambiente sobre las enfermedades cardio-respiratorias. Fuente: modificado según EEA (2013).

Otra cuestión fundamental en este tipo de investigaciones es el irresoluble dilema de la generalización-individualización (Jendritzky et al. 1998). Este dilema pone de manifiesto un hecho bien conocido en los estudios epidemiológicos: los resultados obtenidos solo representan un promedio de un grupo específico y son poco fiables para extrapolaciones a niveles individuales.

De ahí que se debe hablar de probabilidades de que ocurran ciertos impactos bajo estas condiciones atmosféricas y con exactamente estos grupos estudiados. Un ejemplo ilustrativo es la reacción de la población a temperaturas altas. Ciertos grupos de riesgo, como los de mayor edad, tienden a tener más probabilidad de sufrir efectos negativos debido a las temperaturas extremas. No obstante, no significa que toda la población de estas características pueda sufrir tales consecuencias, y tampoco excluye a otros grupos de población que no necesariamente pertenezcan a un grupo de riesgo.

En este contexto tampoco deben ser obviados los determinantes sociales y personales de la salud, ya que representan, a nivel individual, importantes variables de confusión. Estudios epidemiológicos señalan justamente a aquellos determi-

### 3.1. La investigación sobre clima y salud

---

nantes como dominantes sobre los ambientales, aunque según Jendritzky (1993) su ausencia no significa que no tengan un efecto significativo.

A la complejidad de la investigación se añade, además, el hecho de que los elementos atmosféricos (temperatura de aire, presión atmosférica, radiación solar, etc.) condicionan el ambiente simultáneamente. Por tanto, la problemática se presenta en intentar reducirlos a uno o varios parámetros relevantes o dominantes (Kalkstein 1991, Jendritzky 1993).

La misma cuestión surge incluso con elementos concretos, como la radiación solar, ya que normalmente los efectos son derivados de un espectro electromagnético específico. Uno de los aspectos más difíciles de este tipo de análisis lo pusieron de manifiesto Jendritzky et al. (2000), señalando que los hábitos socioculturales en los países desarrollados suponen que, principalmente en invierno y durante muchas horas diarias, las condiciones ambientales sean muy diferentes entre el interior (vivienda) y el exterior (fuera de vivienda).

Toda esta complejidad que caracteriza al análisis bioclimático de las correlaciones entre el ambiente atmosférico y la salud, se traduce en un diferente uso que los investigadores han hecho de los elementos del clima como variables independientes, dando lugar a distintos enfoques metodológicos de estudio. Así, por ejemplo, De Pablo Dávila et al. (2009) usan un enfoque univariante, con un solo parámetro, tipo de tiempo, otros, la temperatura del aire (Kuneš et al. 1991, Danet et al. 1999, Raso Nadal y Peña Rabadán 2013). Diferentes autores utilizan un enfoque bivariante, combinando la temperatura y la humedad, el viento u otras variables (Hajat y Haines 2002, Díaz et al. 2006, Linares y Díaz 2008, Green et al. 2010). En otro enfoque se utilizan índices biometeorológicos, fusionando varios elementos atmosféricos (Temperatura Aparente o Temperatura Fisiológica Equivalente) (Morabito et al. 2005, Nastos y Matzarakis 2006, Baccini et al. 2008, Silva y Ribeiro 2012).

Finalmente han sido usados también índices sinópticos que clasifican las situaciones atmosféricas (sobre todo a través de las masas de aire) según los tipos de tiempo resultantes (Jamason et al. 1997, McGregor et al. 1999, De Pablo Dávila et al. 2009, 2013). Algunos estudios más recientes tienden a aplicar modelos estadísticos más avanzados para series de tiempo, teniendo en cuenta la alta complejidad ambiental (Basu 2009, Bhaskaran et al. 2009, Ye et al. 2012). No obstante, sigue

siendo una modelización de una realidad altamente compleja. Los comportamientos espacio-temporales entre salud y clima justifican el hecho de trabajar a una escala diaria. Ello se analizará en los siguientes apartados.

## 3.2 Las escalas temporales y espaciales de la salud y el clima

En primer lugar hay que mencionar la confusa utilización de los términos de “clima” y “tiempo” en el contexto de los impactos en la salud humana. El tiempo describe las condiciones y las variaciones atmosféricas en un corto plazo de horas o días en un lugar determinado. En cambio, el clima es un concepto más teórico que contiene el conjunto de las condiciones y procesos atmosféricos en términos de una amplia distribución espacial y temporal de los elementos climáticos (temperatura, radiación solar, humedad, etc.). Asimismo, se incluyen las variaciones y los eventos extremos que caracterizan una región o un lugar. También se define el clima a través de parámetros estadísticos de todos sus elementos en un largo plazo temporal (por convención, de 30 años). Además, es posible describir rasgos climáticos a través de la sucesión irregular de tipos de tiempo, los cuales aisladamente no constituirían el clima de una región.

En segundo lugar, debido a la caracterización principalmente estadística del clima, no es posible decir que el *clima* influye en la salud humana de forma aparente (Eis et al. 2010). No obstante, en la realidad, no conceptual, sí puede impactar. Lo habitual es que el organismo humano reaccione a causa de situaciones o cambios atmosféricos concretos; ésta es la razón principal por la que los estudios epidemiológicos hacen uso de una escala temporal pequeña, habitualmente la diaria. Sin embargo, la suma y frecuencia de estas situaciones atmosféricas y tipos de tiempo, justamente, caracterizan un lugar en un periodo prolongado: el clima es el tiempo a largo plazo.

Se puede comprender el concepto clima de dos formas. La primera es la que corresponde al término “tiempo”, los efectos directos de una situación atmosférica concreta; en cambio, la segunda se relaciona con los efectos de la exposición frecuente a dichas situaciones.

### 3.2. Las escalas temporales y espaciales de la salud y el clima

---

Precisamente, la exposición repetida puede llevar a una aclimatación, siempre dentro de los límites individuales y los potenciales fisiológicos del ser humano, a medio y largo plazo. La aclimatación, un proceso reversible, es muy conocida en el caso del mal agudo de montaña que afecta a personas no adaptadas a las altitudes con una presión parcial de oxígeno reducida. Clínicamente, altitudes superiores a 2.500 metros pueden provocar hipoxia, falta de oxígeno (West 2004). Pero el organismo humano es capaz de aclimatarse gradualmente a estos ambientes. El mismo efecto se puede encontrar en la exposición a la temperatura del aire y otras variables atmosféricas (Hargreaves 2008, Kondo et al. 2009). La aclimatación es un factor importante a tener en cuenta, dado que la población local está aclimatada, lo que en consecuencia también explica la distinta vulnerabilidad de la población según su zona climática (Medina-Ramón y Schwarz 2007, Ballester et al. 2011).

Esta breve descripción de los conceptos tiempo y clima resalta especialmente el distinto carácter temporal que pueden tener los procesos atmosféricos. Estas escalas temporales se hacen más complejas por la suma de la dimensión espacial, tanto en el sentido horizontal (macro-, meso- y microclima), como en el sentido vertical (capa límite planetaria, troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera). Según cada fenómeno y proceso atmosférico existen matices espaciales. No obstante, la caracterización a través de zonas climáticas permite una clasificación y, por tanto, una ordenación espacial. Desde la perspectiva meteorológica, la componente espacial es más evidente. Las ondas de Rossby se desarrollan en una macroescala, entre 2.000 km y 10.000 km, con ciclos desde varios días hasta meses; una borrasca extratropical puede tener una extensión de hasta varios miles de kilómetros y durar varios días; en cambio una tormenta se extiende localmente sobre unos pocos kilómetros y dura unas pocas horas (Clark 1985).

La escala es, indudablemente, uno de los aspectos fundamentales en cualquier trabajo de investigación (Goodchild y Quattrochi 1997). El concepto de escala puede enfocarse desde la ya observada doble perspectiva: espacial y temporal. Se podría comparar la escala con un “cuadro” desde el que se observa el planeta según los conceptos de escala aludidos. Obviamente, no sólo el clima sino también la salud humana tienen un carácter espacio-temporal. ¿Cómo se comporta la salud en las escalas espacial y temporal?

Los impactos del ambiente en la salud humana desconocen fronteras o límites, lo que nos lleva a una dimensión de dependencias globales, a una escala global con interacciones recíprocas (Chopra y Kanji 2011). Evidentemente, los impactos ambientales no afectan a todas las escalas espacio-temporales de la misma forma e intensidad. Por ejemplo, la contaminación atmosférica se caracteriza por una perspectiva global, ya que afecta a todos los habitantes del Planeta Tierra. En cambio, una intrusión contaminante en una fuente de agua puede quedar limitada a una escala local, e incluso, la fuente puede ser sustituida por otra (Bell y Samet 2010). La escala espacial de salud se expande desde los efectos en el hogar (contaminación de aire del interior o los ácaros del polvo), el barrio (basura doméstica), y la comunidad (contaminación urbana), hasta los efectos regionales (olas de calor) y globales (cambio climático) (McMichael 2003). El cambio climático no es el único cambio ambiental a escala global, junto a otros como los descritos en el apartado 2.3.2, reflejan claramente la influencia antropogénica en el ecosistema (McMichael 2003). La escala temporal de la salud humana se puede ver reflejada en muchos indicadores sanitarios. La variabilidad temporal y los comportamientos estacionales están estrechamente relacionados con la variabilidad ambiental, especialmente la atmosférica, como puede ser el aumento de las tasas de gripe en invierno o el exceso de mortalidad en las olas de calor. Estos patrones temporales se verán en los próximos apartados con más detalle. Así pues, las escalas espacio-temporales construyen el marco en el que se manifiestan las interacciones entre el ambiente y la sociedad humana.

Los impactos y efectos de clima y tiempo pueden ser directos o indirectos. Los primeros se refieren a los elementos meteorológicos o fenómenos atmosféricos, como por ejemplo la temperatura, la humedad, la radiación solar, la presión atmosférica, las olas de calor o frío, u otros eventos extremos como sequías, inundaciones, etc., que son los que ejercen presión ambiental sobre el ser humano con determinada frecuencia e intensidad. Mientras los efectos indirectos, aunque pueden ser consecuencia de los elementos climáticos, son el resultado de procesos naturales o de actividades humanas que dependen del clima, como por ejemplo los periodos prolongados de polen o cambios en el espectro de alérgenos, la con-

### 3.3. Efectos positivos del clima: climatoterapia

---

taminación del aire, la propagación de enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, la reducción de la producción alimentaria, la disponibilidad de agua potable, etc. La relación entre el cambio climático y la salud humana es un tema amplio y complejo; un mayor grado de debate sobre los efectos en la salud humana pueden encontrarse en McMichael (2013), Maantay y Becker (2012), Ebi et al. (2009), Jendritzky (2009), O'Neill et al. (2009) o McMichael et al. (2003, 2006). En el contexto del cambio climático como un fenómeno de calentamiento global, se debe mencionar la importancia de la diferente vulnerabilidad de una sociedad debido a sus diferentes niveles de recursos naturales, tecnológicos y sociales (Jendritzky 2009), y asimismo la posibilidad de la adaptación a medio y largo plazo en un sentido biológico y socio-cultural (Burton et al. 2009).

En múltiples efectos sostiene la propia atmósfera un doble papel de causa y de medio de transporte. Por eso, algunos efectos indirectos como las reacciones alérgicas a consecuencia del polen, pueden desaparecer debido a los procesos contrarios a los que los provocaron. Existen dos vías para eliminar todas las partículas en suspensión, bien por la deposición seca, únicamente por la gravedad, o bien por la deposición húmeda, con su inclusión en las gotas de las precipitaciones (Seinfeld y Pandis 2006, pág. 56). Se ve pues, como en el caso concreto del polen, la atmósfera tiene un papel como medio de transporte por el viento, y limpiador con las precipitaciones. Este carácter también es visible en el ejemplo dado en el apartado 2.3.2 sobre los impactos del mercurio en el ser humano.

El enfoque más habitual en las investigaciones sobre la relación entre el clima y la salud se concentra en los efectos negativos de las situaciones atmosféricas en la salud humana. Y es la que seguirá en este presente trabajo. Aun así, existe una rama dentro de la medicina que se ocupa de los tratamientos derivados del clima, la climatoterapia.

## **3.3 Efectos positivos del clima: climatoterapia**

Si bien el objetivo principal de este trabajo es el análisis de los efectos negativos que el binomio tiempo-clima tiene sobre la salud, se hará en este apartado una breve referencia a los efectos positivos a través de la climatoterapia. No se va a profundizar en este tema, pues la investigación y los estudios sobre estos tratamientos

son igualmente complejos y desbordaría el marco de este trabajo. En primer lugar, se debe subrayar que, per se, ni el clima ni el tiempo enferman, sino que en la mayoría de los casos, lo que provocan es un empeoramiento o mejoramiento del estado de salud (Schuh 1996, pág. 34). En segundo lugar, los límites fisiológicos de cada uno varían considerablemente dentro del potencial del cuerpo humano (dilema generalización-individualización). Lo último implica la ya mencionada aclimatación del organismo humano a otros ambientes (Jendritzky et al. 1998). Dentro de los límites, es posible entrenar el cuerpo humano y así alcanzar, por ejemplo, una mayor tolerancia para ambientes fríos o cálidos (Schuh 1996, Kondo et al. 2009). La terapia climática forma parte de la medicina preventiva y de la rehabilitación para la mejora de numerosas patologías, sobre todo de tipo atópico. La climatoterapia incluye asimismo diversas terapias específicas, como la helioterapia o la talasoterapia. La finalidad es curar determinadas enfermedades a través de la exposición del enfermo a las condiciones climáticas adecuadas a su caso; pueden ejercer efectos calmantes o tónicos, estimulantes o depresivos, y así sucesivamente, de acuerdo con la constitución física y capacidad psicológica de las personas. Para ello es necesario buscar los lugares que reúnan unas condiciones climáticas favorables para las patologías que se desea mejorar (Jendritzky et al. 1998).

#### **a. Climas de montaña**

Es frecuente la terapia climática en regiones de media-alta montaña, con altitudes aproximadas de 1.000 hasta 2.000 metros. Estas zonas se caracterizan por un aire limpio, libre de contaminación, una reducida humedad del aire y una mínima concentración de aero-alérgenos (p.ej. ácaros del polvo doméstico), lo que es favorable para el asma atópico o la dermatitis atópica (Rijssenbeek-Nouwens y Bel 2011, Schuh y Nowak 2011, Rijssenbeek-Nouwens et al. 2012, Massimo et al. 2014). No obstante, si bien la reducida presión parcial de oxígeno y el aumento de la luz ultravioleta en estas altitudes pueden ser favorables de forma general, con una exposición larga pueden convertirse en un factor de estrés para el organismo humano (Jendritzky et al. 1998). Para pacientes con enfermedades atópicas se ha demostrado que estancias mayores de cuatro semanas en la montaña les provoca una mejora significativa de la sintomatología y la calidad de vida, entre otras una

### 3.3. Efectos positivos del clima: climatoterapia

---

reducción de la hipersensibilidad o el uso de menos medicamentos (Schuh y Nowak 2011).

#### **b. Climas marítimos**

Las zonas costeras, como el Mar del Norte y el Báltico, el Mar Muerto o las Islas Canarias, son usadas frecuentemente en el caso del asma o la dermatitis como región terapéutica. El clima marítimo se caracteriza favorablemente por sus aerosoles marítimos (especialmente la sal marina), los vientos (la brisa marina), el aire limpio, el menor grado de contaminación, de forma general una menor concentración de aero alérgenos, un alto grado de humedad absoluta y relativa, una menor amplitud térmica, una mayor radiación solar combinada con un mayor *Sky View Factor* y finalmente una mayor luminosidad por la reflexión de luz. No obstante, no se deben olvidar las diferencias climáticas regionales, como por ejemplo entre el clima del Mar Muerto o las Islas Canarias y el Mar del Norte, haciendo hincapié en un reducido estrés térmico por calor en el último caso. Este clima descrito es excelente para la prevención de enfermedades respiratorias (no alérgicas), como por ejemplo el resfriado común, ya que conduce a una mayor capacidad de resistencia a estas infecciones por la inhalación de aire limpio y de aerosoles marítimos (Schuh 1996, pág. 106). Además de ser favorable para pacientes con patologías crónicas, como puede ser la bronquitis (Jendritzky et al. 1998). Al igual que en el clima de montaña, los pacientes con enfermedades atópicas (la dermatitis, el asma o la rinitis alérgica) muestran mejoras significativas en la sintomatología (Schuh y Nowak 2011).

Por último, un breve comentario sobre la helioterapia, que es posible en ambos climas mencionados anteriormente, además de una terapia artificial. Una de las finalidades de la helioterapia es incrementar la síntesis de la vitamina D<sup>3</sup> (que sólo es posible a través de la radiación ultravioleta B), a través de una exposición sistemática del cuerpo desnudo a la radiación solar. La deficiencia de la vitamina D<sup>3</sup> en la actualidad es considerada pandémica (Holick y Chen 2008). Existe una evidencia clara entre esta deficiencia y varias patologías crónicas, como por ejemplo la osteoporosis o el reumatismo (Lips y Schoor van 2011, Cutolo 2013).

En la helioterapia el grupo de patologías tratadas más importante es la dermatopatía (p. ej. la psoriasis).

Para terminar, aunque existen evidencias sobre los efectos positivos de las climatoterapias en varios estudios, sigue siendo necesario seguir investigando acerca de este tipo de tratamientos (Massimo et al. 2014). En muchos países se incorporan tratamientos de tipo climático en el sistema de salud, que pueden ser más económicos que otras alternativas (Schuh y Nowak 2011).

## **3.4 Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas**

Son muchos los trabajos realizados hasta el momento sobre las relaciones entre el ambiente atmosférico y la salud a través de muy diversos indicadores. Sería muy costoso y arduo describir los resultados de todos ellos aquí; por ello, se presentará a continuación algunos de los resultados que parecen relevantes en la actualidad sobre las relaciones de los indicadores más importantes para esta investigación descritos en el apartado 3.1 con los cambios y características del ambiente atmosférico.

### **3.4.1. Mortalidad y morbilidad**

La evolución de la morbi-mortalidad está sustancialmente condicionada por una exposición continuada a la variación diaria y estacional de la atmósfera. Nuestros hábitos socioculturales también constituyen indicadores habituales para reflejar los efectos que dicha exposición puede tener sobre la salud de la población. La estacionalidad es un fenómeno natural presente en muchos parámetros fisiológicos y endocrinos. En la Figura 3.2, se puede observar este carácter cíclico de las tasas de mortalidad para el conjunto de varios municipios gallegos, alcanzando los valores máximos en invierno y los mínimos en verano, interrumpidos por altos picos de excesos puntuales de mortalidad. A continuación, se analizará cómo actúan diferentes parámetros atmosféricos sobre estos indicadores.

Los efectos e impactos en la morbi-mortalidad producidos por las variables meteorológicas, especialmente la temperatura, han sido objeto de estudio en las

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---

últimas décadas en numerosos trabajos a nivel internacional, si bien con mayor foco en Europa y Norteamérica.

- Mortalidad: Kalkstein y Davis (1989), Kalkstein y Greene (1997), Braga et al. (2002), Healy (2003), Díaz et al. (2006), Kim et al. (2006), Analitis et al. (2008), Kovats y Hajat (2008), McMichael et al. (2008), Chung et al. (2009), Taracido Trunk et al. (2009), D'Ippoliti et al. (2010), Fernández-Raga et al. (2010), Hajat y Kosatky (2010), Gómez-Acebo et al. (2012) y Breitner et al. (2014)
- Morbilidad:
  - Ingresos hospitalarios: Rosas et al. (1998), McGregor et al. (1999), Chang et al. (2004), Ebi et al. (2004), Kovats et al. (2004), Panagiotakos et al. (2004), Schwartz et al. (2004), Linares y Díaz (2008), Michelozzi (2008), De Pablo Dávila et al. (2009), Lin et al. (2009), Green et al. (2010), Olcina Cantos y Martín Estévez (2012), Schaffer et al. (2012), Ye et al. (2012), Åström et al. (2013), De Pablo Dávila et al. (2013) y Zhang et al. (2014).
  - Visitas a urgencias: Schwartz et al. (1993), Hajat y Haines (2002), Trejo et al. (2005), Knowlton et al. (2009), Stieb et al. (2009) y Schaffer et al. (2012).
  - Llamadas a emergencias: Carracedo-Martinez et al. (2008), Schaffer et al. (2012) y Kue y Dyer (2013).
  - Consumo de medicamentos: Zeghnoun et al. (1999), Fuhrman et al. (2007) y Matzarakis et al. (2008).

#### 3.4.1.1. El ambiente térmico

En este apartado se centra en algunos de los resultados más relevantes y significativos de la utilización de la mortalidad y de los ingresos hospitalarios como indicadores representativos de la morbilidad en el ambiente térmico. En términos generales, en todos los casos observados se ha encontrado un comportamiento similar, aunque con formas y magnitudes variables según la población y la zona

climática (McMichael et al. 2008). Particularmente, los episodios de estrés térmico extremo debido a altas o bajas temperaturas han sido y son de gran interés científico y político, sobre todo en el contexto del cambio climático (Patz et al. 2005, IPCC 2014), y todavía más, desde la ola de calor más significativa en los últimos 500 años en Europa, la del año 2003 (Coumou y Rahmstorf 2012).

No resulta sencillo encontrar una conexión entre los factores atmosféricos y la morbi-mortalidad (Hajat y Kosatky 2010), aun existiendo evidencias sobre los efectos del calor y del frío. Estos efectos se manifiestan de forma directa (un golpe de calor o la hipertermia), y también pueden estar presentes en otras patologías que no están directamente relacionadas con el ambiente térmico, como por ejemplo enfermedades respiratorias o cardiovasculares. En países desarrollados el número de casos de morbi-mortalidad por las patologías relacionadas con la termorregulación, el enfriamiento o calentamiento del organismo humano (hipotermia o hipertermia), es relativamente poco frecuente (Keatinge 2002). Es común que las víctimas de una hipotermia al aire libre son personas socialmente desfavorecidas, alcohólicos, desamparados, o también personas de edad avanzada que durante un paseo no encuentran el camino de vuelta (Hassi 2005). Estas patologías inequívocas relacionadas se pueden observar sobre todo en los episodios cortos de olas de calor o de frío. No obstante, temperaturas de menor rango también tienen sus efectos constantes sobre los seres humanos (Curriero et al. 2002).

El aumento de las tasas de morbi-mortalidad durante una ola de calor o de frío se relaciona estrechamente con patologías respiratorias y cardiovasculares, debido a la implicación de ambos sistemas orgánicos en la necesaria regulación termofisiológica (Wong et al. 2011). Ante una situación de estrés térmico por calor, el organismo reacciona fisiológicamente con el objetivo principal de perder energía y así mantener la temperatura corporal en torno a los 37 °C (Guyton y Hall 2011, pág. 872). Por un lado se inicia el proceso de vasodilatación en la circulación periférica, lo que permite al cuerpo aumentar el flujo sanguíneo y perder el calor a través de convección desde la superficie de la piel. Estos cambios en el flujo y en el volumen sanguíneo afectan negativamente a la regulación de la presión sanguínea. El primero implica especialmente al sistema cardiovascular, un aumento de la viscosidad de la sangre y de los niveles de colesterol en sangre (Huynen et al. 2001), lo que explica el mayor riesgo para la población con patologías cardiovasculares.

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

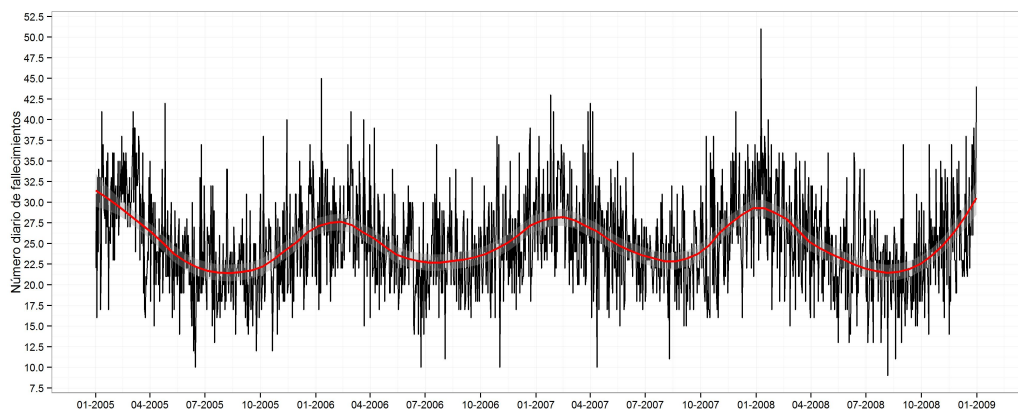
Por otro, de forma complementaria, se produce la sudoración en la superficie de la piel, con la que se logra una mayor pérdida de calor a través de la evaporación del sudor.

Durante un episodio de estrés térmico por frío el organismo debe conservar el calor, para lo cual el cuerpo humano reduce el flujo sanguíneo hacia la periferia (vasoconstricción) y disminuye los movimientos de convección en la piel (piloerección) (Guyton y Hall 2011, pág. 872). Además, el organismo humano es capaz de producir calor a través del metabolismo basal (reacciones químicas intracelulares) y muscular (actividad física y temblores o escalofríos). En este caso se observa un incremento de la tensión arterial y un aumento de la agregación plasmática (Ballester 1996).

El balance energético del cuerpo humano está descrito por la siguiente ecuación (Parsons 2014):

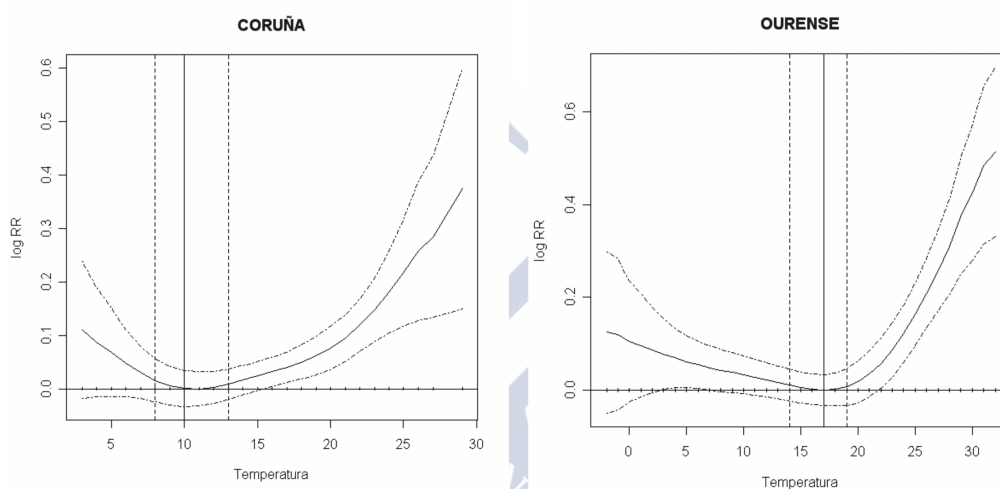
$$M - W = E + R + C + K + S \quad (3.1)$$

La ecuación 3.1 representa la forma más generalizada y básica de definir el balance energético en su sentido físico más estricto; en el lado izquierdo las ganancias de calor, con el metabolismo (M) y el trabajo mecánico (W); en el lado derecho las pérdidas de calor debidas a la conducción (K), convección (C), radiación (R) y evaporación (E).



**Figura 3.2:** Número de fallecimientos entre 2005 y 2008, por todas las causas (sin externas) para los municipios de Santiago de Compostela, Ferrol, Vigo, A Coruña, Lugo, Pontevedra. Datos: Xunta de Galicia (SERGAS).

Los estudios epidemiológicos enfocados en los impactos térmicos tienen, como último fin, conocer la vulnerabilidad de la población local y buscar formas para minimizar dichos efectos. Así, en los trabajos se pretende cuantificar, por un lado, el umbral térmico dónde la morbi-mortalidad es mínima (la zona termoneutral); y por otro, la pendiente lineal o el riesgo relativo de mortalidad o morbilidad, que describe cuánto aumenta la tasa sobre cada 1 °C de incremento.



**Figura 3.3:** El efecto de la temperatura media diaria sobre el riesgo de muerte en Ourense y A Coruña. Fuente: Taracido Trunk et al. (2009).

En múltiples estudios se ha encontrado que la típica relación entre la mortalidad y la temperatura recuerda la forma de una “U” o “V” (Fig. 3.3). Se trata de una correlación no-lineal (Baccini et al. 2008), con temperaturas termoneutrales que varían en un intervalo entre 17 °C y 29 °C según la zona climática (Tab. 3.1) (McMichael et al. 2008). La temperatura termoneutral (*threshold temperature*) describe el mínimo de la morbi-mortalidad. La misma observación se ha podido hacer en los ingresos hospitalarios (Kovats et al. 2004, Linares y Díaz 2008, Ye et al. 2012). La pendiente y el punto termoneutral varían de forma importante según el clima y la población local con su específico carácter demográfico, socioeconómico y adaptativo.

En el trabajo realizado por Baccini et al. (2008) en Europa sobre los efectos de la mortalidad en olas de calor, se ha obtenido para todas las causas (sin externas) un valor medio del punto termoneutral en las ciudades mediterráneas de 29,4 °C,

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

**Tabla 3.1:** Puntos termoneutrales para la mortalidad en el mundo de temperaturas bajas y altas

Ciudad	Punto termoneutral ( °C) (95 % IC)*	
	Inferior (frío <sup>a</sup> )	Superior (calor <sup>b</sup> )
Ljubljana	17 (7-20)	17 (7-20)
Bucarest	22 (20-22)	22 (20-22)
Sofia	16 (15-17)	16 (15-17)
Nueva Delhi	19 (-39) <sup>c</sup>	29 (8-30)
Monterrey	17 (13-19)	31 (31-33)
Ciudad de México	15 (14-15)	18 (8-21)
Chiang Mai	19 (-20) <sup>c</sup>	28 (17-.) <sup>d</sup>
Bangkok	29 (29-30)	29 (29-30)
Salvador	23 (-30) <sup>d</sup>	23 (20-27)
Sao Paulo	21 (18-22)	23 (19-23)
Santiago de Chile	16 (14-20)	16 (14-20)
Ciudad del Cabo	17 (15-22)	17 (15-22)

Fuente: McMichael et al. (2008).

\* Definición: IC = intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Umbral termoneutral inferior y

<sup>b</sup> superior con un modelo *linear spline hockey stick*.

<sup>c</sup> IC sobrepasa el limite del rango de las temperaturas observadas.

y de 23 °C en las ciudades norcontinentales. En el mismo trabajo indican que los puntos termoneutrales entre las distintas enfermedades (respiratorias y cardiovasculares) se sitúan cerca de los puntos de la mortalidad total. La termoneutralidad en la morbilidad muestra resultados similares. En la ciudad de Nueva York se ha observado un punto termoneutral de 28,9 °C (Lin et al. 2009), y en cambio, en otro estudio se ha obtenido un umbral de 23 °C en la ciudad de Londres, en ambos casos para patologías respiratorias (Kovats et al. 2004).

En esta variabilidad del punto termoneutral se ve reflejada la aclimatación, ya que se asocia con la temperatura media del verano, o sea, se puede observar a partir de una mayor temperatura media estacional un punto termoneutral más elevado (Hajat y Kosatky 2010). Por esta razón se debe subrayar que los valores representan las conductas personales, la cultura y la adaptación fisiológica a medio y largo plazo de la población local (Ballester et al. 2003). Asimismo, posiblemente los distintos estados de aclimatación están relacionados con una mayor heterogeneidad demostrada en el estudio europeo para las ciudades mediterráneas en comparación con las ciudades norcontinentales (Baccini et al. 2008). No obstante, Hajat y Kosatky (2010) indican que parte de las heterogeneidades pueden ser explicadas por la densidad poblacional, el producto interior bruto o la distribución por edades.

Los riesgos de mortalidad varían según el clima; desde ningún incremento de la mortalidad del 0 por cada grado de aumento térmico para Dublín, hasta incrementos del 18,8 % por cada grado, para Monterrey (México) (Tab. 3.3) (Baccini et al. 2008, Hajat y Kosatky 2010). No obstante, Helsinki, una ciudad más septentrional que Dublín, tiene un mayor riesgo, del 3,7 %/ 1 °C, lo que añade, además de las temperaturas medias ya indicadas, el factor de la mayor variabilidad de las temperaturas estivales (Baccini et al. 2008). Esta variabilidad observada la han confirmado McMichael et al. (2008) en un estudio global, incluyendo una alta representación de zonas climáticas. De todas formas, en comparación con los puntos termoneutrales, la distribución de los riesgos es más heterogénea y no está directamente correlacionada con la latitud (Kovats y Hajat 2008).

En el caso de los riesgos de hospitalización, que también varían según el clima, se pueden observar riesgos según la edad, la patología y el área de estudio (Tab. 3.2), desde un incremento de los ingresos hospitalarios del 0 % por cada grado

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

**Tabla 3.2:** Las diferencias de riesgos de mortalidad por todas las causas naturales, las respiratorias y las cardiovasculares entre las ciudades mediterráneas y norcontinentales en Europa

Edad (años)	Ciudades mediterráneas		Ciudades norcontinentales	
	% cambio *	95 % IC	% cambio *	95 % IC
<b>Mortalidad Total**</b>				
Todas	3,12	(0,60 a 5,73)	1,84	(0,06 a 3,64)
15-64	0,92	(-1,29 a 3,13)	1,31	(-0,94 a 3,72)
65-74	2,13	(-0,42 a 4,74)	1,65	(-0,51 a 3,87)
75+	4,22	(1,33 a 7,20)	2,07	(0,24 a 3,89)
<b>Mortalidad cardiovascular</b>				
Todas	3,7	(0,36 a 7,04)	2,44	(-0,09 a 5,32)
15-64	0,57	(-2,47 a 3,83)	1,04	(-2,20 a 4,92)
65-74	1,92	(-1,49 a 5,35)	1,50	(-1,12 a 4,62)
75+	4,66	(1,13 a 8,18)	2,55	(-0,24 a 5,51)
<b>Mortalidad respiratoria</b>				
Todas	6,71	(2,43 a 11,26)	6,10	(2,46 a 11,08)
15-64	1,54	(-3,68 a 7,22)	3,02	(-1,55 a 7,42)
65-74	3,37	(-1,46 a 8,22)	3,90	(-0,16 a 8,92)
75+	8,1	(3,24 a 13,37)	6,62	(3,04 a 11,42)

Fuente: Baccini et al. (2008).

\* Incremento por cada 1 °C en la temperatura aparente máxima.

\*\* Sin causas externas

de aumento térmico (temperatura aparente máxima) para Dublín, en patologías respiratorias y todas las edades, hasta incrementos del 3,9 % en Roma (Michelozzi et al. 2009).

**Tabla 3.3:** Riesgos de ingresos hospitalarios por causas respiratorias en varias ciudades europeas y grupos de edades

Ciudades	Percentil 90 de Tappmax	% cambio (95 % IC)*		
		Todas las edades	65-74 años	75+ años
Barcelona	30,8	1,3 (-2,7 a 5,5)	2,6 (-5,9 a 11,8)	1,6 (-5,0 a 8,6)
Budapest	28,9	-1,4 (-4,4 a 1,6)	-0,3 (-7,3 a 7,3)	-0,6 (-6,1 a 7,9)
Dublín	19,7	0,0 (-2,2 a 2,2)	0,5 (-4,8 a 6,1)	-1,2 (-5,7 a 3,6)
Ljubljana	27,3	-0,2 (-6,8 a 6,9)	3,8 (-13,5 a 24,5)	-4,9 (-19,6 a 13,2)
Londres	24,6	1,7 (0,7 a 2,8)	3,6 (1,2 a 6,1)	4,9 (3,1 a 6,8)
Milán	33,8	2,2 (0,1 a 4,4)	3,6 (-1,4 a 8,9)	5,1 (1,0 a 9,2)
París	27,8	1,3 (-0,7 a 3,2)	-0,9 (-6,1 a 4,6)	1,9 (-2,6 a 6,7)
Roma	34,5	3,9 (0,5 a 7,4)	-5,0 (-11,4 a 1,9)	6,9 (1,0 a 13,2)
Estocolomo	22,8	2,7 (0,5 a 4,9)	8,4 (3,7 a 13,2)	5,2 (1,7 a 8,9)
Turín	31,2	3,1 (-1,4 a 7,9)	-2,4 (-12,6 a 9,0)	-0,4 (-8,6 a 8,6)
Valencia	36,4	-0,7 (-5,2 a 3,9)	-6,2 (-15,5 a 4,1)	7,6 (0,2 a 15,5)

Definiciones: IC = intervalo de confianza; Tappmax = temperatura aparente máxima. \* Cambios porcentuales en los ingresos hospitalarios por un incremento de 1 °C en el percentil 90 de Tappmax ( °C) (lag 0-3). Fuente: Michelozzi et al. (2009).

No obstante, no en todos los casos se trataría de una pendiente lineal (Kovats y Hajat 2008, Taracido Trunk et al. 2009), lo que dificulta la comparación y la habitual indicación del riesgo sobre 1 °C de incremento (Baccini et al. 2008). Además, hay que destacar que los distintos estudios llevados a cabo en las últimas décadas muestran una gran variedad de metodologías estadísticas a la hora de modelizar los efectos y controlar las variables confusoras (Armstrong 2006, Gasparrinia et al. 2010, Ye et al. 2012).

Los grupos de riesgo encontrados habitualmente en todos los estudios están asociados con factores como la edad, uno de los más importantes según Ballester (1996) (mayores de 65 años y niños), el estado de salud (especialmente padecer una patología crónica de tipo respiratorio o cardiovascular) y el estado socioeconómico (condición de vivienda, nivel de ingresos, etc.) (Laschewski y Jendritzky 2002, Díaz et al. 2006, Hajat et al. 2007, Kovats y Hajat 2008, Green et al. 2010, Parsons 2014).

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---

- Los trabajos realizados indican un incremento significativo, incluso exponencial, del riesgo para las personas con edades superiores a los 50 años (Basu y Samet 2002, Schwartz et al. 2004, Díaz et al. 2006, Kovats y Hajat 2008, Knowlton et al. 2009, Robine et al. 2012), y especialmente las personas con más de 75 años (Linares y Díaz 2008, Michelozzi 2008). La vulnerabilidad en estos grupos de edad está parcialmente relacionada con determinantes sociales, como por ejemplo el nivel de aislamiento social (Kovats y Hajat 2008); pero también como precisa Robine et al. (2012), la acumulación de eventos de salud pasados y la exposición a múltiples factores ambientales durante la vida de cada individuo, han tenido como consecuencia la pérdida de la capacidad de reacción fisiológica adecuada. Finalmente, la morbi-mortalidad está directamente relacionada con el envejecimiento de la población.
- Los niños no parecen tener un mayor riesgo significativo de mortalidad por impactos debidos al calor (Naughton et al. 2002, Ishigami et al. 2008). Sin embargo, Hajat et al. (2005) han observado una mayor mortalidad en patologías respiratorias en niños menores de 15 años en la ciudad de Nueva Delhi. Asimismo, Kovats et al. (2004) señalan un incremento en los ingresos hospitalarios para niños menores de cinco años en patologías relacionadas por los efectos de calor. Otra excepción la representan los niños menores de 1 año en los que sí se asocia con un incremento en la mortalidad, relacionado con el estrés térmico por calor (Xu et al. 2014).
- Las diferencias de género en las tasas de mortalidad a causa del estrés térmico no son claras. No obstante, Borrell et al. (2006) señalan en un estudio específico para el género y la edad sobre la ola de calor de Agosto 2003 en Europa, que la tasa de mortalidad de los hombres duplica a la de las mujeres a la edad de 65 años. En cambio, Havenith (2005) especifica en general una mayor vulnerabilidad de las mujeres debido a causas fisiológicas, lo que también reflejan otros estudios (Borrell et al. 2006, Ishigami et al. 2008, Kovats y Hajat 2008, Castro et al. 2011, Harlan et al. 2014). Además, se ha observado que las mujeres tienden a tener mayores riesgos de hospitalización en periodos de bajas temperaturas para patologías cardiovasculares (Ye et

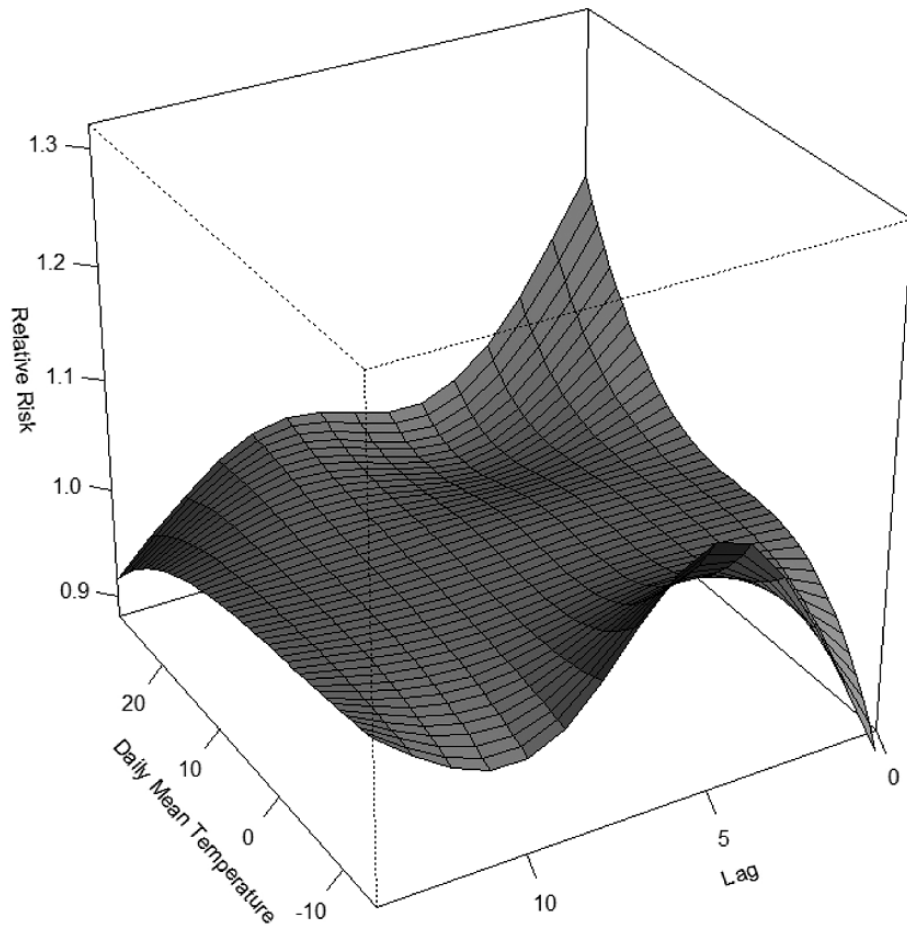
al. 2012). Por contrario, Green et al. (2010) no han encontrado ninguna diferencia por género en los ingresos hospitalarios de California.

- La influencia de las enfermedades crónicas se puede ver en patologías como la diabetes. El riesgo de mortalidad para personas con diabetes aumenta con las olas de calor en un 50 % (Medina-Ramón et al. 2006) y especialmente si la persona pertenece a un grupo de edad avanzada (Schwartz 2005, Zanobetti et al. 2012). Pacientes con enfermedades crónicas de tipo cardiovascular tienden a sufrir mayores riesgos de tener una insuficiencia renal aguda debido al impacto por calor (Kovats et al. 2004). En otro trabajo, realizado por Liang et al. (2009), se han encontrado incrementos de visitas a urgencias en pacientes con enfermedades pulmonares obstructivas crónicas cuando ha habido grandes amplitudes térmicas.
- La importancia del nivel socioeconómico y de factores culturales ha quedado reflejada en el ejemplo dado en el capítulo 2.3.1, sobre el acceso a un aparato de aire acondicionado (O'Neill et al. 2005), pero también es visible en el tipo de construcción de vivienda o la mala ventilación en las mismas (Analitis et al. 2008, Kovats y Hajat 2008, Ye et al. 2012). Borrell et al. (2006) indican un mayor riesgo de mortalidad para personas con menor nivel de formación educativa en Barcelona. En un estudio sobre siete ciudades estadounidenses resalta también el riesgo, 10 veces mayor, en el caso de un bajo nivel educativo (O'Neill et al. 2002).

Cabría decir como conclusión que todavía existe un vacío importante en el análisis de los efectos del ambiente térmico según las diferencias de género, edad o nivel socioeconómico. Una observación a tener en cuenta es la variabilidad poblacional interanual, que resulta de los cambios de su propia dinámica (Baccini et al. 2008, Rocklöv et al. 2009). Esta variabilidad puede influir en aquellos grupos de riesgo que concentran la mayor parte de los impactos detectados. Estos ejemplos muestran unos comportamientos que se seguirán viendo en las relaciones de la morbi-mortalidad, y que se han descrito como determinantes sociales para la salud en el apartado 2.3.1.

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---



**Figura 3.4:** Riesgo de mortalidad en la relación entre la temperatura media diaria y el desfase del efecto para enfermedades cardiovasculares en todas las edades, en la ciudad de Núremberg. Fuente: Breitner et al. (2014).

Entre los efectos observados en la mortalidad destaca especialmente el retraso de las tasas con respecto a las temperaturas y las muertes anticipadas. El primero se refiere al hecho observado de que la mortalidad y también la morbilidad no siguen en todos los casos a la temperatura de forma directa, sino que puede tener un retraso de un día hasta una semana (Mackenbach et al. 1993, Ye et al. 2012). Sin embargo, existen diferencias significativas entre el impacto por calor y frío observado en la mayoría de las patologías (Fig. 3.4); en el primer caso, los efectos son cuasi-directos (0-1 día de retraso), y en el segundo pueden prolongarse hasta una semana (Braga et al. 2002, Curriero et al. 2002, Schwartz et al. 2004, Kovats y Hajat 2008, Rocklöv y Forsberg 2008, Basu 2009, Lin et al. 2009, Green et al. 2010). Incluso, Patz et al. (2005) señala una tasa de mortalidad más elevada al principio del verano, probablemente debido a la falta de adaptación estacional de la población local (Laschewski y Jendritzky 2002, Baccini et al. 2008). No obstante, las observaciones hechas en los estudios de los ingresos hospitalarios representan una alta variabilidad. Por ejemplo, Green et al. (2010) obtuvieron únicamente resultados en el mismo día del evento atmosférico, pero Chang et al. (2004) describen retrasos mayores a un mes en patologías cardiovasculares.

Con respecto al segundo efecto, las muertes anticipadas (*mortality displacement, harvesting effect*), se ha observado en algunas ocasiones (Kalkstein 1993, Hajat et al. 2005, Basagaña et al. 2011, Baccini et al. 2013) que tras altos picos de mortalidad durante una ola de calor, se producen unas tasas inferiores, aparentemente compensando lo anterior. Ello sugiere que una parte de los fallecimientos previos hubieran muerto de todos modos a corto plazo debido a su avanzado estado de enfermedad o edad (Kalkstein 1993, Laschewski y Jendritzky 2002, Hajat et al. 2005, D'Ippoliti et al. 2010). No obstante, sólo representa una parte y no se debe considerarlo como patrón único para todas las poblaciones (D'Ippoliti et al. 2010).

En un trabajo realizado por Baccini et al. (2013) se concluye que hay un mayor efecto de muertes anticipadas en las ciudades septentrionales de Europa que en las mediterráneas. Respecto a posibles efectos de ingresos hospitalarios anticipados no existen evidencias sobre un comportamiento similar (Ye et al. 2012); así Schwartz et al. (2004) no han encontrado ningún efecto en su estudio sobre la influencia de las temperaturas bajas en la morbilidad. Sin embargo, todavía deben seguir las investigaciones sobre este efecto para confirmar esta tendencia actual. Además,

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---

Rocklöv et al. (2009) describen otro efecto parecido de reducida mortalidad en verano después de un invierno con una alta tasa debida a patologías respiratorias y cardiovasculares, concluyendo que existe una posible dependencia entre las estaciones consecutivas.

En la comparativa entre mortalidad y morbilidad no se han detectado magnitudes similares. Contrariamente a esto, los efectos no son tan pronunciados como lo son en los ingresos hospitalarios (Linares y Díaz 2008, Michelozzi 2008). Lo que confirma la hipótesis de que algunas patologías, por ejemplo las cardiovasculares que pueden derivar de la exposición a altas temperaturas, la muerte ocurre antes de una posible atención médica (Kovats et al. 2004, Mastrangelo et al. 2006). Este tipo de situaciones es fiel reflejo del carácter crónico de las enfermedades cardiovasculares y sus efectos agudos y repentinos (Chang et al. 2004). En una revisión de los efectos de la temperatura en la morbilidad, menciona Ye et al. (2012) una posible explicación que se refiere a que las patologías relacionadas con el ambiente térmico podrían estar listadas como enfermedad secundaria del diagnóstico clínico.

Después de haber centrado mayormente en los impactos por calor, se debe resaltar el estrés térmico por frío que también ha sido un importante objeto de estudio. La complejidad del análisis de los efectos del ambiente térmico frío aumenta considerablemente (Havenith 2005), ya que, en primer lugar, las patologías relacionadas son todavía menos evidentes que las causadas por la exposición al calor intenso y, en segundo lugar, las bajas temperaturas pueden ser una causa secundaria. Es más, Hassi (2005) concluye que el enfriamiento del cuerpo en un ambiente térmico frío representa un catalizador que acelera o induce otras patologías que pueden desembocar en la muerte o en un ingreso hospitalario. Lo que explica los picos más suaves en olas de frío en comparación con aquellos más dramáticos durante periodos de calor (Conlon et al. 2011). El exceso de morbi-mortalidad en las enfermedades respiratorias y cardiovasculares de los episodios invernales tiene un gran interés. En la mayoría de los países europeos se produce un incremento de mortalidad comprendido entre el 5 y el 30 % en invierno (Healy 2003).

Las investigaciones que se refieren al exceso (aumento) o la estacionalidad de la morbilidad durante el invierno son escasas en comparación con las de la mortalidad (Fleming 2000, Rudge y Gilchrist 2005, Conlon et al. 2011). Aunque

existen claros indicios de un (aumento) exceso, especialmente en las enfermedades respiratorias, los estudios en general son inconsistentes (Chang et al. 2004). En el estudio dirigido por Green et al. (2010) para el estado de California (EEUU), indican otra posible explicación en cuanto al aparente descenso de la morbilidad: las diferencias en el uso del sistema de salud debido al nivel socioeconómico.

A diferencia del estrés térmico por calor, los impactos en la mortalidad a causa de las temperaturas bajas no parecen tener una relación tan clara (Kalkstein y Greene 1997). Laschewski y Jendritzky (2002) argumentan que esta diferencia podría deberse a un mayor número de exposiciones directas en verano en comparación con el invierno, en el que se suele pasar más tiempo en espacios cerrados. No obstante, justo el exceso de morbi-mortalidad en invierno en grupos de avanzada edad puede estar relacionado por el riesgo de un ambiente interior más frío a causa de la pobreza energética y, en consecuencia en términos generales, a causa del estado socioeconómico (Rudge y Gilchrist 2005).

La razón del incremento en invierno se encuentra en que las bajas temperaturas exigen un esfuerzo al sistema cardiovascular debido a la termorregulación, como ya se ha explicado anteriormente. Adicionalmente a los mecanismos y efectos de la termorregulación ya explicados, se ponen en marcha otros, como la broncoconstricción al inhalar aire frío, lo que lleva a una reducción del flujo de aire en los pulmones.

El efecto de la aclimatación de la población local también es confirmado en los impactos por frío. Existe la evidencia de una mayor vulnerabilidad ante temperaturas bajas en lugares con inviernos más moderados que en aquellos que padecen inviernos más rigurosos (Eurowinter-Group 1997, Curriero et al. 2002, Díaz et al. 2005, Analitis et al. 2008). Asimismo, Hassi (2005) señala una asociación entre las altas tasas de mortalidad y las bajas temperaturas en el interior de las viviendas, una limitada calefacción en las habitaciones, una baja proporción de personas con la ropa adecuada y la inactividad física. La misma observación han hecho Rudge y Gilchrist (2005) en un estudio sobre morbilidad en Londres para personas mayores. La falta de adaptación fisiológica y de conducta adecuada explicarían así la mayor vulnerabilidad ante el estrés térmico por frío, sobre todo en lugares con climas más suaves (Healy 2003, Analitis et al. 2008).

Pattenden et al. (2003) describen que con situaciones de temperaturas extre-

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---

madamente bajas en Londres y Sofía se produce un incremento de la mortalidad por todas las causas del 4,2 % y 1,8 % respectivamente por cada 1 °C por debajo del percentil 10. Resultados de un estudio europeo (Analitis et al. 2008) indican un aumento del riesgo (por cada 1 °C de descenso en la temperatura mínima aparente) en las ciudades mediterráneas en patologías respiratorias (2,98 %) y en cardiovasculares (2,29 %). En cambio, en las ciudades del centro y del norte de Europa se han observado incrementos del 3,87 % en enfermedades respiratorias, y del 1,41 % en cardiovasculares. Aun así, el estudio *Eurowinter* ha detectado mayores efectos del frío en patologías respiratorias en países con temperaturas invernales más suaves, y con ningún efecto significativo en los casos cardiovasculares o en las enfermedades isquémicas del corazón (Eurowinter-Group 1997).

No obstante, otros estudios demostraron efectos significativos para la relación entre bajas temperaturas y las patologías cardiovasculares en los meses invernales (Ballester et al. 1997, Huynen et al. 2001, Díaz et al. 2005, Breitner et al. 2014). Existen escasos estudios sobre los efectos del ambiente térmico por frío en la morbilidad. Un ejemplo, en un trabajo realizado por Morabito et al. (2011) se han detectado incrementos del 16,5 % de hemorragias intracerebrales primarias, asociados con caídas de la temperatura del aire de 5 °C en personas mayores de los 65 años. En varios trabajos han dado esencial importancia a la mortalidad cardíaca por la hipótesis de que el frío afecta especialmente al sistema cardiovascular, como anteriormente se ha explicado en el contexto de la termorregulación.

Justamente, Keatinge (2002) apunta a que la trombosis coronaria aumenta bruscamente con temperaturas bajas y tiene su máximo dos días después de la temperatura mínima alcanzada. En consecuencia, el enfriamiento del cuerpo puede llevar a una trombosis, una oclusión aguda de una arteria, resultado de los cambios en los flujos sanguíneos de la periferia a las partes centrales del cuerpo. De este modo se concentra un mayor volumen de sangre en el núcleo corporal y el organismo reacciona reduciendo el volumen por eliminación de agua y sal, lo que incrementa la viscosidad, y por tanto el riesgo de una oclusión. Con todo, se ha observado que podría tratarse de un constante estrés térmico por frío en los meses invernales (Hassi 2005). La temperatura de la piel en las extremidades en exposición a bajas temperaturas normalmente disminuye, en el exterior y también en el interior. No obstante, Keatinge y otros investigadores (Eurowinter-Group 1997)

subrayan una posible mayor relevancia y relación con las conductas personales, por ejemplo, breves exposiciones en el exterior sin la ropa adecuada.

Las bajas temperaturas no son las únicas causas de los incrementos de la morbi-mortalidad invernal, sino que se complementan con la presencia considerable de enfermedades infecciosas, como por ejemplo la influenza (Simonsen et al. 2000, Thompson et al. 2004, Analitis et al. 2008). Las causas estacionales de las enfermedades infecciosas, y más concretamente de las patologías respiratorias, son imposibles de reducir a un único factor. Las enfermedades respiratorias se manifiestan con aumentos más suaves y tienen un retraso de 12 días después del evento máximo de frío (Keatinge 2002). En otro trabajo, en Finlandia, los investigadores observaron una disminución de la temperatura y de la humedad para tres días y dos semanas antes de la aparición de incrementos significativos de infecciones del tracto respiratorio (Mäkinen et al. 2009).

Es una compleja interacción de muchos factores, desde los ambientales, a los patógenos, los vectores, o las interacciones entre distintos patógenos; hasta los factores conductuales y socioeconómicos del ser humano (Fisman 2007). Evidentemente, las bajas temperaturas en combinación con otros elementos climáticos tienen un papel clave en los incrementos de la morbi-mortalidad invernal por las enfermedades respiratorias (Bøkenes et al. 2004). En la actualidad siguen quedando muchas dudas por aclarar acerca de estos comportamientos temporales. No obstante, se puede considerar probado que existe un mayor riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas a causa del hecho de que la población pasa más tiempo en invierno en el interior, en espacios cerrados que tienen una mala ventilación en las épocas de bajas temperaturas y mayores precipitaciones.

Además, parece influir el enfriamiento de la mucosa del aparato respiratorio superior, lo que provoca un peor funcionamiento del sistema inmune para impedir infecciones (Keatinge 2002). Este aspecto parece confirmarse (Lowen et al. 2007) e incluso se ampliaría por la humedad relativa, que tiene una dependencia causal con la temperatura, y ambos elementos climáticos favorecen la transmisión viral. En las regiones templadas se ha podido observar que la disminución de la humedad puede provocar epidemias de gripe estacional (Shaman et al. 2010, Tang et al. 2010). La humedad, como otro elemento esencial junto a la temperatura del aire,

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---

en la exposición al ambiente atmosférico, ha sido confirmado en varios estudios (Lowen et al. 2007, Polozov et al. 2008, Shaman y Kohn 2009, Tamerius et al. 2011). Además, está en coherencia con la evidencia de que un virus sobrevive con más facilidad en el aire en condiciones de baja humedad, lo que explica, por ejemplo, una cierta dependencia de la enfermedad infecciosa del sarampión en regiones templadas en situaciones atmosféricas con una baja humedad dentro de las viviendas (Grassly y Fraser 2006).

Asimismo, Mourtzoukou y Falagas (2007) subrayan los efectos del estrés térmico por frío para el sistema inmune; en concreto, la respuesta inmune local, leucocitos fagocíticos polimorfonucleares y otros leucocitos en las vías respiratorias (Eccles 2002). Además influyen los bajos niveles de vitamina D<sup>3</sup> en invierno y otros elementos que ayudan a las defensas en el organismo humano (Baeke et al. 2010). Recientemente, ha sido confirmada la pérdida de eficiencia de las defensas antivirales en las fosas nasales en un ambiente térmico frío lo que disminuye la temperatura nasal (Foxman et al. 2015). Existen claros indicios de una relación significativa entre infecciones respiratorias recientes e incidencias cardiovasculares (Eccles 2002, Clayton et al. 2008).

Las bajas temperaturas, la baja humedad y también la menor radiación solar en invierno son las variables clásicas, las que se correlacionan con el mayor riesgo de enfermedades respiratorias. No obstante, los patrones y ciclos globales de algunas patologías infecciosas, como por ejemplo la gripe, son más complejos, y algunas hipótesis no parecen valer para los trópicos con un clima muy diferente a las latitudes medianas de ambos hemisferios (Tamerius et al. 2011).

Para terminar, no se debe perder de vista que las causas y sus aportaciones dependen considerablemente del contexto local (Grassly y Fraser 2006). Como se ha comentado al comienzo de este apartado, el ambiente atmosférico y sus efectos en la morbi-mortalidad presentan interrelaciones más amplias y complejas que las aquí descritas. Además de la exposición directa a las características atmosféricas, destacan también otros factores, como la composición demográfica, la morfología urbana, la calidad del ambiente artificial, la adaptación fisiológica, el acceso al aire acondicionado o el contexto y las condiciones culturales, políticas, psicológicas y socioeconómicas (Laschewski y Jendritzky 2002, Hales et al. 2012). La morfología urbana, por ejemplo, se manifiesta especialmente en la mayor vulnerabilidad que

durante las olas de calor presentan los centros urbanos a causa del fenómeno de la “isla de calor” (Moreno García 1999, Gabriel y Endlicher 2011, Royé y Martí 2015). El cambio demográfico es un factor importante y esencial a tener en cuenta, considerando que una sociedad envejecida será más vulnerable y los incrementos en el futuro próximo serán mayores (Hajat y Kosatky 2010).

### 3.4.1.2. Contaminación de aire

Los resultados mencionados anteriormente acerca de la morbi-mortalidad describen una imagen incompleta, situando al ambiente térmico en el centro de los estudios. Sin embargo, existen otras variables significativas de confusión en las correlaciones, que pueden influir en las tasas de mortalidad y morbilidad, como por ejemplo la contaminación del aire o la concentración de polen.

Aquí es importante hacer un breve comentario sobre las variables confusoras. En los estudios epidemiológicos las variables confusoras cambian según el objetivo del modelo. Por ejemplo, en los trabajos enfocados en la relación entre la temperatura y la morbi-mortalidad, se pretende controlar y ajustar la influencia de la contaminación del aire con el objetivo de conocer únicamente el efecto de la temperatura. En cambio, si el objetivo son los efectos de la contaminación de aire en la morbi-mortalidad, la temperatura del aire se convierte en una variable confusora, que se debe ajustar por su gran influencia. Los factores de confusión pueden estar presentes con frecuencia, a pesar de los esfuerzos que se hacen para evitarlo (Irala de et al. 2001). Las variables confusoras, además, ganan un importante peso en los análisis a corto plazo, debido a la alta variabilidad diaria de los elementos atmosféricos y de la contaminación del aire (Analitis et al. 2014).

La contaminación del aire y sus impactos en la salud humana han sido objeto de estudio desde hace décadas, especialmente debido a su dimensión antropogénica. En la actualidad, existe una extensa evidencia sobre los efectos negativos a corto y largo plazo en la salud (Schwartz y Morris 1995, Schwartz 2000, Pope et al. 2002, Dominici et al. 2003, Katsouyanni et al. 2003, Sunyer et al. 2003, Pope et al. 2004, Analitis et al. 2006, Ballester et al. 2006, Dominici et al. 2006, Miller et al. 2007, Bell et al. 2009, Stieb et al. 2009, Maté et al. 2010, Pope et al. 2011, Stern et al. 2013).

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---

Los contaminantes del aire pueden clasificarse en varios grupos (Kampa y Castanas 2008):

1. Partículas en suspensión (aerosoles), sólidas o líquidas (*Particulate Matter*, PM) de un diámetro menor de 10  $\mu\text{m}$ .
2. Contaminantes gaseosos (óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), ozono troposférico, compuestos orgánicos volátiles (COV), y otros)
3. Contaminantes orgánicos persistentes (COPs) (Dioxinas, etc.)
4. Metales pesados (plomo, mercurio, etc.)

A continuación, se centrará en algunas de las características más importantes de los primeros dos grupos que son, asimismo, los más significativos a la hora de investigar los efectos en la salud humana.

#### **1. Las partículas en suspensión**

Los aerosoles se distinguen entre sus distintos diámetros por su capacidad de penetrar, a más profundidad en las vías respiratorias. Por lo tanto, las partículas se clasifican en dependencia de su diámetro aerodinámico en ultrafinas ( $\leq 0,1 \mu\text{m}$ ), finas ( $\leq 2,5 \mu\text{m}$ ) y gruesas ( $\geq 2,5-10 \mu\text{m}$ ) (Pope y Dockery 2014). El origen de las PM es tan variado como su composición; las principales y más importantes fuentes antropogénicas son: las centrales eléctricas con combustibles fósiles; el uso generalizado de combustión de carbón, petróleo o gas, los procesos industriales (fundiciones, plantas de cemento); los medios de transporte a motor; la actividad de construcción; los incendios forestales; las partículas de las carreteras, de la actividad agricultura o de la minería, etc. Hay una diferencia entre las partículas gruesas y las finas o ultrafinas. Las primeras se generan principalmente por la (re-)suspensión de polvo, suelos o materiales de las carreteras y la agricultura. En cambio, las segundas tienen su origen en las emisiones de las combustiones, como por ejemplo las partículas diésel. Se considera que habitualmente, las partículas ultrafinas forman el 80-90 % de la concentración total en el aire urbano (Fernández-Camacho et al. 2010). Además, las partículas en general se caracterizan por ser capaces de absorber y transferir una multitud de

contaminantes de otro tipo, como los gaseosos o los compuestos orgánicos, habitualmente componentes metálicos, orgánicos, biológicos, iones o gases reactivos.

## 2. Contaminantes gaseosos

Cualquier gas emitido se podría calificar como contaminante gaseoso si llega a tener una concentración suficiente con efectos negativos en el ecosistema. El origen significativo de los contaminantes gaseosos, como por ejemplo todas las formas y composiciones químicas de los óxidos de nitrógenos (NO<sub>x</sub>) es la emisión de los combustibles fósiles. El más tóxico para el ser humano es el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), producto resultante de una reacción fotoquímica entre los NO<sub>x</sub> y el ozono u otros radicales libres. A su vez el ozono troposférico es resultado de una reacción química que necesita dióxidos de nitrógeno o compuestos orgánicos volátiles (Seinfeld y Pandis 2006). El dióxido de azufre se genera en la combustión de carbón o petróleo debido a la composición de dichos combustibles, que contienen azufre como compuesto orgánico basado en carbono. En consecuencia, el compuesto de azufre reacciona en la combustión con la presencia de oxígeno del aire formando SO<sub>2</sub>.

La dificultad de establecer la relación entre los contaminantes del aire y la salud humana se manifiesta especialmente en la alta y compleja variabilidad temporal y espacial de los contaminantes, así como en su composición físico-química y en las múltiples mezclas posibles, con la variación en número, tamaño, forma, superficie, origen y solubilidad (Pope y Dockery 2014). Las concentraciones de los contaminantes están influidas por los cambios de la propia atmósfera (humedad, temperatura, viento, precipitaciones etc.); ésta tiene, como ya se ha mencionado en otro momento, el doble papel de causa y de medio de transporte. La contaminación del aire es, en un primer momento, un problema local a la hora de generarse, no obstante, por el hecho de que la atmósfera es ilimitada, se expande a través de múltiples vías por el resto de los componentes del sistema terrestre.

Por ejemplo, lo que inicialmente ha sido una contaminación del aire, se convierte por la deposición húmeda y seca en una contaminación del suelo. Todo ello se traduce en el hecho de que es prácticamente imposible de establecer un

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---

componente único que explique la gran parte de los efectos de las partículas en suspensión (Kampa y Castanas 2008).

Justamente esta complejidad presentada en la variedad físico-química de los contaminantes y en sus efectos sinérgicos son los que determinan el grado de riesgo para la salud humana. Adicionalmente, el riesgo de excesiva morbi-mortalidad por contaminantes depende de las exposiciones acumulativas y de la combinación de la duración e intensidad de la contaminación (Pope et al. 2011). Lo que finalmente conduce a un alto espectro de patologías, desde náuseas y dificultades respiratorias debidas a reacciones alérgicas, hasta patologías severas como el cáncer (Kampa y Castanas 2008). Por ejemplo, Bell et al. (2009) han descrito un mayor riesgo de ingresos hospitalarios para comunidades donde las partículas finas en suspensión contienen mayores cantidades de níquel, vanadio y carbono elemental.

Las principales formas de entrada de los contaminantes en el organismo humano son la inhalación y la ingestión (Kampa y Castanas 2008). No sólo existe una clara evidencia sobre los efectos negativos en la salud humana de concentraciones altas, sino también de niveles moderados y bajos. Especialmente son las partículas finas las que parecen tener unos efectos más severos en la morbi-mortalidad y en las personas con problemas cardiovasculares y respiratorios, en el sentido toxicológico y fisiológico (Kampa y Castanas 2008, WHO 2013a, Pope y Dockery 2014). Lo último se explica por la capacidad de penetrar y depositarse en las vías respiratorias inferiores, hasta llegar a los alveolos, en comparación con los efectos de las  $PM_{10}$  que, principalmente, se limitan a depositarse en las partes superiores del aparato respiratorio (Kampa y Castanas 2008). Las partículas en suspensión son los contaminantes más importantes para la salud humana (Maté et al. 2010).

En el estudio europeo APHEA-2 (Analitis et al. 2006) se han detectado, dentro de una estimación combinada de 29 ciudades europeas, aumentos en la mortalidad por enfermedades respiratorias del 0,58 %, y por cardiovasculares del 0,76 % por cada incremento de  $10 \mu\text{g m}^{-3}$  de  $PM_{10}$  (Tab. 3.4), considerando sólo los efectos a corto plazo. El riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares a corto plazo aumenta considerablemente utilizando las  $PM_{2,5}$ . Los resultados de un trabajo en Madrid, realizado por Maté et al. (2010), revelan un incremento del riesgo del 2,47 %, con un retardo de 6 días, sobre cada aumento de  $10 \mu\text{g m}^{-3}$ . Aquí se pueden observar efectos de retardo de varios días provocados por los



**Figura 3.5:** Riesgos de mortalidad por enfermedades respiratorias (95 % intervalo de confianza) asociados con un incremento de  $10 \mu\text{g m}^{-3}$  en los niveles de dióxido de nitrógeno. Definiciones: líneas negras = promedio de retrasos 0-1; líneas rojas = modelos de retardos distribuidos de orden polinómico 0-5. Las cajas representan la inversa del cuadrado del error estándar. *Fixed*: estimación combinada; *Random*: estimación combinada aleatoria. Fuente: Samoli et al. (2006).

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---

contaminantes que incluso tienen mayores tasas de mortalidad en un periodo posterior a la exposición (Pope y Dockery 2014).

En la morbilidad se han observado incrementos de riesgos para insuficiencia cardíaca del 1,28 % por cada  $10 \mu\text{g m}^{-3}$  de aumento de  $\text{PM}_{2,5}$  en el mismo día (Dominici et al. 2006), además de mayores riesgos generalizados en patologías respiratorias y en cardiovasculares. Los efectos observados en la morbilidad parecen ser cuasi-directos en las enfermedades cardiovasculares y pueden llegar tener varios días de retraso en las respiratorias (Dominici et al. 2006, Carracedo-Martinez et al. 2008).

Las explicaciones patofisiológicas de los efectos provocados por las PM en el aparato respiratorio son evidentes a causa de su entrada en el mismo, con resultados patológicos de asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, infecciones o insuficiencias respiratorias (Maté et al. 2010). En cambio, los mecanismos por los que se ve afectado el sistema cardiovascular, no son tan bien comprendidos. No obstante, entre las partículas, únicamente las finas ( $\leq 2,5 \mu\text{m}$ ) pueden llegar hasta los alvéolos para poder entrar en interacción con el sistema cardiovascular. Las partículas provocan inflamaciones locales en los alvéolos con el resultado de un estrés oxidativo en el organismo.

Además de provocar inflamaciones también pueden llegar a crearse trombosis. Maté et al. (2010) especifican la actuación de las  $\text{PM}_{2,5}$  sobre el tono vascular lo que provoca la vasoconstricción y en consecuencia un aumento de la presión arterial con posibles episodios de isquemia. Concretamente, las partículas en el torrente sanguíneo alteran el sistema nervioso autónomo, y a su vez, el sistema inmune las detecta y libera moléculas proinflamatorias, que favorecen la coagulación. Las consecuencias pueden abarcar desde el aumento de la tensión arterial y la frecuencia cardíaca hasta una arritmia, isquemia, trombosis o aterosclerosis.

No obstante, en un estudio clínico llevado a cabo por Domínguez-Rodríguez et al. (2011), no detectaron diferencias estadísticas entre los distintos tamaños aerodinámicos de los aerosoles, pero sí han podido demostrar que las partículas ultrafinas constituyen un factor precipitante de un ingreso por insuficiencia cardíaca.

**Tabla 3.4:** Riesgos de mortalidad - estimaciones combinadas de Europa - (por cada 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) por  $\text{PM}_{10}$  y partículas Diesel en enfermedades respiratorias y cardiovasculares

Modelo	$\text{PM}_{10}$ Causa de mortalidad		Partículas Diesel Causa de mortalidad	
	cardiovascular	respiratoria	cardiovascular	respiratoria
	% incremento (95 % IC)	% incremento (95 % IC)	% incremento (95 % IC)	% incremento (95 % IC)
Efectos fijos	0,64* (0,47 a 0,80)	0,58 (0,21 a 0,95)	0,57* (0,38 a 0,75)	0,50* (0,03 a 0,97)
Efectos aleatorios	0,76 (0,47 a 1,05)	0,71 (0,22 a 1,22)	0,62 (0,35 a 0,90)	0,84 (0,11 a 1,57)

\*Heterogeneidad significativa. Fuente: Analitis et al. (2008).

A diferencia de los efectos a corto plazo de los contaminantes, las consecuencias que a largo plazo se caracterizan, de un modo especial, por una larga exposición (mayor de un año) y a niveles moderados-bajos. Los efectos negativos sufridos durante décadas pueden revertirse parcialmente a largo plazo (Laden et al. 2006). Las consecuencias de las exposiciones a largo plazo son la inducción o aceleración de los procesos de patologías crónicas, destacando los aumentos de riesgo para enfermedades cardiorespiratorias o tumores en las vías respiratorias en exposiciones a las partículas finas (Maté et al. 2010).

Asimismo, algunos pacientes con patologías pleuropulmonares se verán afectados con un mayor estrés y un empeoramiento de su estado de salud (Kampa y Castanas 2008). En la última década ha aumentado el número de estudios de cohorte para estudiar los efectos a largo plazo y poder así controlar factores de riesgo como conductas personales (p. ej. fumar) o estado de salud (Hoek et al. 2013, Pope y Dockery 2014). Entre todos estos estudios destaca el trabajo realizado por Pope et al. (1995) con datos de la *American Cancer Society* (ACS), que ha sido posteriormente reanalizado y ampliado (Pope et al. 2002, 2004).

Los resultados subrayan la evidencia de un mayor riesgo de mortalidad debido a las partículas finas. Se ha encontrado un riesgo del 6 % y 8 %, por cada aumento de  $10 \mu\text{g m}^{-3}$  de partículas finas, en enfermedades cardiorespiratorias y en casos de cáncer de pulmón, respectivamente (Pope et al. 2002). Hoek et al. (2013) mencionan en una revisión de estudios de los efectos a largo plazo, una mayor asociación con enfermedades cardiovasculares que con respiratorias no malignas.

Asimismo, muestran que exposiciones continuadas a una contaminación del aire relacionada con el tráfico generan mayores riesgos de hospitalización por asma en personas de edad avanzada o con enfermedades pulmonares obstructivas

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---

crónicas preexistentes (Andersen et al. 2012). En un trabajo, realizado por Miller et al. (2007), se han observado mayores riesgos en incidencias de patologías cardiovasculares para mujeres a causa de una exposición de partículas finas a largo plazo, cada  $10 \mu\text{g m}^{-3}$  ha sido asociado con un 24 % de incremento de riesgo. Además se deben subrayar los distintos riesgos por diferencias de exposiciones dentro de las ciudades.

Los contaminantes gaseosos inhalados en sí, pueden provocar distintos efectos patofisiológicos principalmente en el sistema respiratorio, sin embargo el monóxido de carbono y los compuestos orgánicos volátiles dan lugar a la formación de carboxihemoglobina y por tanto reducen la capacidad de transporte de oxígeno desde los pulmones a los tejidos (Kampa y Castanas 2008). El ozono, un agente altamente oxidante y poco soluble, reacciona rápidamente en las vías respiratorias con los componentes celulares y biológicos, alcanzando la periferia respiratoria, lo que puede provocar estrés oxidativo e inflamaciones del tejido respiratorio, infecciones respiratorias, empeoramiento de enfermedades preexistentes y aumentos en la hiperreactividad bronquial.

En un trabajo realizado por Peng et al. (2013), dentro del marco de un proyecto internacional llamado *Air Pollution and Health: A Combined European and North American Approach* (APHENA), se describen, para todas las causas y regiones investigadas, incrementos de riesgo de mortalidad del 0,26 % por una hora diaria máxima de ozono, por cada  $10 \mu\text{g m}^{-3}$  de aumento. Ballester et al. (2006) describen en patologías cardiovasculares, retardos de 2-3 días y un riesgo de ingresos hospitalarios por ozono (8 horas) del 0,7 %. Los retrasos, en cambio, son cuasi-directos en otros contaminantes gaseosos.

En consecuencia, existe una asociación positiva entre el ozono y el riesgo de morbi-mortalidad, independientemente de otros contaminantes, aunque debe ser subrayada la importancia de las mezclas entre los contaminantes gaseosos y las partículas en suspensión. En cuanto a las distintas formas de los óxidos de nitrógeno (NOx), sus múltiples funciones y compuestos hacen difícil una separación (WHO 2005). No obstante, los óxidos de nitrógeno son igual que el ozono, agentes oxidantes, y pueden aumentar el estrés oxidativo (Valko et al. 2006).

Todavía no se han comprendido completamente todas las interacciones con el organismo humano (Samoli et al. 2006). En el último informe técnico de la

WHO (2013a) se describen como posibles efectos directos del NO<sub>2</sub>, inflamaciones, aumentos de la hiperreactividad bronquial y probables cambios moderados en las células pulmonares. Un problema, que se manifiesta especialmente en los resultados a largo plazo, son los efectos de los NO<sub>2</sub>, ya que representan una importante correlación entre las concentraciones del dióxido de nitrógeno y otros contaminantes (WHO 2013a). Los resultados del proyecto europeo (APHEA) indican un aumento del riesgo por cada incremento de 10 µg m<sup>-3</sup> NO<sub>2</sub>, del 0,3 %, 0,4 % y del 0,38 %, en todas las causas, las cardiovasculares y las respiratorias, respectivamente (Samoli et al. 2006).

En resumen, los efectos negativos de los contaminantes sobre la salud humana son evidentes, tanto en el plano individual como en las múltiples combinaciones que en la naturaleza se pueden desarrollar (WHO 2013a). No obstante, a día de hoy todavía es tarea compleja discernir cuáles son los contaminantes de mayor riesgo, con la excepción que suponen las partículas en suspensión.

Para finalizar este apartado, varios estudios, analizando diversas ciudades de grandes regiones, demostraron la existencia de una alta heterogeneidad (Fig. 3.5) (Katsouyanni et al. 2001, Peng et al. 2013). Ésta puede ser explicada por las diferencias debidas a los niveles de contaminación del aire, a las variables climáticas, al estado de salud de la población local, a la región geográfica (industria, estándar ambiental), a las variables demográficas o a la morfología urbana (Katsouyanni et al. 2001). Hoek et al. (2013) y Peng et al. (2013) describen también efectos de heterogeneidad en los resultados (especialmente en resultados de metaanálisis) que probablemente se deben a las diferencias en la recopilación de datos, en la población de estudio, en la evaluación de la exposición o de los resultados, en el periodo de estudio, en el control de variables confusora o en el tipo de modelo estadístico aplicado.

#### **3.4.1.3. Concentraciones de polen**

En estrecha relación con la contaminación del aire se encuentran las concentraciones estacionales de polen. El polen figura frecuentemente como variable confusora debido a sus efectos en la aparición de patologías respiratorias (Kin-

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---

ney et al. 2014). El polen es una forma de contaminación biogénica del aire, que ha sido objeto de estudio en numerosos trabajos científicos, especialmente en un contexto de crecientes números de pacientes con alergias o hipersensibilidades en los países industrializados (Rodríguez-Rajo et al. 2003, Tobías et al. 2003, Bartra et al. 2007, D'Amato et al. 2007, Díaz et al. 2007, Hanigan y Johnston 2007, Carracedo-Martinez et al. 2008, Jato et al. 2009, Puc 2011, Tosca et al. 2014).

No obstante, los estudios se centran mayoritariamente en los efectos sobre la morbilidad (ingresos hospitalarios, llamadas a emergencias, consultas médicas etc.), y en menor medida, en aquellos que se pueden manifestar en la mortalidad, como los estudiados por Brunekreef et al. (2000) o Targonski et al. (1995). Posiblemente, esta limitación se debe al reducido número de casos de mortalidad (Brunekreef et al. 2000), ya que la presencia de polen es un desencadenante muy conocido de alergias en la población habitualmente afectada, y por lo tanto se puede suponer que esté mejor preparada.

Es más probable que haya llamadas a emergencias, consultas a médicos o automedicación. Sobre el riesgo de mortalidad indican Brunekreef et al. (2000) que podría tratarse de una muerte anticipada en momentos de altas concentraciones de polen, y paralelamente, un empeoramiento agudo de una inflamación preexistente. La misma observación es confirmada por Aboal Viñas (2013), indicando que más de la mitad de los fallecidos debido a asma son mayores de 80 años.

Entre todos los orígenes florales del polen (árboles, arbustos o plantas herbáceas), destaca la familia de las gramíneas, que se pueden encontrar, con alguna excepción, en todas las zonas climáticas de la tierra. Las gramíneas representan la principal y más importante planta causante de rinitis alérgica en Europa (Puc 2011). La gran variabilidad temporal y espacial del polen depende principalmente de factores como la hora del día, la estación del año, las condiciones atmosféricas (temperatura, viento, humedad y precipitaciones), la región geográfica, la topografía, la proximidad a la fuente floral o el tipo de vegetación (Khwarahm et al. 2014). También se puede observar una alta variabilidad interanual, influida por las condiciones atmosféricas previas a las temporadas con polen en suspensión (D'Amato et al. 2007). Asimismo, se pueden complementar otros factores como los culturales (p. ej. la importación de plantas), de transporte (invasión biológica) o el cambio climático (D'Amato et al. 2007).

En Europa la principal temporada de polen se extiende desde principios de la primavera hasta finales del otoño. El comportamiento generalizado estacional de la morbi-mortalidad hace que este periodo coincida con los meses de menores tasas de patologías respiratorias. Aunque el polen ocasione pocos ingresos hospitalarios, su influencia en la morbilidad es importante. La prevalencia de las alergias en occidente es elevada y se limita a consultas médicas o visitas a urgencias o a la compra de un antihistamínico. Los estudios con asociaciones significativas sobre los efectos de concentraciones de polen en los ingresos hospitalarios son relativamente escasos (Carracedo-Martinez et al. 2008).

Las partículas de polen son los portadores primarios de alérgenos, lo que clínicamente explica los síntomas clásicos de, por ejemplo, una rinitis alérgica en los ojos, las vías nasales y la nasofaringe (D'Amato et al. 2007). Fisiológicamente, una alergia o hipersensibilidad es un efecto adverso indeseado del sistema inmunitario (Guyton y Hall 2011, pág. 496), el cuerpo humano reacciona en este caso concreto al polen, como antígeno, activando los anticuerpos, especialmente la inmunoglobulina E (IgE). Entre todos los posibles efectos negativos, especialmente para el sistema respiratorio, las exacerbaciones del asma (inflamaciones e hiperreactividad bronquial) representan una mayor complejidad. El diámetro aerodinámico del polen (15-40  $\mu\text{m}$ ) no les facilita la entrada en las vías respiratorias inferiores (D'Amato et al. 2005, 2007). En consecuencia, se maneja una posible explicación alternativa, que consiste en la existencia de pólenes-alérgenos dentro de micro aerosoles, o bien componentes alérgicos microscópicos del polen, con tamaños menores de 10  $\mu\text{m}$  (D'Amato et al. 2005, 2007, 2010).

En los estudios realizados, se han podido encontrar asociaciones estadísticas significativas entre distintas especies de polen e ingresos hospitalarios por causas respiratorias (Díaz et al. 2007, Hanigan y Johnston 2007). Asimismo, Tosca et al. (2014) indican una relación significativa entre las llamadas a emergencias y el polen, durante la primavera, para niños a causa de exacerbaciones del asma. En el trabajo de Díaz et al. (2007) se ha encontrado un riesgo relativo de ingreso hospitalario del 2,8 % por cada incremento de 25 granos/ $\text{m}^3$  para el polen de gramíneas. En cambio, el riesgo relativo de mortalidad por neumonía según el estudio realizado por Brunekreef et al. (2000), es del 16 % para un promedio de concentraciones semanales de polen mayores de 135 granos/ $\text{m}^3$ .

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---

No obstante, existen otros factores en la relación entre el polen y la salud humana, lo que dificulta la modelización y la evaluación de los impactos. En primer lugar, el asma y también muchas alergias se caracterizan por tener un amplio rango de otros posibles desencadenantes, que no sean de un origen biológico, como por ejemplo, los efectos de la contaminación del aire. En segundo lugar, los alérgenos del aire frecuentemente aumentan simultáneamente con los contaminantes debido a las condiciones ambientales y, sobre todo, atmosféricas (D'Amato et al. 2010).

En este contexto Díaz et al. (2007) mencionan por un lado el incremento de los efectos del polen en la salud pública, y por otro, la posible relación entre estos alérgenos con diferentes contaminantes químicos en las grandes urbes. Es evidente que el polen, en combinación con la presencia de múltiples contaminantes en el aire, puede tener efectos sinérgicos y agravar los efectos y las respuestas individuales de reacciones alérgicas (WHO 2013a). Según un estudio realizado por Díaz-Sánchez et al. (1997) la mezcla de polen con contaminantes procedentes de la combustión del Diesel puede llegar a multiplicar el efecto alérgico por 16 veces con respecto al incremento sin la presencia de partículas Diesel. La WHO (2013a) subraya también la importancia de las partículas en suspensión de tipo bio-aerosoles (partículas virales, bacterias, esporas, etc.). Para terminar, la exposición a alérgenos de cualquier tipo es clave para entender los múltiples efectos que pueden tener los determinantes ambientales en la salud humana.

#### 3.4.2. Observaciones en España y Galicia

En el anterior apartado se ha hecho referencia a muchos trabajos realizados recientemente a nivel internacional sobre las relaciones entre el ambiente atmosférico y la salud humana, a través de diversos indicadores. Aunque se han podido observar variados efectos y múltiples evidencias en la alta complejidad de las asociaciones, sería oportuno hacer un breve repaso de algunos trabajos relevantes en España, y especialmente en la comunidad autónoma de Galicia.

Diversos son también los trabajos realizados recientemente sobre la morbi-mortalidad en España, con numerosas variables de exposición y considerables métodos estadísticos. En las Tablas 3.5 y 3.6 se presentan una síntesis y selección de ellos. Existen varios trabajos no incluidos en la misma tabla, pero los cuales

están en la bibliografía y a los que se hace referencia en algún momento de este estudio.

Los resultados de forma global confirman los comportamientos y efectos encontrados en otras regiones del ámbito internacional. Se puede ver en las dos tablas que existe un mayor número de estudios en Madrid y Barcelona, además de una mayor focalización en la mortalidad. La mayor concentración en dichas ciudades probablemente está relacionada con el elevado número de habitantes y con una mayor facilidad en acceder a los datos requeridos, además de la presencia de medidores ambientales.

En España se han podido observar efectos de la temperatura máxima en la mortalidad, entre los percentiles 99 y 90, con asociaciones en forma de “U” o “J” (Tobías et al. 2014). En un trabajo realizado por Díaz et al. (2006) en Madrid se han encontrado efectos pronunciados inferiores y superiores a los percentiles de 5 y 95 de la temperatura de aire. Además, existe una tendencia global de este a oeste, en comparación con las regiones mediterráneas, con mayores riesgos en el sur y en el oeste, y finalmente un aumento del riesgo general del 14,6% en la mortalidad por temperaturas altas (Tobías et al. 2014). En Madrid se han podido asociar la mortalidad y los determinantes sociales de forma negativa, como por ejemplo el nivel de estudios o la renta bruta disponible (García Palomares y Alberdi 2005).

En Galicia, el riesgo de mortalidad se sitúa entre 12-37% por calor, y 7-13% por frío, con incrementos significativos en enfermedades respiratorias y en todas las causas para mayores de 70 años durante las olas de calor (Taracido Trunk et al. 2009). En otro trabajo de la mortalidad realizado en Galicia (Castro et al. 2011), se han identificado diferencias importantes entre los años 90 y la década de 2000, con tasas de mortalidad mayores en los primeros, lo que posiblemente se debe a los cambios y avances tecnológicos, especialmente en el sistema de salud.

En general, los resultados entre las distintas ciudades muestran una heterogeneidad significativa, lo que puede estar relacionado con la aclimatación de la población local. Tobías et al. (2014) concluyen que la población española está parcialmente adaptada a temperaturas altas, sin embargo se vería afectada por una intensa elevación de las temperaturas estivales.

En cuanto a los efectos de la contaminación en la mortalidad, se han observado asociaciones similares a las de otras áreas de estudio, como por ejemplo una

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

---

relación lineal con los niveles de  $PM_{2,5}$ . Para cada aumento de  $10 \mu g m^{-3}$  en una concentración media diaria de  $PM_{2,5}$ , se eleva el riesgo un 2,16 % y 2,47 %, por retardos de 2 y 6 días, respectivamente (Maté et al. 2010). Una observación importante hecha por el mismo estudio se refiere al mayor riesgo en España en comparación con otros países septentrionales, a causa de la influencia de las condiciones atmosféricas; en términos generales la cantidad de precipitaciones y velocidades de viento es más baja, además de los posibles flujos de aerosoles de origen africano.

El número de estudios sobre la morbilidad, igualmente a la de mortalidad, es menor en España en comparación con el ámbito internacional. No obstante, en los últimos años la morbilidad está recibiendo mayor atención en las investigaciones bioclimáticas (Tab. 3.5).

En un enfoque sinóptico realizado por De Pablo Dávila et al. (2009, 2013) se han relacionado distintas masas de aire dominantes en Salamanca y Castilla La Mancha con el número de ingresos hospitalarios. Las masas de aire están condicionadas por las características de la región fuente, su duración y los cambios sufridos durante el trayecto, lo que lleva a distintas temperaturas, niveles de humedad y presión, y también velocidades de viento. En consecuencia, los resultados indican distintas respuestas en las tasas; por ejemplo, en enfermedades respiratorias se han identificado tres masas de aire dominantes asociadas en invierno y en primavera: las circulaciones del suroeste, las anticiclónicas y las híbridas anticiclónicas del suroeste. Los valores pueden llegar a ser 1,5 veces superiores al promedio de los ingresos respectivos. En coherencia con este enfoque sinóptico, destaca el estudio sobre los factores climáticos en las epidemias de gripe realizado por Fernández de Arróyabe (2004, 2012). En este caso se hace uso de un *Meteorological Contrast Index* que incluye por una parte los diversos tipos de tiempo en una semana epidemiológica, por otra la intensidad y los cambios de las mismas tasas de gripe. Así, se ha podido demostrar una clara interacción entre los casos de gripe y las situaciones atmosféricas.

Los estudios realizados con el fin de asociar las condiciones atmosféricas con la morbilidad en Galicia son escasos. En este contexto, destaca un trabajo realizado por Lage Ferrón et al. (1999) en el que se relacionan los ingresos hospitalarios y las condiciones ambientales en la ciudad de A Coruña. Se han detectado asociaciones

por enfermedades respiratorias con el descenso de la temperatura ambiental y retardos de 10 a 14 días. Igualmente, subrayan un mayor efecto en las patologías circulatorias por el calor. No obstante, existen en Galicia algunos estudios que analizan la estacionalidad de la morbi-mortalidad (Montes Santiago et al. 2001, 2003). Por ejemplo, se han hecho observaciones de un marcado aumento de las hospitalizaciones por tromboembolismo durante los meses fríos y de la mortalidad en primavera.

Para terminar, destaca otro estudio en la morbilidad conducido por Carracedo-Martinez et al. (2008) para la ciudad de Vigo, en el cual se analiza la relación entre el número de llamadas de emergencia médica y las concentraciones de partículas ambientales, incluido el polen. Un aumento de  $10 \mu\text{g m}^{-3}$  en las concentraciones de partículas ambientales eleva el riesgo de llamadas a emergencias médicas en un 1,97 % para enfermedades circulatorias el mismo día del aumento y en un 1,95 % para patologías respiratorias dos días después.

Con este último apartado se llega a concluir el primer bloque, el paso por el marco general de la salud humana y el ambiente, por un lado, y por otro, los antecedentes de los efectos y repercusiones en la salud a través del altamente complejo ambiente atmosférico. A continuación se entrará en el núcleo fundamental de la investigación realizada en este trabajo, la parte empírica.

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

**Tabla 3.5:** Resumen de los trabajos sobre morbilidad más relevantes en España y Galicia

MORBILIDAD						
Autor (año)	Área	Periodo	Variable	Método	Resultados relevantes	Comentarios
De Pablo Dávila et al. (2013)	Castilla La Mancha	2000-2006	Tipos de tiempo	Frecuencia estadística	Diferentes respuestas en la tasa de ingresos hospitalarios por causas respiratorias en primavera, las circulaciones del suroeste, las anticiclónicas y las híbridas anticiclónicas del suroeste; valores 1,5 veces superiores al promedio.	Ingresos hospitalarios por causas respiratorias
Fdez-Arroyabe (2012)	España	2000-2009	Meteorological Contrast Index	Análisis sinóptico	Las tasas de gripe por dominios climáticos confirma la existencia de una clara interacción entre los factores climáticos y las epidemias de gripe.	Casos de gripe
Linares & Diaz (2010)	Madrid	2003-2005	Contaminación de aire (PM <sub>2,5</sub> , PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> )	Modelos de regresión de Poisson	PM <sub>2,5</sub> ha mostrado una asociación estadística con los ingresos hospitalarios.	Ingresos hospitalarios por causas cardiovasculares, respiratorias y todas
De Pablo Dávila et al. (2009)	Salamanca	1995-2005	Tipos de tiempo	Frecuencia estadística	Aumentos en patologías respiratorias, 2-3 días después de una situación ciclónica y 4 días después de una situación noreste; en causas cardiovasculares han sido directos en 24-48 horas después de un día caracterizado por una masa de aire anticiclónico, 4-5 días después de un día caracterizado por aire del oeste y 6-7 días después de un flujo del este.	Ingresos hospitalarios por causas respiratorias, cardiovasculares y digestivas
Carracedo-Martínez et al. (2008)	Vigo	1996-1999	Contaminación de aire; polen	Casos cruzados simétricos bidireccionales; modelos de regresión logística condicional	Por causas circulatorias en el mismo día, se han recibido llamadas de emergencia con un riesgo de 1,97%, y por causas respiratorias, 2 días después de altos niveles de partículas ambientales, con un riesgo de 1,95%; aumento en los niveles de polen llevan a un mayor número de llamadas de emergencia médicas debido a causas respiratorias.	Llamadas a emergencias 061

Continuación de la Tabla 3.5

Linares & Diaz (2008)	Madrid	1995-2000	Temperatura máxima, mínima	Modelo autorregresivo integrado de media móvil	Los ingresos se comportan completamente diferente de la de la mortalidad; el aumento de los ingresos por todas las causas y los distintos grupos de edad es claramente menor que la detectada para la mortalidad; ello sugiere que las personas mueren rápidamente de enfermedades circulatorias antes de que puedan ser ingresados en un hospital.	Ingresos hospitalarios por causas orgánicas, cardiovasculares y respiratorias
Ballester et al. (2006)	España	1995-1999	Contaminación de aire (PM, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , CO)	Modelo aditivo generalizado	Estimaciones combinadas, por cada aumento de 10 µg/m <sup>3</sup> en PM <sub>10</sub> con retrasos de 0-1, un mayor riesgo del 0,9% por enfermedades cardiovasculares, y el 1,6% para patologías cardíacas.	Ingresos hospitalarios por causas cardiovasculares y patologías cardíacas
Villamil Cajoto et al. (2005)	A Coruña	15/07/2003 - 15/08/2003	Temperatura máxima	Tablas de contingencia; estadístico chi-cuadrado	Se identificaron 54 casos de ingresos relacionados con el efecto del calor (38,7%), de los cuales ocho son fallecimientos.	Ingresos hospitalarios; ola de calor
*Montes Santiago et al. (2003)	Galicia	1996-2001	Variaciones estacionales	Test de chi-cuadrado; riesgos relativos	Observación de un marcado aumento de las hospitalizaciones por tromboembolismo durante los meses fríos y de la mortalidad en primavera.	Ingresos hospitalarios por tromboembolismo
Ballester et al. (2001)	Valencia	1994-1996	Contaminación de aire (humo diesel, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , CO)	Regresión de Poisson autorregresiva	Asociación significativa para SO <sub>2</sub> (24 horas); aumentos en sus niveles de 10 µg/m <sup>3</sup> se ha relacionado con incrementos del riesgo del 3%; todas estas asociaciones se han observado con un retraso de dos días.	Ingresos hospitalarios por causas cardiovasculares
*Montes Santiago et al. (2001)	Vigo	1997-2000	Variaciones estacionales	Test de chi-cuadrado	La insuficiencia cardíaca conlleva a un exceso de mortalidad intrahospitalaria; además de un significativo aumento de hospitalizaciones invernales.	Ingresos hospitalarios por una insuficiencia cardíaca crónica en Cardiología, Medicina Interna y Geriátria
Lage Ferrón et al. (1999)	A Coruña	1994-1996	Temperatura máxima, mínima, media; humedad relativa	Modelo autorregresivo integrado de media móvil (univariantes, multivariantes)	Causas respiratorias están asociadas con el descenso de la temperatura ambiental y retrasos de 10-14 días; los ingresos por causas circulatorias se ven afectados fundamentalmente por el calor.	Ingresos hospitalarios por causas orgánicas, cardiovasculares y respiratorias

\*incluye también mortalidad; \*\* datos mensuales; **negrita:** estudios en Galicia

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

**Tabla 3.6:** Resumen de los trabajos sobre mortalidad más relevantes en España y Galicia

MORTALIDAD						
Autor (año)	Área	Periodo	Variable	Método	Resultados relevantes	Comentarios
Tobias et al. (2014)	España	1990-2004	Temperatura máxima, mínima, media	Modelo de ecuaciones de estimación generalizadas; comparación percentiles 90 y 99	Aumento de riesgo del 14,6% entre los percentiles (90 y 99); 3,3% de incremento de riesgo por cada 1°C/Ta max; variabilidad y heterogeneidad sustancial entre ciudades, las ciudades adaptadas parcialmente a las altas temperaturas estivales, pero no a la alta variación en las temperaturas del verano.	
Raso Nadal & Peña Rabadán (2013)	Barcelona	1990-2006	Temperatura aparente	Funciones polinómicas	Se pone de manifiesto la relación entre las temperaturas y el número de fallecimientos; probable incremento de la mortalidad durante el verano y un descenso estimable a lo largo de las restantes estaciones en el futuro (sobre todo en invierno y primavera).	Causas respiratorias, cardiovasculares, todas
Gómez-Acebo et al. (2012)	Cantabria	2003-2006	Temperatura máxima, mínima	Regresión local ponderada; modelos de regresión de Poisson	Cada grado Celsius de descenso o aumento está asociado con un 2% de exceso en mortalidad; ningún efecto en la mortalidad en el periodo de temperaturas frías; la mayoría de los efectos en la mortalidad se producen en personas mayores de 65 años; las mujeres son más sensibles a los cambios de temperatura en los meses de verano.	
<b>De Castro et al. (2011)</b>	Galicia	1987-2006	temperatura máxima	Análisis descriptivo	La mortalidad ha sido más alta en los años 90; esta diferencia se debe posiblemente a los cambios y avances en el sistema de salud; los efectos han sido más graves en las mujeres que en los hombres.	Mayores de 65 años; olas de calor
Fernández-Raga et al. (2010)	Castilla y León	1980-1998	**temperatura, presión, humedad	Análisis de componentes principales; modelos de análisis de tendencias (pruebas no paramétricas de Spearman y Mann-Kendall)	El mínimo de mortalidad en relación con la es aproximadamente el mismo para todas las causas de muerte, alrededor de 915 hPa; la humedad óptima más baja se ha encontrado en enfermedades respiratorias con 24%, y la más alta de 5.1% en patologías del sistema digestivo, la humedad relativa óptima para el sistema cardiovascular ha sido de 45%	Mortalidad mensual; causas respiratorias, cardiovasculares, digestivas

Continuación de la Tabla 3.6

Maté et al. (2010)	Madrid	2003-2005	PM <sub>2.5</sub>	Series de tiempo longitudinal; modelos de regresión de Poisson	Relación lineal entre los niveles de PM <sub>2.5</sub> y la mortalidad; cada aumento de 10 ug/m <sup>3</sup> en una concentración media diaria de PM <sub>2.5</sub> lleva a un riesgo de 2,16% y 2,47%, con retrasos de 2 y 6 días, respectivamente.	Causas cardiovasculares
<b>Taracido-Trunk et al. (2009)</b>	Galicia	1976-2004	temperatura media	modelo aditivo generalizado espuesta binomial negativa	Riesgo de mortalidad entre 12-37% por calor, y 7-13% por frío; en olas de calor incrementos significativos en causas respiratorias y en todas las causas para mayores de 70 años	Causas respiratorias, cardiovasculares, cerebrovasculares, todas
Díaz et al. (2006)	Madrid	1986-1997	temperatura máxima, mínima	modelo aditivo generalizado	Efectos pronunciados en la mortalidad inferior y superior a los percentiles de 5 y 95 en la temperatura de aire.	45-64 de años
García & Alberdi (2005)	Madrid	2003	temperatura, máxima, mínima, media	SIG; varios métodos geoestadísticos	Relación negativa entre la mortalidad y el nivel socioeconómico; efectos independientes encontrados en el nivel de estudios y la renta bruta disponible; espacialmente se refleja la intensidad de las temperaturas en las distintas áreas urbanas en la mortalidad	Julio-Agosto; mayores de 65 años; todas las causas; mortalidad semanal
Díaz et al. (2005)	Madrid	1986-1997	Temperatura máxima, mínima, media	Modelo autorregresivo integrado de media móvil; modelo aditivo generalizado	Máximo impacto 7-8 días después de un evento extremo de temperatura (todas las causas); enfermedades circulatorias con un retraso entre 7 y 14 días; causas respiratorias con dos picos de mortalidad, uno 4-5 días y otro 11 días después; los impactos en invierno son más indirectos.	Nov.-Marzo; mayores de 65 años
Raso Nadal (2002)	Barcelona	1991-1997	Temperatura media	Funciones polinómicas	La mortalidad diaria a lo largo del año muestra un ritmo estacional; un máximo principal coincidente con los meses más fríos y otro máximo secundario en los dos meses más cálidos, julio y agosto.	Causas respiratorias, cardiovasculares, todas; mayores y menores de 65 años
Ballester et al. (1997)	Valencia	1991-1993	Temperatura media, humedad relativa media	Regresión autorregresiva de Poisson	Asociación estadísticamente significativa entre la temperatura y la mortalidad; la mortalidad aumenta en proporción a la variación de la temperatura del aire; el efecto de la temperatura es mayor en personas de más de 70 años de edad.	Mayores de 70 años; causas cardiovasculares y respiratorias, tumores malignos y todas las causas

### 3.4. Indicadores sanitarios y su relación con las condiciones atmosféricas

Continuación de la Tabla 3.6

Alberdi & Díaz (1997)	Madrid	1986-1991	Estacionalidad	Modelo autorregresivo integrado de media móvil; modelo de regresión de Poisson	Existencia de periodicidades en las bajas frecuencias de carácter anual (invernal) y semestral (estival), soporta la hipótesis de la estrecha relación con la mortalidad con factores ambientales externos.
Pajares et al. (1997)	Madrid	1986-1991	Temperatura máxima, mínima, media	Modelo autorregresivo integrado de media móvil	Una relación en forma de "V" entre la mortalidad diaria total y la temperatura; el mínimo de mortalidad se establece en una temperatura max. diaria de 33°C; bremortalidad por encima es del 3.0%
Montero et al. (1997)	Madrid	1986-1991	Temperatura media	Modelo autorregresivo integrado de media móvil	Existe una correlación entre temperaturas frías y la mortalidad en todas las causas; destaca la correlación de enfermedades cardiovasculares con temperaturas calidas.
Saez et al. (1995)	Barcelona	1985-1989	Temperatura máxima, mínima, de rocío; humedad relativa	Modelo autorregresivo integrado de media móvil	Tres días consecutivos de incrementos de la temperatura provoca un aumento importante de mortalidad; la relación muestra la forma de "V"; únicamente periodos inusuales de exceso de temperatura y humedad están asociados con mayores riesgos en causas respiratorias que en las cardiovasculares.

\*Incluye también mortalidad; \*\* datos mensuales; **negrita**: estudios en Galicia



# PARTE II

## METODOLOGÍA Y ÁREA DE ESTUDIO

UNIVERSIDADE  
DE SANTIAGO  
DE COMPOSTELA



# 4

## Metodología

---

Las fuentes de datos utilizadas son, por una parte, el servicio meteorológico de Galicia (Meteogalicia) y la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), y por otra, el *Servizo de Codificación Clínica e Análise do Servizo Galego de Saúde* (SERGAS). El periodo temporal comprende 6 años, concretamente la serie de mediciones diarias entre el 1 de enero de 2006 y el 31 de diciembre de 2011, siguiendo una separación estacional en un semestre cálido (verano) y otro frío (invierno). Estos semestres estacionales se han definido de la siguiente forma: el verano incluye los meses entre mayo y octubre, y el invierno los meses entre noviembre y abril. La inclusión de abril y octubre como meses de invierno y verano respectivamente se justifica por un criterio climático de tipo termométrico. El mes de abril presenta un promedio más frío que el mes siguiente. En octubre sucede el proceso inverso. La génesis de esta diferencia termométrica se debe al comportamiento de las masas oceánicas y continentales que, por ejemplo, en octubre mantienen mayores cantidades de energía en su salida del periodo otoñal. A continuación se explicarán con más detalle los datos escogidos como variables en la modelización de la relación entre el ambiente térmico y los ingresos hospitalarios.

## 4.1 Datos ambientales

### 4.1.1. Datos meteorológicos

Con el fin de disponer de estaciones representativas para el entorno urbano de cada municipio del área de estudio, se han elegido estaciones que preferentemente se encontraran en zonas urbanas, siempre y cuando haya sido posible (Tab. 4.1). Esta selección reduce el periodo de estudio disponible, ya que además de encontrar un periodo común para todas las series, las estaciones con las series más largas se localizan habitualmente en los aeropuertos. En la ciudad de Vigo no ha sido posible disponer de una estación urbana, aunque Meteogalicia tiene dos estaciones meteorológicas urbanas pero con una serie inferior a 4 años. No obstante, con excepción de la estación de A Coruña, todas las demás son semiurbanas.

**Tabla 4.1:** Estaciones meteorológicas

	Nombre	Servicio	Ubicación	Altitud (m)		*Distancia al mar (km)
				Estación meteorológica	Promedio del municipio	
Vigo	Vigo-Aeropuerto	AEMET	Semi-rural	261	168	5.362
A Coruña	A Coruña-Ciudad	AEMET	Urbana	58	70	0.68
Ourense	Ourense-Ciencias	Meteogalicia	Semiurbana	167	270	59.803
Lugo	Campus Lugo	Meteogalicia	Semiurbana	419	496	65.941
Santiago	Santiago-EOAS	Meteogalicia	Semiurbana	255	290	18.34
Pontevedra	Pontevedra	AEMET	Semiurbana	108	153	1.132
Ferrol	CIS-Ferrol	Meteogalicia	Semiurbana	34	97	0.075

\*Estación meteorológica; distancia más corta.

Los datos climáticos diarios utilizados fueron: temperatura máxima y mínima, presión atmosférica, humedad relativa media y la velocidad media del viento. La decisión de usar la temperatura máxima y mínima se basa en el hecho de que se trata de temperaturas registradas, en contraste del promedio de la temperatura que finalmente es una medida estadística. Asimismo, el uso de ambos extremos permite incluir todo el rango de temperaturas diarias, y permite ver posibles efectos de frío y calor. Hay que comentar que los estudios sobre efectos del frío en la morbilidad son escasos (Ye et al. 2012), además hacen mayormente uso de la temperatura media. El uso de un índice biometeorológico, Temperatura Aparente o Temperatura

## 4.1. Datos ambientales

---

Fisiológica Equivalente Tornero et al. (2006), no se ha podido realizar a causa de falta de disponibilidad de datos meteorológicos en estos momentos. Se analizó la calidad de las series atendiendo a las lagunas existentes, a los valores erróneos o a los valores atípicos (valores imposibles) presentes en las series meteorológicas; se completaron los datos de forma que se mantuvieran las características propias de las mismas. Para ello se utilizaron los métodos basados en la interpolación de datos de estaciones cercanas a la estación dada (DeGaetano et al. 1995, Tang et al. 1996, Allen y DeGaetano 2001). En todas las series meteorológicas las lagunas han sido menos del 2 % del total de las mediciones diarias.

### 4.1.2. Otros datos ambientales

En el apartado 3.4.1.1 se ha comentado la existencia de variables confusoras, como por ejemplo la contaminación atmosférica y las concentraciones de polen. En el presente estudio no será posible incorporar ambas covariables debido a la falta de disponibilidad y la baja calidad de los datos. En concreto, los datos de polen únicamente están disponibles de forma pública en el *Sistema de Información Ambiental (SIAM)* de la *Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas* hasta el 27 de junio de 2010. Adicionalmente, no existen estaciones de registros de polen ni en el municipio de Ferrol ni en el de Pontevedra. Por ello no se ha incluido esta variable.

En el caso de los registros de contaminantes atmosféricos, la situación se manifiesta muy compleja a causa de varias razones. Una de ellas es la falta de representatividad espacial de las mediciones en cada municipio, haciendo referencia a la red oficial de la Xunta de Galicia. Solamente Santiago de Compostela y A Coruña disponen de dos estaciones instaladas. Las restantes ciudades disponen únicamente de una sola estación de medición de contaminantes. A raíz de la alta variabilidad espacio-temporal es necesario disponer de un número mínimo de estaciones a la hora de cuantificar los contaminantes en un ambiente tan complejo como es el urbano.

Para asegurar esta representatividad se debe seguir el procedimiento explicado en Ballester et al. (2005) en el marco del proyecto nacional EMECAS. Un procedimiento parecido a este se ha aplicado anteriormente en el proyecto internacional

APHEA con múltiples ciudades europeas (Katsouyanni et al. 1996, Ballester et al. 2005). Según este procedimiento sólo se considerarían aquellas estaciones urbanas con series válidas de, por lo menos, tres estaciones captadoras, y estaciones con más del 75 % de las mediciones válidas para cada uno de los contaminantes. Con estos criterios aplicados, únicamente las captadoras manuales de la ciudad de Vigo se pudieron incluir en dicho proyecto (Taracido Trunk et al. 1999). Además surgieron lagunas de datos en la estación automática de Vigo con un 25 % de los valores ausentes (Taracido Trunk et al. 1999). Igualmente, se afrontarían problemas de homogeneidad en algunas series, como por ejemplo la estación ubicada en el Campus Sur de Santiago de Compostela, que sufrió un cambio de ubicación en el año 2007 a causa de una nueva directiva europea. Teniendo en cuenta todos estos inconvenientes y el incumplimiento del mínimo de requisitos establecidos, no se ha podido incorporar esta variable confusora.

## 4.2 Ingresos hospitalarios y otras variables sanitarias

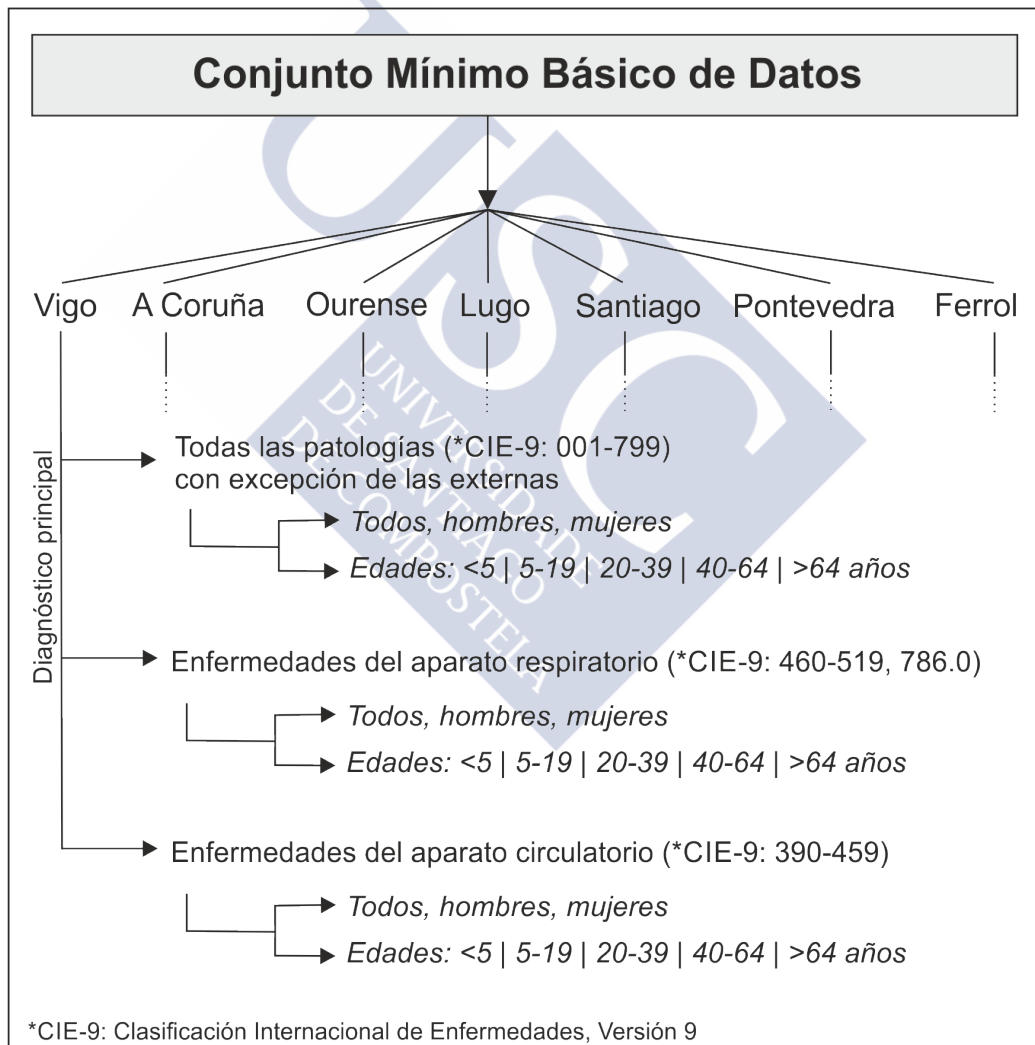
Los datos diarios relativos a los ingresos urgentes en los hospitales clínicos de los municipios analizados se han obtenido de los registros hospitalarios del *Conjunto Mínimo Básico de Datos* (CMBD) a través del *Servizo de Codificación Clínica e Análise do Servizo Galego de Saúde* (SERGAS). La procedencia espacial de las personas hospitalizadas abarca principalmente todos aquellos municipios pertenecientes al área sanitaria del hospital, si bien gran parte de ellas pertenecen a la misma localidad que los hospitales (Fig. 4.2). No obstante, el análisis se ha restringido únicamente a los ingresos hospitalarios de los sujetos residentes en cada ciudad participante. Esta restricción está dada por posibles señales de ruido de fondo en la modelización estadística. Aunque, conceptualmente, en un sentido meteorológico, sería posible ampliar a municipios fronterizos, los cambios geográficos en el territorio gallego impiden la generalización de los datos meteorológicos de una única estación. Justamente esta generalización de los datos provocaría un número considerable de ingresos sin relación con el ambiente térmico.

Los datos de hospitalizaciones han sido clasificados por el hospital de origen y por el diagnóstico principal, seleccionando todas las causas patológicas (excepto externas), las del aparato respiratorio y las del aparato circulatorio (Fig. 4.1).

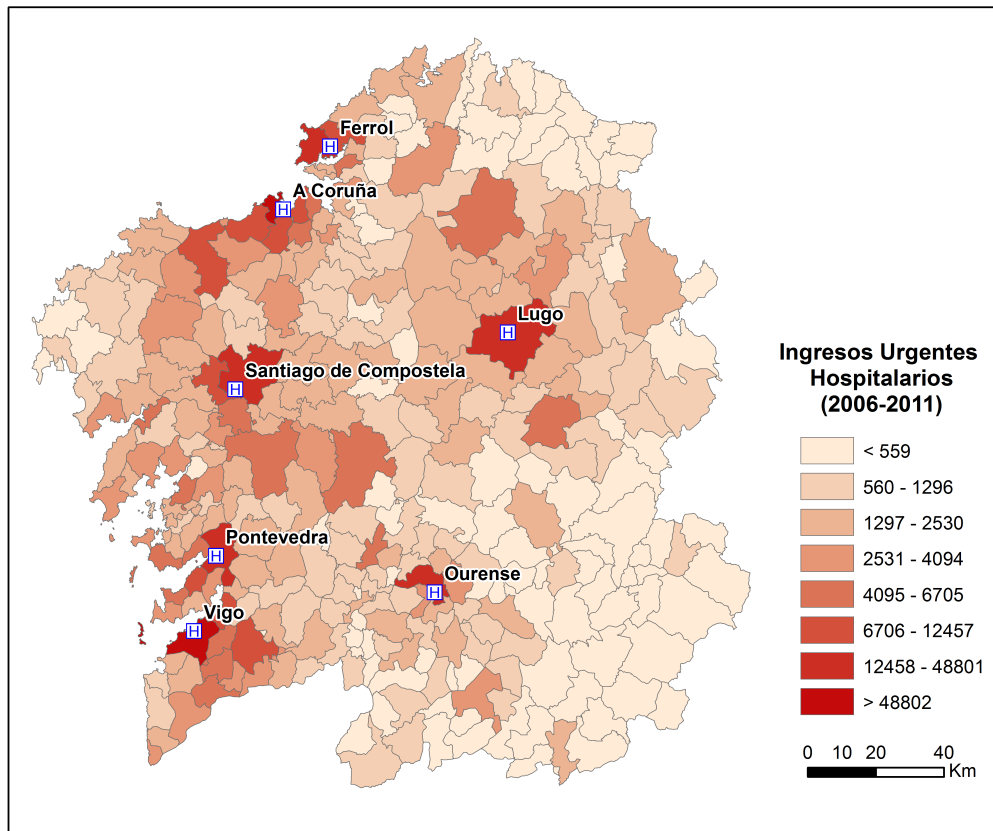
## 4.2. Ingresos hospitalarios y otras variables sanitarias

Adicionalmente, cada agrupación de enfermedades elegidas se subdivide por edades, género y todos los casos (totales). Se ha descartado un mayor detalle en las patologías y también en el desglose por género y edades, debido a la reducción resultante del tamaño de la muestra.

De forma complementaria a los ingresos hospitalarios se han obtenido del SERGAS las tasas de gripe registradas semanalmente en los municipios correspondientes al área de estudio. Para explicar la incidencia de gripe como indicador de epidemias gripales, lo que a su vez representa una posible variable confusora.



**Figura 4.1:** Agrupación de los datos diarios de ingresos hospitalarios urgentes



**Figura 4.2:** Distribución espacial de los ingresos hospitalarios urgentes para el período 2006-2011.

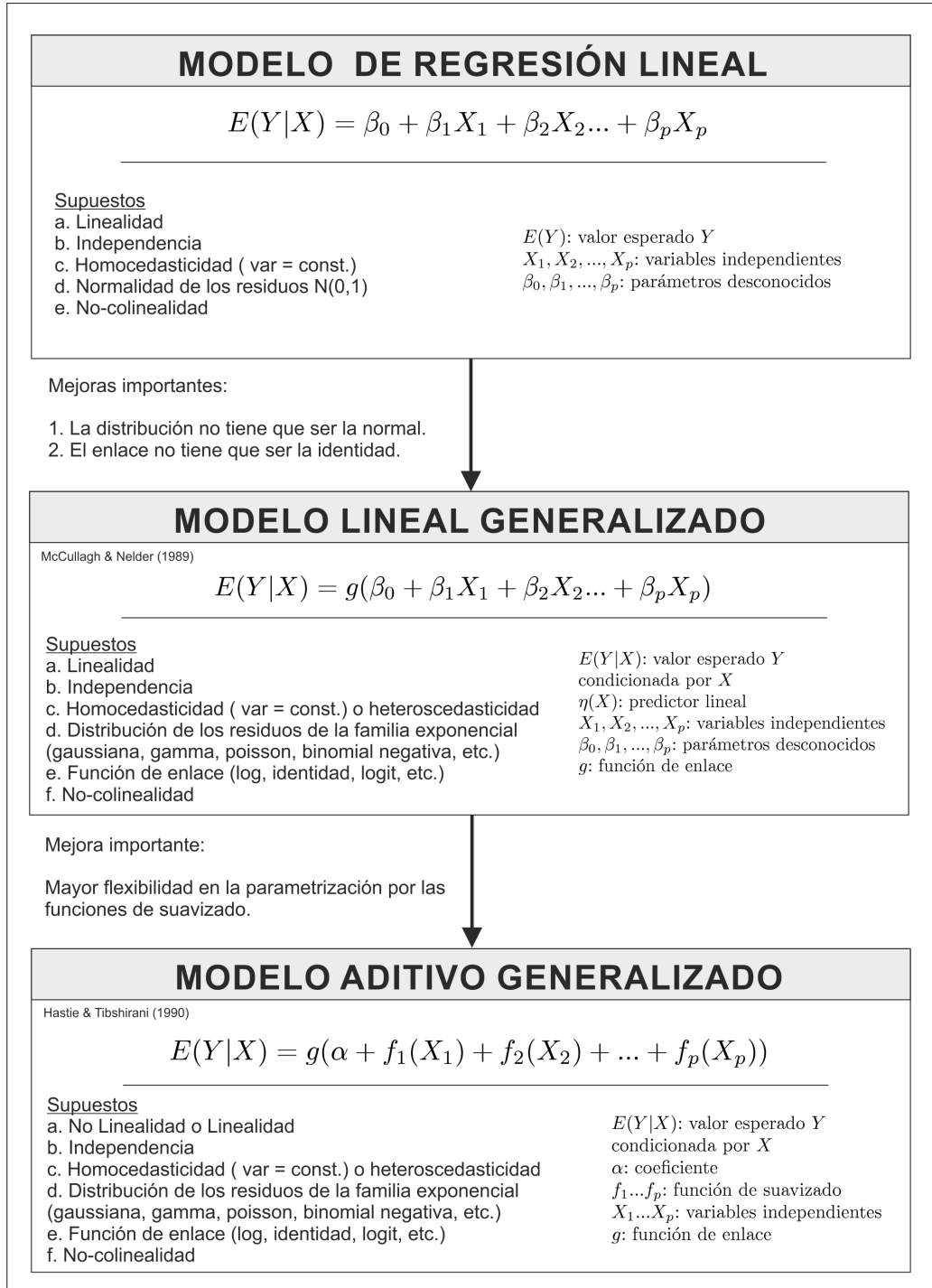
## 4.3 Diseño del análisis estadístico

En primer lugar, se exploran las variables atmosféricas y sanitarias usadas en este trabajo a través de métodos de la estadística descriptiva. En segundo lugar, se aplica un modelo aditivo generalizado a series temporales para cuantificar el riesgo relativo (RR) de la asociación entre el ambiente térmico y los ingresos hospitalarios, siguiendo las agrupaciones anteriormente expuestas. Para conocer las diferentes exposiciones térmicas se ha definido como variable de exposición principal (variable independiente) a la temperatura máxima y mínima diaria. Todos los modelos, el análisis estadístico, así como los resultados gráficos se realizan con el entorno de software libre R, versión 3.2.1. Los modelos aditivos generalizados se han estimado a través del paquete `{mgcv}`, versión 1.8-0. Antes de conocer los ajustes estadísticos en concreto para modelizar la relación, se detallarán algunos de los fundamentos principales del análisis realizado.

### 4.3.1. Fundamento estadístico

Existen numerosos métodos en la epidemiología ambiental para cuantificar los efectos de riesgo en la salud humana (series temporales, estudios de cohorte, diseños de cruce, etc.) (Peng y Dominici 2008, Ye et al. 2012). Uno de los métodos más usados es la evaluación de los efectos a través de series temporales, analizando la asociación entre factores ambientales y la morbi-mortalidad. En coherencia con los datos de este trabajo se usarán técnicas estadísticas para el análisis de series temporales. Por lo tanto, el análisis estadístico y, finalmente, la modelización de la relación entre el ambiente térmico y los ingresos hospitalarios se inician con la elección del modelo. No obstante, la elección del modelo está determinada por las características de los datos. Para ello, en la actualidad existen múltiples modelos, entre los que destacan los Modelos Aditivos Generalizados (GAM, ingl.), ya que son unos de los más usados (Ye et al. 2012).

En la Figura 4.3 se describen de forma esquemática los modelos de regresión así como sus supuestos, desde los modelos lineales más clásicos hasta los GAM. Para poder realizar un ajuste de regresión lineal se han de cumplir ciertos supuestos. En primer lugar ha de existir una correlación lineal, y en segundo lugar tanto



**Figura 4.3:** Esquema de los modelos estadísticos.

### 4.3. Diseño del análisis estadístico

---

los datos como los residuos han de estar normalmente distribuidos. Además, los datos tienen que cumplir el supuesto de la homocedasticidad, es decir, la varianza de los errores ha de ser constante. Las otras propiedades fundamentales, la independencia y la no-colinealidad, se mantienen también como supuestos en ambos modelos, Modelo Lineal Generalizado (GLM, ingl.) y GAM.

Antes de seguir explicando dichos modelos más generales, debemos tener conocimientos, a priori, sobre la variable de respuesta o variable dependiente. En este estudio se trabaja con datos diarios de ingresos hospitalarios que corresponden a conteos, matemáticamente denominados datos discretos. En este caso, un conjunto discreto es el que contiene una cantidad finita de números enteros. Asimismo, en el caso de los ingresos son valores únicamente positivos.

Finalmente, hemos de usar una de las posibles distribuciones discretas, como por ejemplo la binomial negativa o la de Poisson. La última es una de las que más se usan en el caso de datos de conteo, especialmente en los estudios epidemiológicos (Analitis et al. 2008, Michelozzi 2008, Ye et al. 2012).

Respecto al funcionamiento de los modelos, el GLM representa una generalización o síntesis de casos especiales de varios métodos de regresión (regresión lineal, regresión logística, regresión de Poisson, etc.), que encuentran un marco conceptual y metodológico común en el GLM. Esta generalización permite usar datos con distintas distribuciones de familias exponenciales multivariantes, datos continuos y discretos, además de poder enlazar la variable dependiente con las independientes a través de funciones adaptadas a su distribución.

Los GLM constan de tres componentes (Fig. 4.3):

1. Función de distribución de la familia exponencial para la variable dependiente, lo que finalmente define la relación entre la media y la varianza (componente aleatorio) .
2. El predictor lineal  $\eta(X)$  (componente sistemático de las variables independientes).
3. Función de enlace  $g$  entre (1) y (2) (transformación con una función correspondiente a la distribución, la que hace posible relacionar la variable

dependiente con las variables independientes; matemáticamente una transformación relativa a la media ( $\mu$ ) de la variable dependiente).

Los modelos GLM están basados en funciones paramétricas, lo que implica la estimación de parámetros desconocidos ( $\beta$ ). Debido a la parametrización se fuerza seguir una curva predeterminada lo que no siempre corresponde a la relación real de los datos. Por esta razón se puede hacer uso de modelos no paramétricos, como por ejemplo los GAM. En lugar de estimar los parámetros de la curva, se aplican funciones individuales de suavizado local para cada variable independiente. Este cambio permite una mayor flexibilidad para representar la verdadera respuesta de los datos, y evita tener que presuponer la relación, ya que no se tiene ninguna hipótesis sobre la forma exacta de la relación. Esta posibilidad es importante a la hora de modelizar variables ambientales, especialmente en este caso, la temperatura de aire, que no sigue una relación lineal. Precisamente, los GAM siguen los mismos supuestos y componentes como aquellos anteriormente visto en los GLM (Fig. 4.3). No obstante, la diferencia esencial consiste en la sustitución del predictor lineal por funciones de suavizado  $f_1(X_1) + f_2(X_2) + \dots + f_p(X_p)$ . Con esta base se entrará en el ajuste del modelo aditivo generalizado para el análisis estadístico de este estudio.

### 4.3.2. Ajuste del modelo aditivo generalizado

En el proceso del análisis se ajusta un modelo aditivo generalizado para cada serie temporal de los grupos de ingresos hospitalarios (Fig. 4.1) y por cada variable de exposición, temperatura máxima y mínima, respectivamente. Dado que los datos de la variable dependiente son de conteo, se debería pensar en usar una distribución de Poisson. Sin embargo, en la práctica, la mayoría de los datos empíricos de conteo no son correctamente descritos a través de dicha distribución, ya que habitualmente se puede observar una sobredispersión. En consecuencia, se sustituye la habitual distribución de Poisson, por la binominal negativa, que es más flexible al disponer de un parámetro de sobredispersión. En coherencia con esta distribución se utiliza como función de enlace la logarítmica. La función de suavizado usada es spline cúbico natural. Se trata de segmentos polinomios cúbicos que están definidos por nudos abarcando todo el rango de los datos (Peng y Dominici 2008).

### 4.3. Diseño del análisis estadístico

---

En varios estudios (Analitis et al. 2008, Michelozzi 2008, Bayentin et al. 2010, Ye et al. 2012) se hizo un análisis estadístico de series temporales con una separación en periodos fríos y cálidos, ajustando un modelo para cada caso de forma separada. Sin embargo, dado que se trata de una serie temporal, no sería un método adecuado y coherente. Es más, para poder conocer la relación entre el ambiente térmico y la morbilidad es necesario incluir todo el rango termométrico anual (Ye et al. 2012). Así, en este trabajo se incorporan los efectos estacionales como factores al GAM. Se parte del supuesto de que existe dependencia entre los mismos semestres y meses del mismo año, pero independencia entre cada año del periodo de estudio. Además, se da por supuesto la no autocorrelación de la variable de respuesta.

#### *Ajuste de los modelos*

El proceso de ajuste consta de varios pasos para obtener el modelo final de cada serie temporal. La selección en los primeros tres pasos se realiza a través del Criterio de Información de Akaike (AIC), que representa una medida de calidad relativa, incluyendo el número de parámetros y el valor máximo de la función de verosimilitud del modelo estadístico. Para el proceso de ajuste, se calculan los retardos absolutos 1-10 días, y retardos medios de 1-3, 1-5 y 1-10 días para las variables independientes principales (la temperatura máxima y mínima).

Fases del proceso de ajuste:

1. Establecer los grados de libertad ( $df$ ) para la variable independiente principal. El mejor modelo ha consistido en todos los análisis de tres grados de libertad.
2. Evaluar y seleccionar los retardos de la variable independiente principal.
3. Construir el modelo global incluyendo la variable independiente principal y las covariables:
  - a) Humedad relativa media, presión atmosférica reducida y velocidad de viento. Para garantizar la independencia de las covariables meteorológicas se ha usado un test de correlación de Pearson. En el anexo

se encuentran como ejemplos las matrices de correlación de Vigo, A Coruña y Ourense (Fig. A.1–A.3). El resultado del test ha llevado a descartar la humedad relativa debido a su alta correlación con la temperatura. En el caso de las otras variables, la correlación con la temperatura es inexistente, pero se observa una ligera dependencia entre las mismas. Así pues, se ajusta por separado un modelo en cada caso y se elige el mejor modelo con el AIC.

- b) Confusión no observada de tendencia y estacionalidad de la serie, representada por la enumeración de todos los días 1 hasta 2.191 de forma lineal y cuadrada (Analitis et al. 2008); la función de suavizado se define con siete grados de libertad por año de la serie, en total 42 *df* (Maclure 1991).
  - c) Tasa de gripe; se ha aplicado una función de regresión local polinomial (LOEES, ingl.) (Cleveland et al. 1992) para extrapolar los datos semanales y obtener así registros aproximadamente diarios. Se ha elegido una ventana de 14 días que corresponde a un comportamiento suavizado cercano a los casos declarados (Iñiguez et al. 2001, Touloumi et al. 2005). De este modo, se evita también una doble suavización por el ajuste en el GAM. En el GAM se define 3 *df* para la función de suavizado.
  - d) Día de la semana. (factor)
  - e) Semestre cálido y frío; ennumerado de 1 a 13. (factor)
4. Ajustar el modelo global eliminando progresivamente todas las covariables no significativas, hasta llegar al modelo final, teniendo en cuenta el valor del AIC y que los coeficientes no se modifiquen en más de un 10 %. En todos los ajustes las covariables del ambiente atmosférico, presión atmosférica reducida y velocidad de viento, han sido descartadas.
  5. Aplicar un algoritmo específico para el cálculo de los riesgos relativos y los correspondientes intervalos de confianza (95 % y 90 %). Dado que en el GAM las funciones son desconocidas y no pueden ser expresadas por coeficientes, es necesario estimar el RR y el intervalo de confianza (IC)

#### 4.3. Diseño del análisis estadístico

---

correspondiente a cada valor predicho (Saez et al. 2003).

##### *Expresión de los resultados*

Los resultados se representarán como riesgos relativos (RR) con intervalos de confianza del 90 % y 95 % (IC90 %, IC95 %). El riesgo relativo indica la probabilidad de un ingreso hospitalario correspondiente a la agrupación (edades, género etc.) y la variable de exposición. En la interpretación del RR se debe saber que éste siempre es mayor que 0. Un valor menor de 1 se puede entender como protector, por ejemplo, un RR de 0,63 se traduce en una reducción del riesgo del 37 % ( $1 - RR * 100$ ) con respecto al de referencia. En el caso contrario, si el RR es mayor que 1, se entiende como aumento de riesgo. Por ejemplo, un RR de 1,78 se traduce en un mayor riesgo del 78 % ( $RR - 1 * 100$ ) con respecto al de referencia. El punto o la temperatura termoneutral corresponderá a aquel umbral de la temperatura donde se ha estimado un RR de 1, o sea, ni existe riesgo ni beneficio para el ser humano. Lo que se traduce finalmente en:  $T_a \leq PT$  (beneficio);  $T_a \geq PT$  (riesgo). El RR de 1 y la temperatura termoneutral se identificarán gráficamente con una línea negra horizontal y vertical, respectivamente.

Para terminar, se considera conveniente hacer referencia a dos particularidades del estudio motivadoras causantes del descarte de un análisis combinado y una validación cruzada. Por una parte, el corto período de datos disponible en el estudio, y por otra, el fin de preservar el periodo máximo posible, no ha permitido llevar a cabo una validación cruzada. Debido a la importancia del método formará parte de estudios posteriores a este presente trabajo, incorporando una serie temporal más larga. Respecto al análisis combinado, las razones son más complejas. En primer lugar, existe una gran intravariabilidad del área de estudio en cuanto a factores ambientales y demográficos. En segundo lugar, debido al pequeño número de ciudades y una distribución espacial asimétrica, algunas resultantes agrupaciones de zonas climáticas podrían quedar con una única ciudad representativa.



# 5

## Área de estudio

---

El área de estudio comprende las principales ciudades de Galicia: Vigo, A Coruña, Ourense, Lugo, Santiago de Compostela, Pontevedra y Ferrol (Fig. 5.1). Son los núcleos urbanos con más habitantes de Galicia y se distribuyen espacialmente por la mayoría de las diversas áreas climáticas que caracterizan el territorio gallego. Esta selección permite obtener una imagen espacial de los efectos del ambiente atmosférico en la salud humana en esta comunidad autónoma. Antes de exponer los resultados del presente trabajo se comentarán brevemente los principales condicionantes geográficos y las características demográficas de estos núcleos urbanos.

### 5.1 Condicionantes geográficos

Galicia es una región de 29.574 km<sup>2</sup> situada en el extremo noroeste de la Península Ibérica, limitada por el Océano Atlántico en el norte y el oeste, presentando una extensa franja litoral de más de 1.000 km. Concretamente, Galicia se expande en latitud entre los 42° y los 44° norte, y en longitud entre los 7° y los 9° oeste. En la organización administrativa, Galicia comparte límite por el este con las comunidades autónomas de Asturias y Castilla y León (Fig. 5.1), además de compartir frontera en el sur con Portugal.

Galicia se sitúa, pues, en las latitudes medias y tiene como rasgo caracterizador, en términos generales, un clima atlántico, templado y húmedo con abundantes precipitaciones, pero espacial y temporalmente muy variable (Naranjo y Pérez

Muñuzuri 2006, Rodríguez Guitián y Ramil-Rego 2007). Aunque en conjunto, y en términos generales, la Península Ibérica pueda estar caracterizada también por un clima templado, se la divide clásicamente en dos zonas climáticas, a causa de la variación cíclica anual de la circulación general (Rodríguez Guitián y Ramil-Rego 2007, AEMET 2011).

La primera, la templada en sentido estricto (clasif. Köppen-Geiger: *Cfa*, *Cfb*), incluye efectivamente la zona de Galicia, pero también Asturias y las Cornisas cantábrica y pirenaica. La segunda, la subtropical (*Csa*, *Csb*, y menor medida *Bsk*), comprende el resto de la Península Ibérica. Esta diferencia se explica por la mayor latitud de dichas regiones, ya que normalmente quedan fuera de la influencia directa de los anticiclones subtropicales, especialmente en invierno. La variabilidad en estas latitudes está determinada esencialmente por las continuas sucesiones de los sistemas de bajas y altas presiones. El clima de Galicia está determinado regionalmente por la combinación de varios factores climáticos: la latitud, la compleja orografía y especialmente el grado de continentalidad, es decir, la distancia al mar.

### **La latitud**

La zona norte peninsular, y en concreto Galicia, se caracteriza durante todo el año por el dominio de los vientos del oeste y las perturbaciones del frente polar. Este hecho se ve reflejado en la alta secuencia de situaciones atmosféricas correspondientes a su localización, y la entrada de borrascas desde el Atlántico. La circulación de los vientos del oeste es de gran importancia para Galicia ya que trae masas de aire marítimo al interior. Esto favorece la presencia de temperaturas más suaves y una baja amplitud térmica, especialmente significativa en otoño e invierno. Las masas de aire que afectan con mayor frecuencia a Galicia son, en consecuencia de lo expuesto, de origen tropical y polar marítimo.

En el primer caso, se trata de masas cálidas y húmedas desplazadas desde el seno del Anticiclón subtropical de las Azores, y en el otro, masas de aire frías y húmedas, dominantes sobre todo en invierno, con su origen en el Atlántico norte, en el seno de la Depresión de Islandia. Por el contrario, en ocasiones, los flujos de masas de aire del oeste pueden quedar bloqueados con la presencia de un anticiclón, y así generar en invierno y verano, respectivamente, aire frío y caluroso

## 5.1. Condicionantes geográficos

---

pero seco por su origen continental (Gómez-Gesteira et al. 2011).

La latitud en sí se pone de manifiesto en el litoral; hacia el sur se incrementan la insolación, la temperatura y los días despejados. Esta circunstancia se aprecia en las diferencias entre el litoral occidental y el septentrional (Fig. 5.2, 5.3). El segundo, está más expuesto a los vientos del norte que la fachada litoral atlántica y, como consecuencia, domina un ambiente más frío. En cambio, la fachada atlántica, y más concretamente las *Rías Baixas* se benefician de dos particularidades: por un lado, la mayor exposición a los vientos húmedos y cálidos del suroeste, y por otro, la disposición estructural de las rías, que facilita la entrada hacia el interior de dichas masas de aire (Font Tullot 2000).

Incluso se pueden observar contrastes del gradiente termométrico en verano de hasta 14 °C en las máximas entre Santiago de Compostela y Ourense, con una distancia en línea recta de aproximadamente 80 km. Ello se debe a que Galicia constituye una región transitoria entre el clima marítimo del litoral y el mediterráneo continentalizado de las regiones del interior peninsular, por lo cual se presentan muchos matices que a primera vista no son fácilmente identificables. La combinación de la orografía, por su efecto de barrera ante las precipitaciones, y la distancia al mar, por su papel en la suavización térmica, determina esencialmente el mosaico climático de Galicia.

### **La orografía y la continentalidad**

El territorio gallego se caracteriza por un relieve muy compartimentado, con importantes y continuos cambios de altitud y orientación (Fig. 5.1). Este amplio espectro de altitudes va desde el nivel del mar hasta los 2.127 m en la cumbre de Peña Trevinca (Serra do Eixe), zona límite entre las provincias de Ourense y Zamora. Este rasgo caracterizador provoca una gran diferenciación climática en un espacio reducido, reflejada en variaciones importantes de la temperatura y de las precipitaciones. La mayoría de los gradientes pluviométricos y termométricos en la comunidad gallega pueden ser explicados de forma genérica por el factor altitudinal (Naranjo y Pérez Muñuzuri 2006, Gómez-Gesteira et al. 2011).

No obstante, la orografía sola es claramente insuficiente para comprender la variabilidad espacial del clima. La distancia al océano Atlántico se convierte en un factor esencial, pues constituye un importantísimo regulador energético, y

así influye directamente, junto a la altitud, en el comportamiento del ambiente atmosférico. Esto se traduce en la existencia de un clima oceánico en toda la fachada atlántica y cantábrica, caracterizado por temperaturas suaves durante todo el año, baja oscilación térmica y precipitaciones abundantes, especialmente en las áreas más suroccidentales. El clima oceánico va adquiriendo matices continentales conforme se adentra hacia el interior, con temperaturas cada vez más extremas y mayores oscilaciones térmicas, tanto diarias como estacionales, siendo éstas más acusadas en el interior de la provincia de Lugo y en toda la provincia de Ourense. En esta última se encuentran matices de clima mediterráneo, que penetran desde el este por los valles del Sil y del Miño, extendiéndose por los espacios de menor altitud de la provincia de Ourense y por el sur de la provincia de Pontevedra. Dicha influencia mediterránea es la responsable del período seco que tiene lugar en verano en buena parte del sur y sureste de Galicia (aridez estival), dándose en algunos años situaciones de sequía durante los meses de julio y agosto. El efecto de la continentalidad aumenta y se intensifica por el efecto de barrera que provocan las Sierras de la Dorsal gallega, que se extienden de norte a sur, y por la Serra do Xistral al norte, que alcanzan altitudes en torno a los 1.000 m (Fig. 5.1.b). Estas sierras son las responsables de una rápida transición del clima oceánico al continental en distancias menores de 100 km, y generan un moderado efecto Föhn en las depresiones y valles interiores situados a sotavento; aquí se produce una considerable disminución de las precipitaciones y un incremento de las oscilaciones térmicas debido a la escasa influencia oceánica. En situaciones sinópticas del norte y noreste, los vientos hacia el sur se hacen cada vez más cálidos y secos. Por lo contrario, en las zonas costeras estos vientos de origen marítimo son frescos y húmedos, lo que provoca un moderado descenso de las temperaturas y un incremento notable de la nubosidad en el tercio norte de la región. Se ve pues como la combinación de estos tres factores climáticos (latitud, altitud y distancia al mar) explican la compleja distribución espacial de las temperaturas y las precipitaciones.

### 5.1.1. La distribución de las temperaturas

Los efectos de la altitud y de la distancia al mar se ven reflejados claramente en las temperaturas del aire, como se puede observar en las figuras 5.2 y 5.3. Los mapas han sido generados por una regresión múltiple entre las variables latitud, altitud y distancia al mar, e implementada en un sistema de información geográfica. Condicionados por la disponibilidad de las series climáticas, y teniendo en cuenta que la caracterización climática regional de Galicia no constituye el objetivo principal de la tesis, el periodo común para el análisis ha sido sólo de 6 años, comprendido entre 2006 y 2011; y el total de estaciones utilizadas ha sido de 57, pertenecientes todas ellas a Meteogalicia. Aunque el periodo no alcanza la longitud de años recomendada por la Organización Meteorológica Mundial para los estudios del clima, los resultados coinciden de forma general con los patrones espaciales de otras cartografías climáticas realizadas en Galicia (Martínez Cortizas y Pérez Alberti 1999, Naranjo y Pérez Muñuzuri 2006).

En agosto y enero las temperaturas medias más bajas de las máximas y mínimas se registran en la dorsal gallega, en el macizo de Manzaneda, y en general en las sierras orientales y del norte de la provincia de Lugo, que corresponden a las zonas interiores continentales y montañosas de la comunidad gallega.

En cambio, las temperaturas medias más elevadas de las máximas en agosto (Fig. 5.2) tienen lugar en las *Rías Baixas*, en las depresiones de Ourense, Verín y Lemos, y en los valles del Miño y del Sil. Estos rasgos mencionados tienen su repercusión en el estrés térmico (Fig. 5.4). Por ejemplo, en el Golfo Artabro menos del 35 % de los días entre junio y septiembre registran estrés por calor fuerte o extremo; en cambio, en las *Rías Baixas* se llega hasta el 65 % de los días (Royé et al. 2012). En las áreas más septentrionales se registra un mayor número de días con estrés térmico por frío, mientras que el estrés por calor es más frecuente en el sur (las *Rías Baixas* y la provincia de Ourense).

Las observaciones hechas en el estudio realizado por Gómez-Gesteira et al. (2011), destacan temperaturas máximas estivales en áreas del interior con valores aproximadamente 2 °C más altos por los efectos de la continentalidad que en las zonas litorales con la misma latitud. Incluso, esta diferencia se eleva en invierno de forma pronunciada, con temperaturas aproximadamente 5 °C por debajo de

aquellas del litoral.

Puesto que los hospitales, objeto de estudio, están situados en un entorno urbano, es importante hacer un breve comentario sobre la influencia del ambiente artificial urbano en el clima. Precisamente es en las ciudades donde se hace notar más la alteración del medio natural por las actividades humanas. Los balances de radiación entre el suelo y el aire en este entorno se modifican considerablemente en relación al comportamiento natural. La suma de diversos factores urbanos favorecen el calentamiento de estos espacios a causa de diferencias físicas en los materiales del sustrato (vegetación, asfalto, cemento, piedra, etc.), la estructura morfológica urbana (orientación, altura, espacio abierto, etc.), la generación de calor antrópico, una menor superficie de espacios verdes, la contaminación del aire, el drenaje de las precipitaciones, etc. (López et al. 1993, Martí y Miragaya 1998, Moreno García 1999, Kuttler 2004a,b).

Además de los factores mencionados, la intensidad del efecto a escala regional está estrechamente relacionada con el tamaño y la extensión de la población. El efecto principal es la llamada “isla de calor”, con temperaturas superiores en el núcleo urbano combinado con un lento enfriamiento nocturno, en contraste con el medio rural circundante. Los mayores contrastes provocados por dicho efecto se pueden observar en las noches con situaciones atmosféricas de estabilidad, cielos despejados y velocidades de viento suaves o calmas. Las variaciones que puede sufrir la isla de calor se deben especialmente a la existencia de vientos intensos, por los que prácticamente llega a desaparecer la isla de calor a causa del mayor grado de mezcla del aire.

No obstante, en la escala intraurbana se observan contrastes importantes de la temperatura a causa del complejo mosaico urbano; la capacidad calorífica cambia constantemente según el tipo de material, además de factores como el complejo entramado de la ciudad y la disminución del *Sky View Factor* y la densidad constructiva. En las ciudades gallegas, especialmente en los cascos antiguos, se hace un uso masivo del granito para la construcción, lo que contribuye en buena medida a la generación y mantenimiento de las islas de calor por su elevada capacidad calorífica. En un estudio realizado en Santiago por Martí y Miragaya (1998) se ha demostrado justamente la importancia de la geometría urbana y del granito sobre las características del ambiente térmico de la ciudad.

## 5.1. Condicionantes geográficos

---

En la actualidad lo más preocupante es el impacto generado por la isla de calor durante las olas de calor, en las que dicho efecto aumenta considerablemente y puede ser muy negativo para el confort y la salud humana (Royé y Martí 2015, Royé 2015). La consecuencia más habitual de las noches calurosas sobre la salud es su impacto en el sueño y en el descanso necesario de las personas, como explican los autores del estudio.

### 5.1.2. Distribución de las precipitaciones

Los ascensos forzados de masas de aire debidos a los relieves litorales llevan a una inestabilización que aumenta considerablemente la cantidad de las descargas de precipitación en las áreas próximas al litoral (Naranjo y Pérez Muñuzuri 2006). Los flujos oceánicos en contacto con el relieve representan el principal captador de precipitaciones en estas zonas. Además se pueden detectar importantes efectos de sombra pluviométrica a sotavento. Justamente al este de las sierras de la dorsal gallega, en concreto en la Serra de Faro, se pueden llegar a registrar diferencias de más de 1000 mm (Martínez Cortizas y Pérez Alberti 1999).

En consecuencia, las precipitaciones anuales alcanzan sus valores máximos en las sierras litorales y en la dorsal gallega, con más de 1800 mm, lo que reduce considerablemente las descargas posteriores correspondientes al espacio interior. Gómez-Gesteira et al. (2011) subrayan que la particularidad y el perfil curvado del litoral gallego al entrar en contacto con los flujos marítimos pueden llegar a intensificar la inestabilidad atmosférica. Dada la orografía y la distancia al mar, los valores mínimos de precipitación anual se registran en los valles del Miño y del Sil con 500- 600 mm. En todo el territorio las precipitaciones máximas se alcanzan en invierno y las mínimas en verano. La intensidad de las precipitaciones en invierno está determinada fundamentalmente por la orografía (Gómez-Gesteira et al. 2011).

Los efectos de la distancia al océano Atlántico, en combinación con el relieve y la latitud, se pueden ver en la diferencia de las precipitaciones anuales entre Lugo y Ourense; en la primera se llega a 1.000 mm y en la segunda a 800 mm anuales, aproximadamente. La cercanía a la costa septentrional en el caso de Lugo provoca una mayor frecuencia de entradas de borrascas, y en consecuencia mayores

cantidades de la precipitación.

En resumen, Galicia es un territorio encrucijada entre las regiones biogeográficas Atlántica y Mediterránea, con un clima templado oceánico (temperaturas suaves y precipitaciones abundantes), matizado en algunas áreas del sur y sureste por la influencia mediterránea (con veranos más cálidos y secos).

Después de esta descripción geográfica es posible situar los distintos núcleos urbanos del área de estudio en su contexto climático. En primer lugar, las ciudades de A Coruña y Ferrol, como ciudades costeras del norte; en segundo lugar, las dos ciudades del espacio interior, Lugo y Ourense, aunque con una diferencia significativa por su distinta latitud; en tercer lugar, las ciudades de las *Rías Baixas*, Vigo y Pontevedra; y por último, la ciudad de Santiago de Compostela, en una zona de transición entre el litoral y los espacios más montañosos del interior. Finalmente, y para obtener una imagen geográfica más completa, se debe comentar algunos datos y comportamientos demográficos.



## 5.1. Condicionantes geográficos

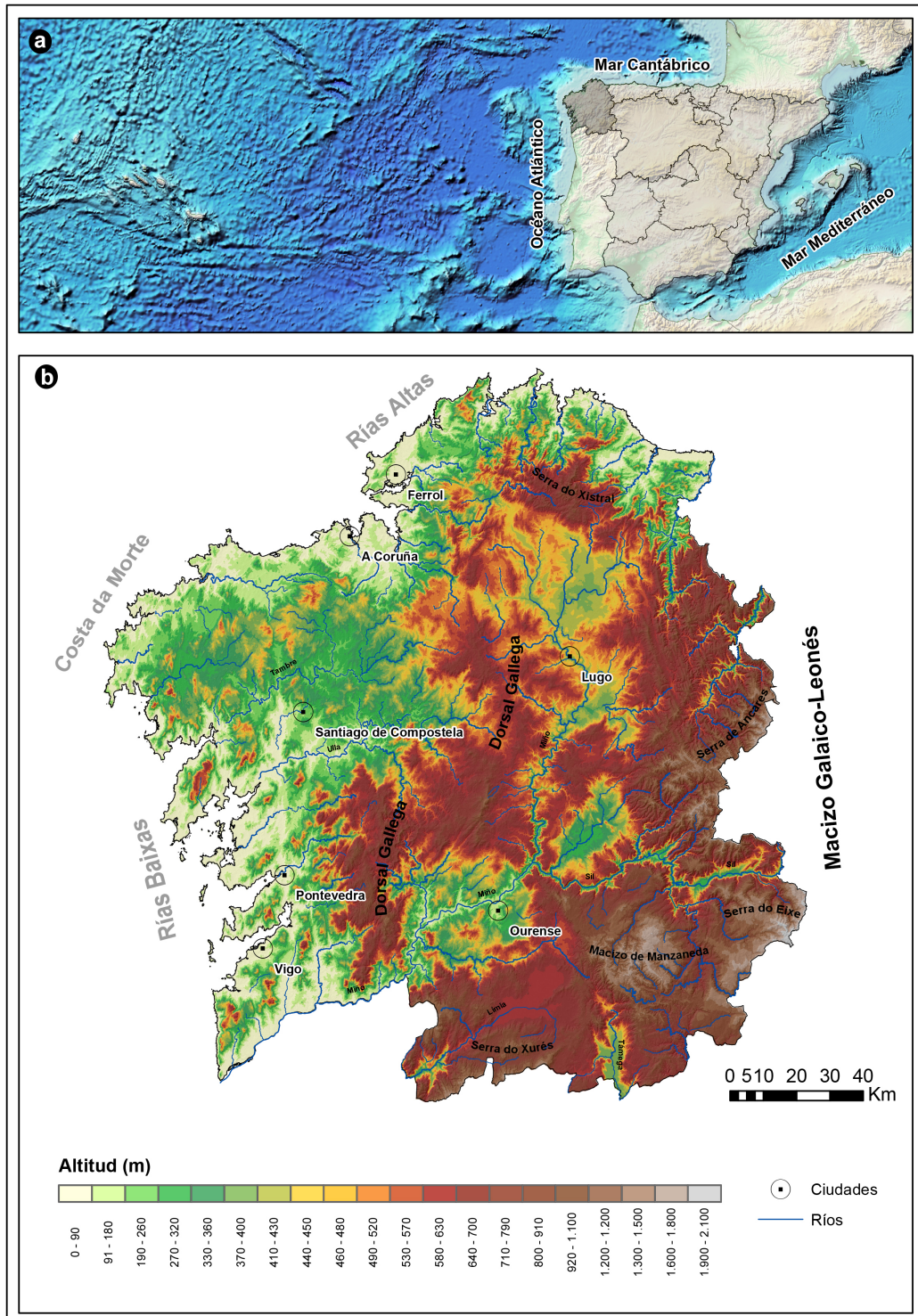
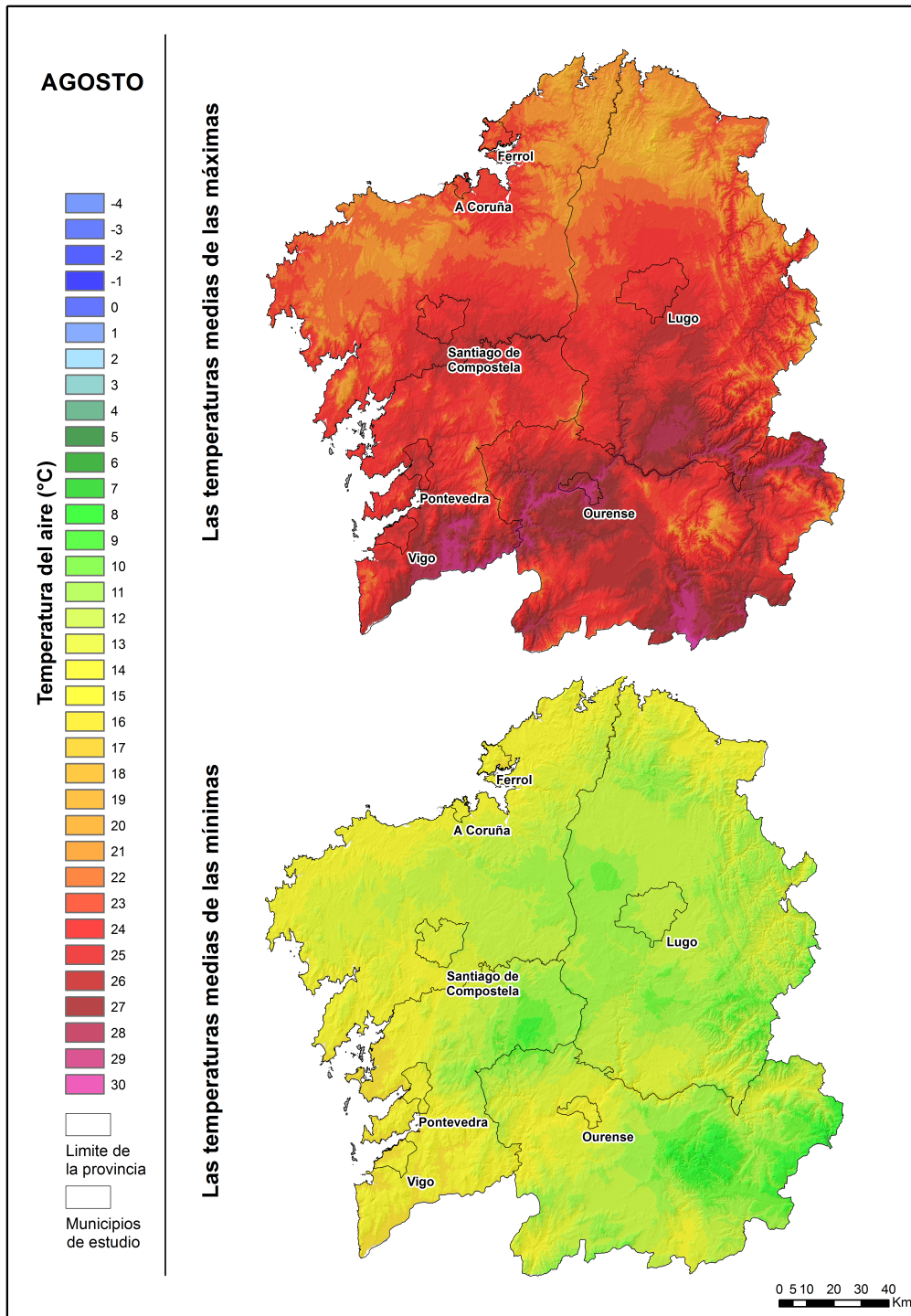
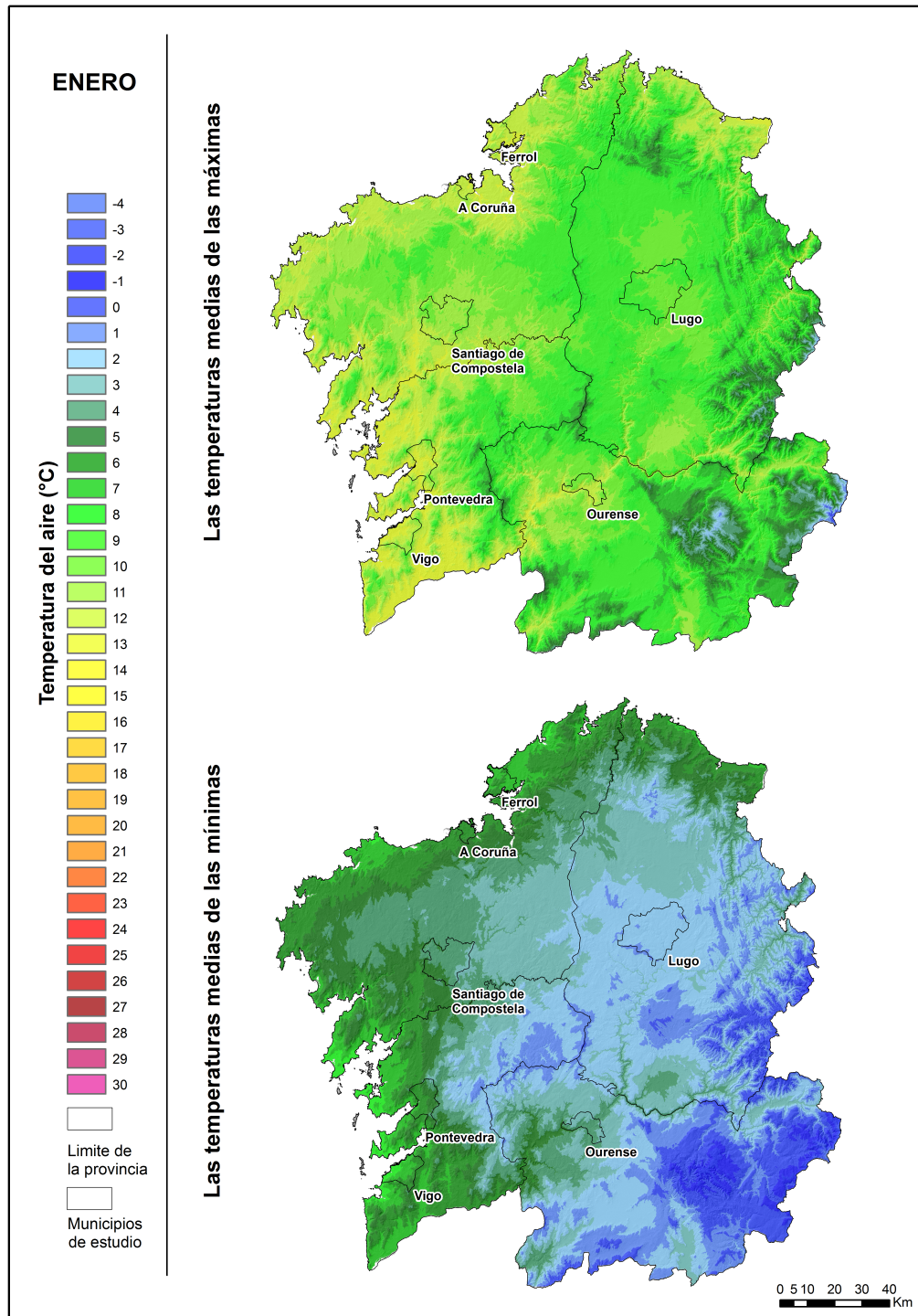


Figura 5.1: Localización y orografía de Galicia.



**Figura 5.2:** El ambiente térmico en Agosto en Galicia. Base de datos: Meteogalicia; Periodo: 2006-2011.

## 5.1. Condicionantes geográficos



**Figura 5.3:** El ambiente térmico en Enero en Galicia. Base de datos: Meteogalicia; Periodo: 2006-2011.

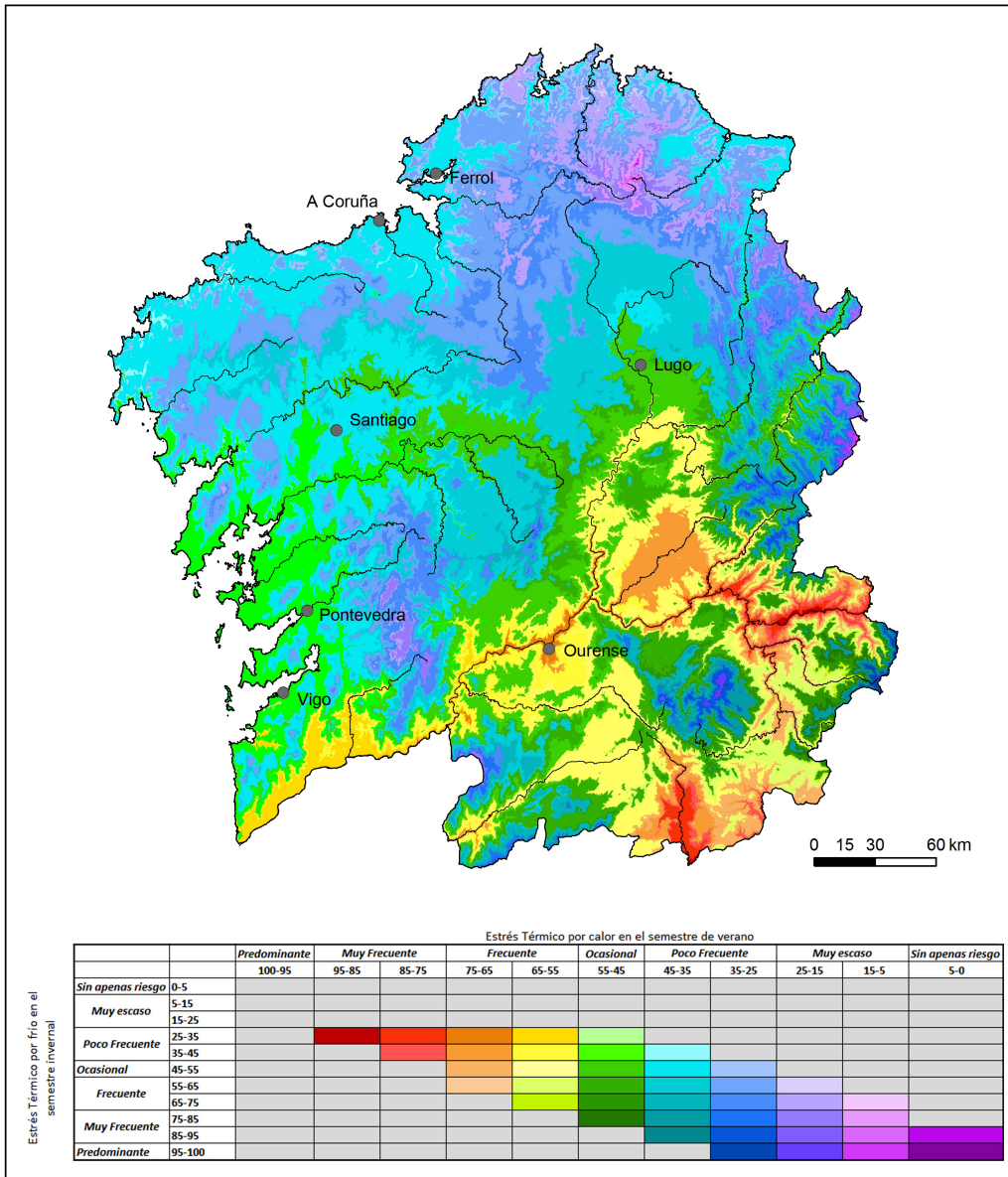


Figura 5.4: El estrés térmico en Galicia. Fuente: Royé et al. (2012).

## 5.2 Características sociodemográficas

El censo de población y viviendas del año 2011 (*Instituto Galego de Estatística*) indica que la comunidad gallega cuenta en la actualidad con una población ligeramente superior a los 2.700.000 habitantes. Esto supone que la densidad de población de Galicia (95 hab/km<sup>2</sup>) supera al promedio español (93 hab/km<sup>2</sup>). No obstante, el conjunto de su territorio está gravemente afectado por una generalizada pérdida de población y una estructura demográfica envejecida. La evaluación demográfica espacialmente muestra una dicotomía entre las provincias occidentales, con un mayor dinamismo, y las provincias del espacio interior (Aldrey Vázquez y Durán Villa 2011).

**Tabla 5.1:** Datos poblacionales

Superficie Municipio (km <sup>2</sup> )	Población							
	Total (abs.)	Densidad (habit/km <sup>2</sup> )	Hombres (%)	Mujeres (%)	<30 años (%)	30-60 años (%)	>60 años	
Vigo	105,09	295623	2813	48	52	29	46	25
A Coruña	37,76	245053	6489	46	54	26	46	28
Ourense	84,93	107314	1264	46	54	28	44	29
Lugo	330,86	98001	296	47	53	28	47	25
Santiago	221,50	95397	431	47	53	28	47	25
Pontevedra	118,74	82346	693	48	52	30	46	23
Ferrol	83,18	71690	862	47	53	25	43	32

Datos: Instituto Galego de Estatística

El dinamismo de la mitad occidental también es visible en la estructura territorial urbana; las ciudades del eje urbano atlántico son las que presentan un mayor número de actividades socioeconómicas. En la actualidad, casi la mitad de la población gallega reside en las siete ciudades (Vigo, A Coruña, Ourense, Lugo, Santiago, Pontevedra y Ferrol) y sus áreas de influencia (Tab. 5.1), derivando así en un proceso de concentración demográfica que no implica, en este caso, una concentración del hábitat. La densidad y la dispersión son extraordinarias, unos 30.000 asentamientos de rango muy dispar, la mitad del total de toda España, componen la región. Un dato muy significativo es que alrededor de unos 25.500 de ellos albergan a menos de 100 habitantes.

En la Tabla 5.1 se presenta una visión general de los datos poblacionales de los municipios en este trabajo. Como ya se ha mencionado, la ciudad con

más habitantes es la de Vigo y la con menos es la ciudad de Ferrol. La superficie territorial de todos los municipios oscila entre los 330 km<sup>2</sup> de Lugo y los 37 km<sup>2</sup> de A Coruña, lo que finalmente tiene su repercusión en las densidades poblacionales. En todas las siete ciudades predomina la proporción de mujeres sobre la de hombres con más del 52 %. La ciudad con más población menor de 30 años es Pontevedra (30 %), y la ciudad con menos corresponde a Ferrol (25 %). Esta proporción se revierte en los habitantes mayores de los 60 años.

Para entender, por tanto, las características de la población en Galicia, hay que hacer una referencia a su propia estructura territorial. En primer lugar, el conjunto de las siete ciudades gallegas, junto con las áreas costeras de la comunidad, comprenden el área de mayor densidad poblacional, destacando de manera significativa las Rías Baixas y el Golfo Ártabro (Fig. 5.5.a). Según los datos del censo 2011, Vigo es el municipio que cuenta con mayor número de habitantes de toda la comunidad, seguido de los municipios de A Coruña, Ourense, Lugo, Santiago de Compostela, Pontevedra y Ferrol (Fig. 5.5.a). En la actualidad, se producen importantes procesos de urbanización difusa de nuevas áreas residenciales en los espacios y municipios rurales próximos o limítrofes con las siete ciudades principales (Lois González y Piñeira Mantiñán 2011).

Mención especial merecen las dos capitales interiores, Ourense y Lugo. El crecimiento de estas urbes estuvo fuertemente marcado por una intensa fase de movimiento de la población de sus respectivas provincias, desde las áreas rurales a la capital, generando así un gran desequilibrio entre los municipios de ambas capitales y sus áreas de influencia, y el resto de los municipios de sus provincias, sólo existiendo algunas cabeceras comarcales con cierto, aunque bajo, dinamismo económico y demográfico. Este proceso demográfico es claramente visible en la Figura 5.5.a, resaltando los municipios de Lugo y Ourense en contraste con su entorno rural. De esta forma, y en general, el espacio rural de la comunidad gallega se caracteriza por ser un área de poblamiento en crisis, mal comunicado, con una débil estructura empresarial y afectado por un grave proceso de despoblamiento (Lois González y Piñeira Mantiñán 2011).

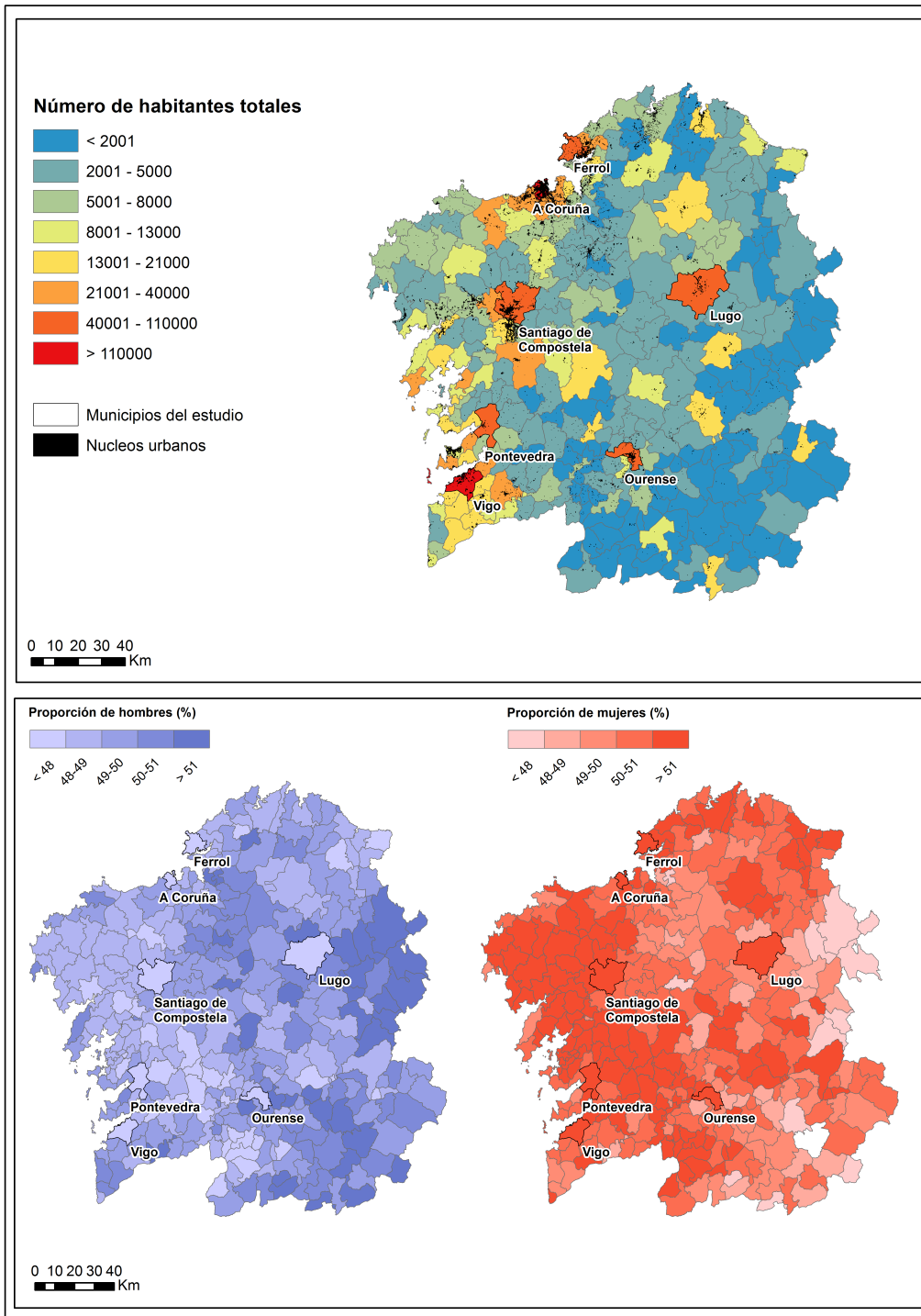
En cuanto a la estructura por edad y sexo de la población actual gallega (Fig. 5.5.b) se debe destacar que no existen grandes variaciones demográficas de interés en la composición por sexos, caracterizada por una equiparación de su

## 5.2. Características sociodemográficas

---

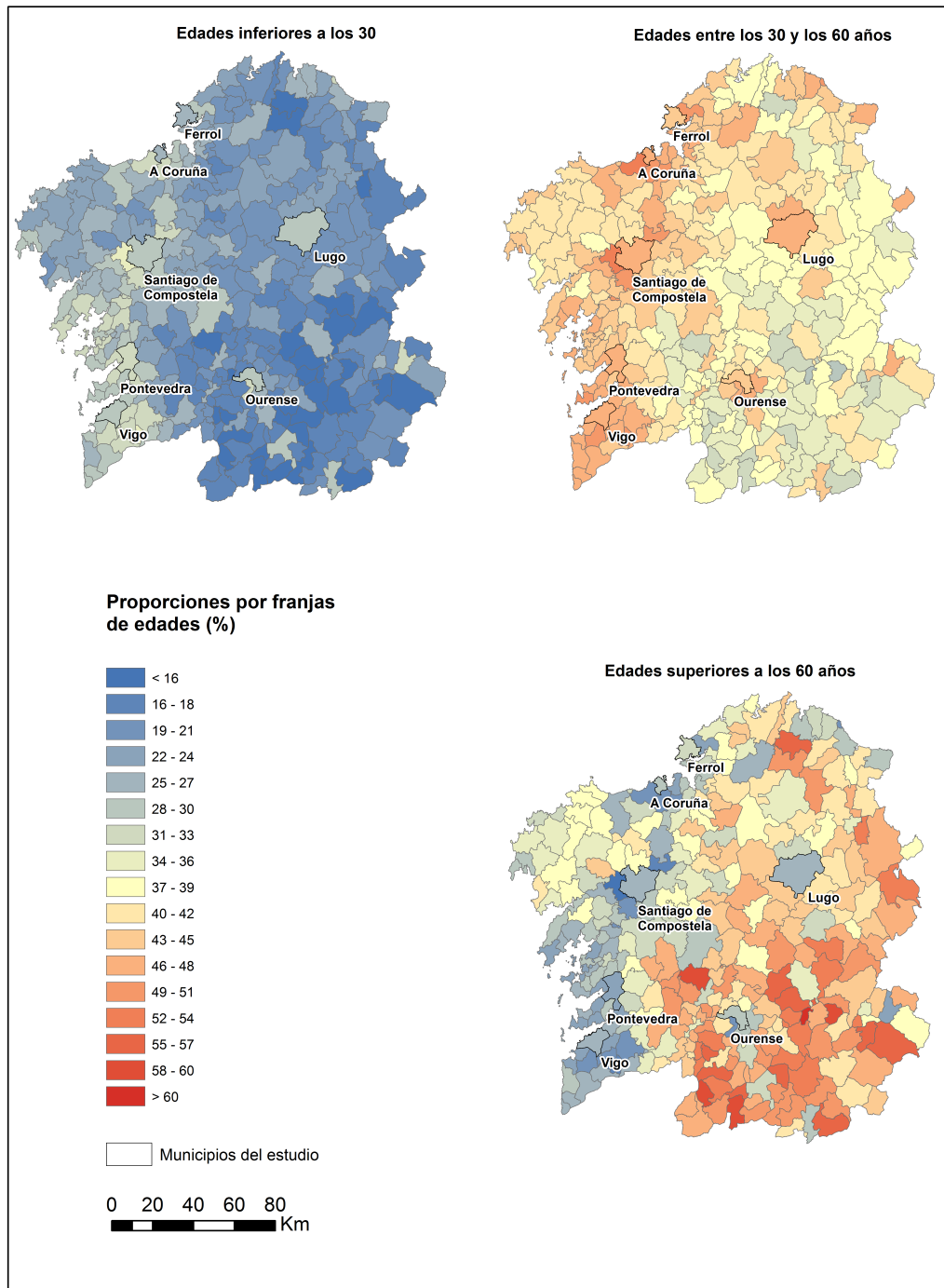
proporción en general (Aldrey Vázquez y Durán Villa 2011). Aun así, merece la pena mencionar que, en el sentido espacial, en los municipios rurales, existe tendencia a una tasa de masculinidad superior, debido fundamentalmente a que, tradicionalmente, la movilidad femenina hacia las ciudades fue mayor que la masculina, como consecuencia de las escasas oportunidades laborales del campo para las mujeres, hecho que a su vez lleva a explicar las cifras de mayor presencia de mujeres en los núcleos urbanos y sus alrededores. El resto del territorio aparece con tasas de masculinidad ligeramente inferiores a las de feminidad, aunque con unas cifras no demasiado acusadas, y en general, debido al envejecimiento natural de la población gallega, con una esperanza de vida algo mayor para las mujeres.

Finalmente, si se fija en la estructura por edad de la población de Galicia (Fig. 5.7), vemos como, en general, decrece sustancialmente el grupo poblacional de 16 años o menos, pasando a significar solamente un 10% de la población actual. Al mismo tiempo, se incrementa el grupo de ancianos de más de 65 años, siendo el grupo de adultos intermedio el más estable, con pocas variaciones en su peso relativo, aunque su estructura interna apunta a que los mayores de 40 años lideran con creces las cifras de edad mayoritaria. En este sentido cabe apuntar que, espacialmente, las provincias de Lugo y Ourense (Fig. 5.6), tanto por sus elevadas cifras de ancianos, como por sus bajas cifras de jóvenes, son las dos más envejecidas de la comunidad (Aldrey Vázquez y Durán Villa 2011).

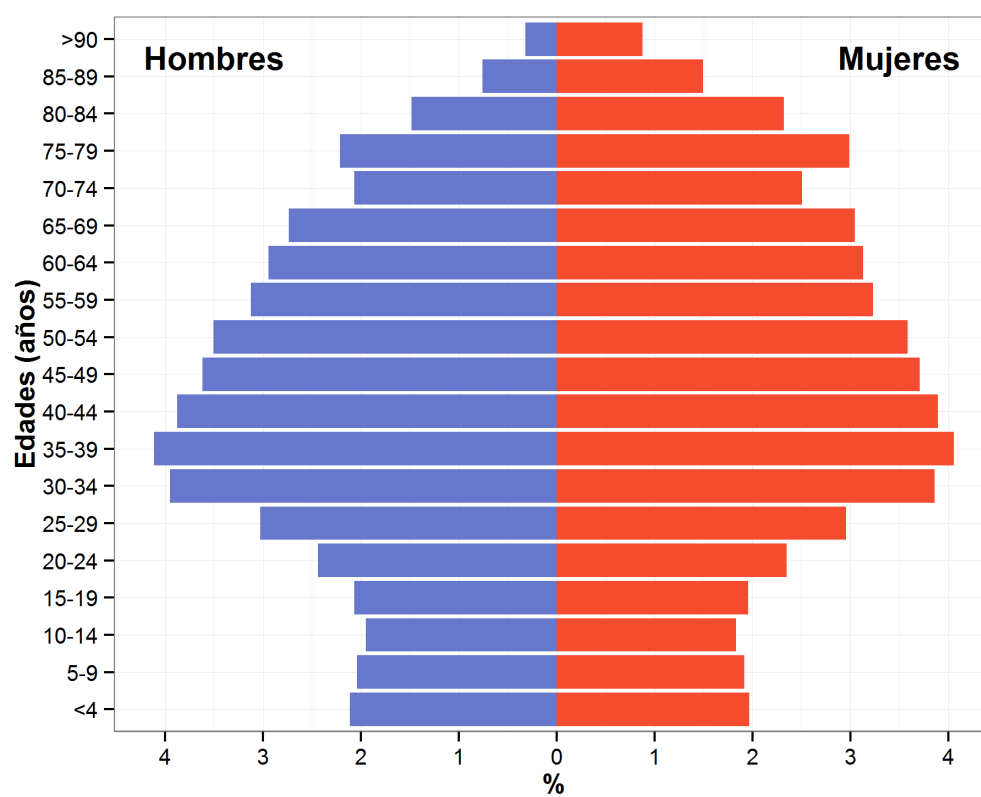


**Figura 5.5:** Población total por municipios en Galicia. Distribución porcentual de la población masculina y femenina. Datos: Censo 2011, IGE.

## 5.2. Características sociodemográficas



**Figura 5.6:** Porcentajes de población por grupos de edad en los municipios de Galicia. Datos: Censo 2011, IGE.



**Figura 5.7:** Estructura de la población de Galicia por edad y sexo. Datos: Censo 2011, IGE.

## 5.2. Características sociodemográficas

---





# PARTE III

## DESARROLLO DE LOS RESULTADOS. DISCUSIÓN.



# 6

## Ingresos hospitalarios y ambiente térmico en Galicia: características generales

---

En los próximos tres capítulos se conocerán los resultados obtenidos del análisis estadístico aplicado a los ingresos hospitalarios y al ambiente térmico. Primero, de forma general, se describirán las características de las variables con métodos de la estadística descriptiva, para poder continuar con los resultados individuales de cada ciudad con los modelos descritos anteriormente. Se finalizará el tercer bloque con el análisis espacial del conjunto de las ciudades analizadas, poniendo éstas en su contexto geográfico.

### 6.1 Ambiente térmico

El comportamiento termométrico de las siete ciudades corresponde a lo esperado según lo que se ha explicado en el capítulo 5 sobre la distribución y la influencia de los factores climáticos en el territorio gallego. En la Tabla 6.1 se puede ver un resumen estadístico de las variables principales del ambiente térmico: la temperatura y la humedad relativa registradas en el período de estudio en cada ciudad. La temperatura media del semestre cálido oscila entre los 16,0 °C de Lugo y los 19,5 °C de Ourense. En la Figura 6.1 se representa la distribución de las probabilidades para las temperaturas. En ella se refleja el ambiente térmico más habitual en cada ciudad. En las temperaturas máximas del verano es visible una mayor dispersión, es decir, mayores probabilidades de altas temperaturas. Así, destaca Ourense con la temperatura máxima más alta en los valores absolutos y medios (41,5 °C; 26 °C). Al contrario, las máximas absolutas más bajas en el mismo

semestre se localizan en A Coruña (34,5 °C) y Vigo (34,9 °C). En la variabilidad de las temperaturas (Fig. 6.1) es posible diferenciar claramente las ciudades costeras de las del interior, como Lugo y Ourense. Por ejemplo, A Coruña y Vigo muestran una menor dispersión y una mayor concentración (curtosis), con probabilidades en una franja de temperaturas menor que Ourense. Este comportamiento se puede observar tanto en verano como en invierno, sobre todo en las temperaturas máximas y mínimas.

En el semestre frío la temperatura media fluctúa entre los 7,8 °C de Lugo y los 12,2 °C de A Coruña. En cambio, la temperatura máxima más alta se alcanza en Ourense, con un valor de 33,7 °C. Asimismo, la mínima absoluta más baja entre todas las ciudades se observa en Lugo con -7,2 °C. Especialmente en el semestre frío se puede observar la alta variabilidad característica en las temperaturas máximas que corresponden a meses de otoño y primavera, incluidos en el semestre frío del año. En coherencia con las temperaturas medias, la humedad relativa oscila entre el 75 % (A Coruña) y el 82 % (Lugo). No obstante, la humedad media correspondiente al período cálido oscila entre el 67 % de Ourense y el 79 % de Ferrol, lo que la sitúa inferior a la del semestre frío. En general, la humedad relativa es consecuente con la localización de Galicia, relativamente alta en todo el año, pero más elevada en invierno.

Para terminar, se pueden observar mayores amplitudes térmicas en Ourense y Lugo, más pronunciadas en invierno que en verano, lo que corresponde justamente a su localización geográfica, con un mayor grado de continentalidad. En conjunto, Lugo se presenta en ambos semestres con los valores más bajos de los percentiles 5 y 95 entre todas las áreas de estudio. No obstante, esta tendencia no es observable en el percentil 95 de la temperatura máxima, donde todas las ciudades en invierno mantienen temperaturas similares. En cambio, en verano, A Coruña y Ferrol son las ciudades que destacan por tener en este percentil las temperaturas máximas más bajas. Un comportamiento termométrico que corresponde a la localización geográfica de ambos municipios.

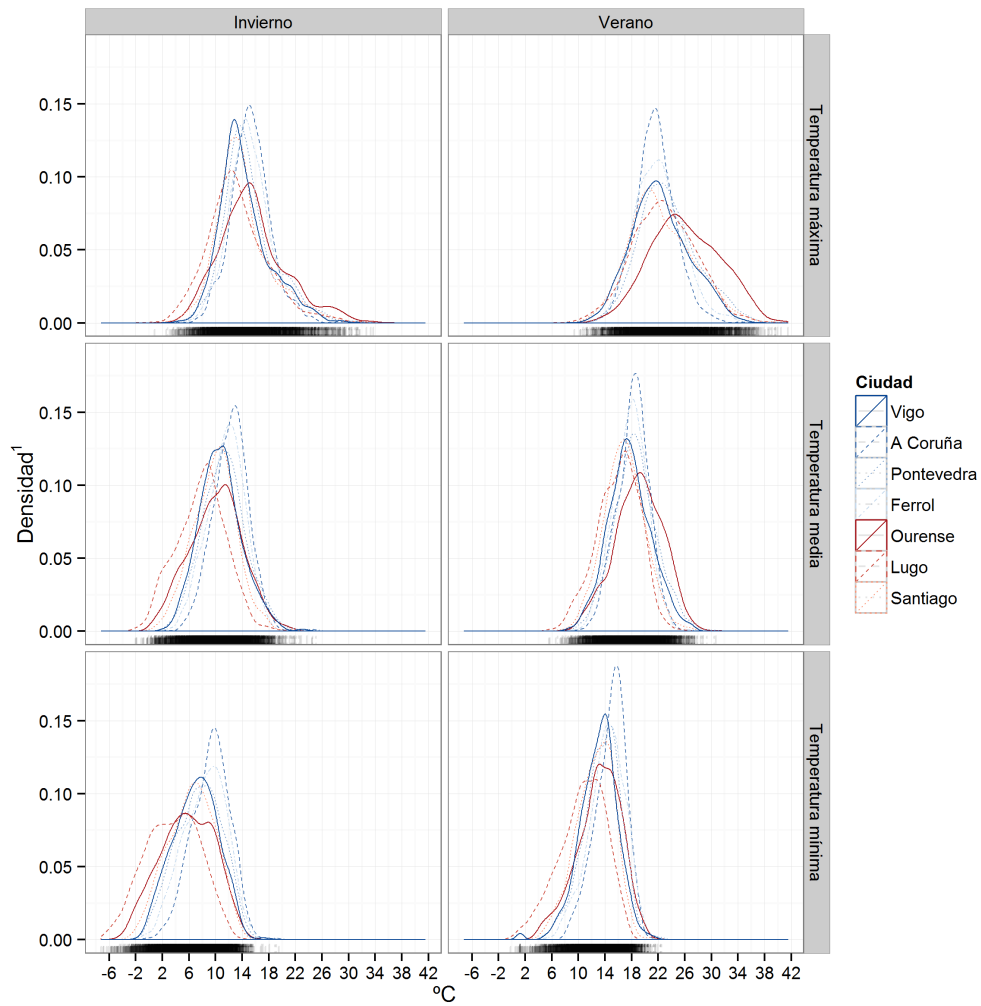
## 6.1. Ambiente térmico

**Tabla 6.1:** Datos termohigrométricos

*INVIERNO														
	Temperatura media (°C)							Temperatura máxima (°C)						
	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95
Vigo	10,71	3,23	23,70	2,00	10,60	8,45	16,40	14,38	3,86	29,40	4,20	13,60	11,90	21,87
A Coruña	12,29	2,71	24,50	2,40	12,40	10,60	16,60	15,32	3,07	31,60	4,60	15,20	13,40	20,60
Ourense	10,06	3,99	21,89	-0,10	10,20	7,30	16,40	15,58	5,07	33,72	3,70	15,10	12,20	25,47
Lugo	7,83	3,67	19,70	-2,00	8,10	5,20	13,67	13,31	4,61	31,70	0,80	12,80	10,30	21,40
Santiago	9,86	3,29	21,80	0,30	10,10	7,70	15,10	14,20	4,24	30,90	2,80	13,50	11,60	22,67
Pontevedra	11,27	3,34	25,10	2,50	11,20	8,95	17,10	15,02	3,98	31,40	4,50	14,40	12,50	22,60
Ferrol	11,53	2,84	22,50	2,70	11,70	9,70	15,90	15,29	3,51	31,40	5,90	14,90	13,00	21,60
	Temperatura mínima (°C)							Humedad media (%)						
	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95
Vigo	6,99	3,34	18,10	-1,60	7,10	1,2	12,40	77	13	100	32	80	51	95
A Coruña	9,27	2,84	19,50	-0,50	9,50	7,30	13,60	75	10	99	31	76	57	91
Ourense	5,71	4,00	15,36	-4,40	5,80	2,80	11,90	78	10	100	43	79	59	92
Lugo	3,52	4,04	14,20	-7,20	3,60	0,50	9,87	82	9	99	49	84	66	93
Santiago	6,35	3,48	15,30	-3,20	6,50	3,90	11,67	82	11	100	40	84	60	97
Pontevedra	7,53	3,42	19,10	-1,30	7,60	4,95	12,70	75	12	100	35	78	52	91
Ferrol	8,35	3,18	15,60	-0,90	8,60	6,10	13,10	79	9	100	48	80	62	92
*VERANO														
	Temperatura media (°C)							Temperatura máxima (°C)						
	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95
Vigo	17,69	3,26	27,40	8,10	17,55	12,40	23,40	22,31	4,32	34,90	11,30	22,00	15,50	30,00
A Coruña	18,19	2,43	27,50	9,90	18,35	14,00	22,00	21,56	3,01	34,50	11,80	21,50	16,60	26,60
Ourense	19,05	3,62	30,70	7,60	19,17	12,80	24,69	26,07	5,22	41,50	12,30	25,70	17,90	34,70
Lugo	16,01	3,24	26,20	5,60	16,35	10,12	20,70	22,88	4,72	38,50	9,40	22,75	15,40	30,59
Santiago	16,90	3,10	27,90	6,90	16,90	11,70	22,00	22,47	4,76	39,60	11,00	21,80	15,50	31,00
Pontevedra	18,55	3,24	30,40	8,50	18,48	13,21	24,33	23,53	4,38	39,50	12,00	23,00	17,00	31,60
Ferrol	17,76	2,59	28,70	9,00	17,90	13,20	21,70	22,07	3,65	38,50	10,70	21,90	16,50	28,19
	Temperatura mínima (°C)							Humedad media (%)						
	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95
Vigo	13,02	2,87	21,60	1,24	13,30	8,22	17,30	72	11	98	35	73	52	89
A Coruña	14,84	2,30	21,10	7,60	15,20	10,60	18,20	76	8	98	44	77	61	88
Ourense	13,11	3,31	21,90	3,50	13,40	6,90	17,99	67	9	94	42	66	54	84
Lugo	10,61	3,50	17,50	-0,20	10,90	4,10	15,79	75	7	94	55	75	65	87
Santiago	12,51	2,84	21,30	2,80	12,80	7,22	16,60	78	10	100	41	78	60	94
Pontevedra	13,57	2,81	22,50	4,80	13,70	8,50	17,79	72	10	96	35	74	52	86
Ferrol	14,28	2,72	22,40	5,20	14,40	9,20	18,30	79	8	99	46	80	64	91

Definiciones:  $\sigma$  = desviación estándar; mx = máxima; min = mínima; Q05/Q95 = percentiles 5 y 95 %.

\*Verano: mayo a octubre; Invierno: noviembre a abril.



**Figura 6.1:** Distribución de las temperaturas (2006-2011). <sup>1</sup>Función de densidad de probabilidad.

## 6.2 Ingresos hospitalarios urgentes

En las Tablas 6.2–6.7 se presenta un resumen de las patologías según las siete ciudades, las agrupaciones (género, edades) y el semestre frío y cálido. En conjunto se observa una alta variabilidad de los ingresos, que a su vez está estrechamente relacionado con las características demográficas de cada ciudad. Destaca a primera vista la disminución generalizada en verano, lo que confirma la estacionalidad. Además, se hace visible la relación de las hospitalizaciones en los grupos de edad.

### 6.2.1. Todas las causas

En todas las causas (Tab. 6.2 y 6.3) sobresale la alta desviación en A Coruña (9,27 en invierno, 8,55 en verano) y la más baja en Ferrol (3,67 en invierno, 3,39 en verano). El valor máximo de ingresos hospitalarios diarios en invierno oscila entre los 64 de Vigo y los 23 de Ferrol. En ambos casos, unos valores esperados dada su relación con el tamaño específico de la población. Por ello, en las tablas se indican los ingresos totales (2006-2011) por cada 10.000 habitantes con el objetivo de obtener una imagen comparable. Así se ve como destacan las tasas más altas en las ciudades de Ourense y Lugo, con un número global en invierno de 2.319 y 2.079, respectivamente. Al contrario, Vigo y A Coruña se caracterizan por tener los ingresos más bajos, 1.271 y 1.413 hospitalizaciones en invierno. Este patrón, probablemente, esté ligado a las propias características socioeconómicas, y a la estructura demográfica. No obstante, no sería suficiente dejar la explicación únicamente en un mayor grado de envejecimiento en dichas ciudades, dado que la proporción poblacional no muestra diferencias importantes y existe un comportamiento contradictorio. Ourense se caracteriza por tener un 22,8 % de habitantes mayores de 64 años, mientras que en A Coruña el porcentaje es sólo un 1,1 % inferior. Además, el grupo de personas mayores de 80 años representa un 3,9 % en Ourense y un 5,4 % en A Coruña. Adicionalmente, el patrón descrito prosigue en los ingresos diferenciados por grupos de edad (Tab. 6.3). Es llamativo que las dos ciudades con más ingresos hospitalarios se sitúen en el interior de Galicia, lo que podría explicarse posiblemente por las características

climáticas de ambas.

La Tabla 6.2 muestra de forma general mayores ingresos en mujeres que hombres. No obstante, en las enfermedades respiratorias y cardiovasculares se invierte esta circunstancia, lo que se podrá ver en los siguientes apartados (6.2.2 y 6.2.3), en éstas los hombres presentan mayores tasas que las mujeres. Una posible explicación en todas las causas podría estar asociada a las patologías ocultas (que no pertenecen ni a las cardiovasculares ni a las respiratorias) en las que las mujeres tendieran a mostrar un mayor grado de morbilidad. De hecho, según Case y Paxson (2005) se suelen observar tasas de morbilidad más altas en mujeres, en contraste con una mortalidad más baja. Este fenómeno también es conocido bajo el término de la paradoja de género. Las diferencias pueden ser explicadas por varios factores, por un lado las mujeres se caracterizan por tener peor autopercepción de su salud y un mayor uso de los servicios de salud; por otro, existe una clara distribución heterogénea de problemas crónicos entre los dos géneros (Case y Paxson 2005). Asimismo, se debe recordar en este contexto la influencia de los determinantes sociales, subrayando el estilo de vida, que pueden atribuir a estas diferencias. Los autores Case y Paxson (2005) indican un comportamiento más específico en algunas condiciones de salud en las que los hombres tendieran a ser hospitalizados y morir con mayor probabilidad que las mujeres en las mismas condiciones.

Como ha sido explicado en el apartado 3.4.1.1 (pág. 50) sobre los vínculos entre el género y el ambiente térmico, las evidencias son escasas, resaltando una mayor vulnerabilidad de las mujeres, especialmente ante bajas temperaturas (Ye et al. 2012). Esta vulnerabilidad no es identificable de forma significativa en estos datos descriptivos. Particularmente, cuando se tienen en cuenta los resultados de las enfermedades respiratorias y cardiovasculares, donde los hombres protagonizan las hospitalizaciones más numerosas (Tab. 6.4 y 6.6).

La Tabla 6.3 muestra los ingresos diarios en los grupos de edad, en los que destacan los menores de 5 y los mayores de 64 años. Ambos grupos presentan una mayor vulnerabilidad a los efectos del ambiente térmico (Apartado 3.4.1.1, pág. 50). Los mayores de 64 años muestran una diferencia particular en comparación con los datos de la Tabla 6.2. La ciudad con mayor promedio, desviación y máxima de hospitalizaciones corresponde a A Coruña y no a la ciudad con mayor número de habitantes, que es Vigo. La proporción poblacional en este caso hace que Vigo

## 6.2. Ingresos hospitalarios urgentes

**Tabla 6.2:** Ingresos hospitalarios diarios por todas las causas en verano e invierno por género

	*INVIERNO								*VERANO							
	TODOS															
	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	**ingresos/ 10.000 hab.	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	**ingresos/ 10.000 hab.
Vigo	34,57	7,83	64	1	34	22	48	1.271	32,80	7,35	57	13	32	21	45	1.225
A Coruña	31,86	9,27	58	1	33	16	46	1.413	30,14	8,55	58	8	31	15	43	1.358
Ourense	22,92	6,22	41	2	23	13	33	2.319	20,76	5,56	40	5	21	12	30	2.136
Lugo	18,76	5,70	43	2	19	10	29	2.079	17,42	5,39	40	4	17	9	27	1.963
Santiago	13,09	4,51	28	2	13	6	21	1.490	12,11	4,08	29	3	12	6	19	1.402
Pontevedra	12,65	4,20	31	1	12	6	20	1.668	11,90	3,99	27	2	12	6	19	1.596
Ferrol	10,38	3,67	23	1	10	5	17	1.571	9,54	3,39	23	1	9	4	15	1.468
	HOMBRES															
Vigo	13,74	4,36	32	2	13	7	21	1.051	12,94	4,09	29	1	13	7	20	1.007
A Coruña	13,90	4,86	30	1	14	6	22	1.339	12,94	4,62	30	1	13	5	20	1.267
Ourense	10,44	3,74	25	1	10	5	17	2.294	9,38	3,44	22	2	9	4	15	2.098
Lugo	8,44	3,22	20	1	8	4	14	1.987	7,73	3,19	23	1	7	3	13	1.854
Santiago	5,89	2,71	16	1	6	2	11	1.418	5,24	2,47	15	1	5	2	9,4	1.278
Pontevedra	5,44	2,52	16	1	5	2	10	1.482	5,16	2,42	14	1	5	2	10	1.430
Ferrol	4,75	2,27	13	1	4	1	9	1.510	4,32	2,05	14	1	4	1	8	1.389
	Mujeres															
Vigo	20,86	5,36	37	1	21	13	30	1.475	19,86	5,21	40	6	20	12	29	1.426
A Coruña	17,97	5,96	36	1	18	8	28	1.476	17,20	5,70	36	2	17	8	26	1.435
Ourense	12,49	4,08	26	1	12	6	20	2.341	11,38	3,71	24	1	11	6	18	2.168
Lugo	10,33	3,89	26	1	10	4	17	2.161	9,69	3,62	24	1	10	4	16	2.059
Santiago	7,25	3,05	17	1	7	2	13	1.555	6,95	2,82	20	1	7	3	12	1.511
Pontevedra	7,27	3,02	20	1	7	3	13	1.840	6,79	2,84	19	1	7	3	12	1.749
Ferrol	5,71	2,54	15	1	6	2	10	1.624	5,31	2,45	17	1	5	2	10	1.539

Definiciones:  $\sigma$  = desviación estándar; mx = máxima; min = mínima; Q05/Q95 = percentiles 5 y 95 %.

\*Invierno: noviembre a abril; Verano: mayo a octubre.

\*\*Total de los ingresos hospitalarios del periodo 2006-2011 por cada 10.000 habitantes.

tenga un 3 % menos de habitantes en el mismo grupo de edad que A Coruña (28 %) (Tab. 5.1). Además, se repite la circunstancia de que el mayor número de ingresos por 10.000 habitantes se encuentra en Ourense y Lugo. Los grupos con menos ingresos comprenden las edades 5-19 y 40-64, aunque el primero corresponde al grupo con menos hospitalización absoluta detectada. Los patrones observados en el número de ingresos por cada 10.000 habitantes y por grupos de edad están representados en la Figura 6.2.

En las diferencias estacionales de las hospitalizaciones se detectan mayores caídas en los grupos de  $\leq 5$  años y  $\geq 64$  años (Fig. A.4), especialmente en Ourense con -900 y -700 ingresos por 10.000 habitantes, respectivamente. Los otros grupos únicamente muestran cambios ligeros. El caso de Ourense sobresale probablemente a causa de los grandes contrastes térmicos entre el invierno y verano. La distribución de las probabilidades representadas en las Figuras 6.3 y 6.4 para todas las causas permite ver la forma binominal negativa de los ingresos. Las diferencias entre verano e invierno en la misma ciudad son poco perceptibles. No obstante, entre las ciudades sí existen variaciones importantes que son reflejo del tamaño de la muestra, que a su vez depende esencialmente del número de habitantes de cada ciudad. En las ciudades pequeñas se aprecia una mayor concentración (curtosis) sobre el promedio, combinado con una menor dispersión. Las distribuciones por edades (Fig. 6.4) muestran una división clara entre el grupo de edad  $\leq 20$  años y el de mayores del mismo, un reflejo evidente de la proporción poblacional de los mayores de 30 años, con una media de 72 % en las ciudades gallegas (Tab. 5.1).

## 6.2. Ingresos hospitalarios urgentes

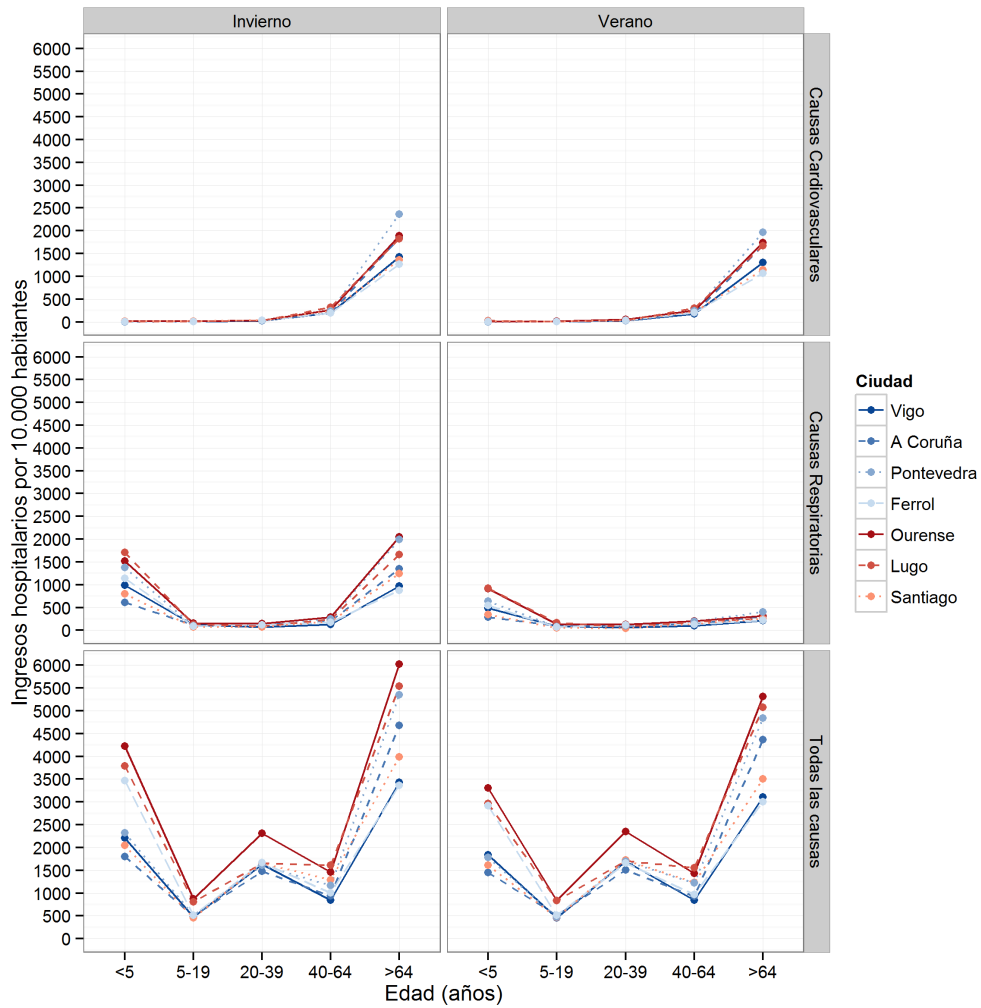
**Tabla 6.3:** Ingresos hospitalarios diarios por todas las causas en verano e invierno por grupos de edades

	*INVIERNO								*VERANO							
	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	**ingresos/ 10.000 habit.	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	**ingresos/ 10.000 habit.
<5 años																
Vigo	3,38	1,86	12	1	3	1	7	2.210	2,94	1,63	12	1	3	1	6	1.843
A Coruña	2,38	1,33	9	1	2	1	5	1.805	2,10	1,24	9	1	2	1	5	1.455
Ourense	2,41	1,39	8	1	2	1	5	4.228	2,03	1,18	9	1	2	1	4	3.308
Lugo	2,24	1,24	9	1	2	1	5	3.785	1,92	1,05	7	1	2	1	4	2.966
Santiago	1,57	0,82	6	1	1	1	3	2.045	1,41	0,71	4	1	1	1	3	1.615
Pontevedra	1,68	0,91	6	1	1	1	4	2.318	1,51	0,81	6	1	1	1	3	1.778
Ferrol	1,65	0,90	6	1	1	1	4	3.471	1,52	0,75	5	1	1	1	3	2.913
5-19 años																
Vigo	2,05	1,14	7	1	2	1	4	471	1,96	1,07	8	1	2	1	4	454
A Coruña	1,75	0,96	6	1	1	1	4	492	1,69	0,90	6	1	1	1	4	515
Ourense	1,68	0,88	6	1	1	1	3	875	1,60	0,82	6	1	1	1	3	832
Lugo	1,53	0,78	5	1	1	1	3	808	1,55	0,80	7	1	1	1	3	831
Santiago	1,26	0,54	5	1	1	1	2	453	1,25	0,52	4	1	1	1	2	465
Pontevedra	1,27	0,55	4	1	1	1	2	509	1,25	0,51	4	1	1	1	2	478
Ferrol	1,24	0,50	4	1	1	1	2	517	1,17	0,42	4	1	1	1	2	517
20-39 años																
Vigo	11,11	3,65	23	1	11	5	18	1.628	11,37	3,69	24	1	11	6	18	1.693
A Coruña	8,43	3,54	21	1	8	3	15	1.481	8,43	3,51	20	1	8	3	15	1.505
Ourense	4,71	2,14	12	1	4	2	9	2.310	4,74	2,17	15	1	5	2	9	2.346
Lugo	4,30	2,20	12	1	4	1	8	1.652	4,43	2,21	13	1	4	1	8	1.709
Santiago	3,72	1,91	11	1	3	1	7	1.655	3,85	1,89	12	1	4	1	7	1.725
Pontevedra	3,22	1,70	10	1	3	1	6	1.613	3,35	1,75	11	1	3	1	6	1.695
Ferrol	2,75	1,52	8	1	2	1	6	1.665	2,68	1,46	8	1	2	1	5	1.663
40-64 años																
Vigo	6,50	2,77	19	1	6	2	11	846	6,42	2,66	17	1	6	2	11	848
A Coruña	6,28	2,83	17	1	6	2	11	941	6,11	2,78	17	1	6	2	11	930
Ourense	4,26	2,14	13	1	4	1	8	1.462	4,10	2,06	13	1	4	1	8	1.431
Lugo	3,54	1,82	11	1	3	1	7	1.610	3,38	1,81	10	1	3	1	7	1.553
Santiago	3,24	1,82	11	1	3	1	6	1.291	2,97	1,68	9	1	3	1	6	1.232
Pontevedra	2,71	1,55	9	1	2	1	5	1.164	2,76	1,55	10	1	2	1	6	1.224
Ferrol	2,49	1,36	9	1	2	1	5	1.001	2,42	1,39	10	1	2	1	5	972
>64 años																
Vigo	12,06	4,08	26	1	12	6	19	3.427	10,73	3,80	31	2	11	5	17	3.104
A Coruña	13,97	5,36	29	1	14	5	23	4.679	12,83	4,86	32	1	13	4	20	4.365
Ourense	10,86	3,94	25	1	11	5	17	6.024	9,42	3,50	22	1	9	4	16	5.314
Lugo	8,25	3,44	24	1	8	3	14	5.538	7,43	3,17	21	1	7	3	13	5.075
Santiago	5,12	2,54	13	1	5	1	10	3.988	4,47	2,30	16	1	4	1	9	3.506
Pontevedra	5,54	2,53	15	1	5	2	10	5.355	4,94	2,30	13	1	5	1	9	4.838
Ferrol	4,33	2,11	13	1	4	1	8	3.358	3,84	1,98	12	1	4	1	7	3.006

Definiciones:  $\sigma$  = desviación estándar; mx = máxima; min = mínima; Q05/Q95 = percentiles 5 y 95 %.

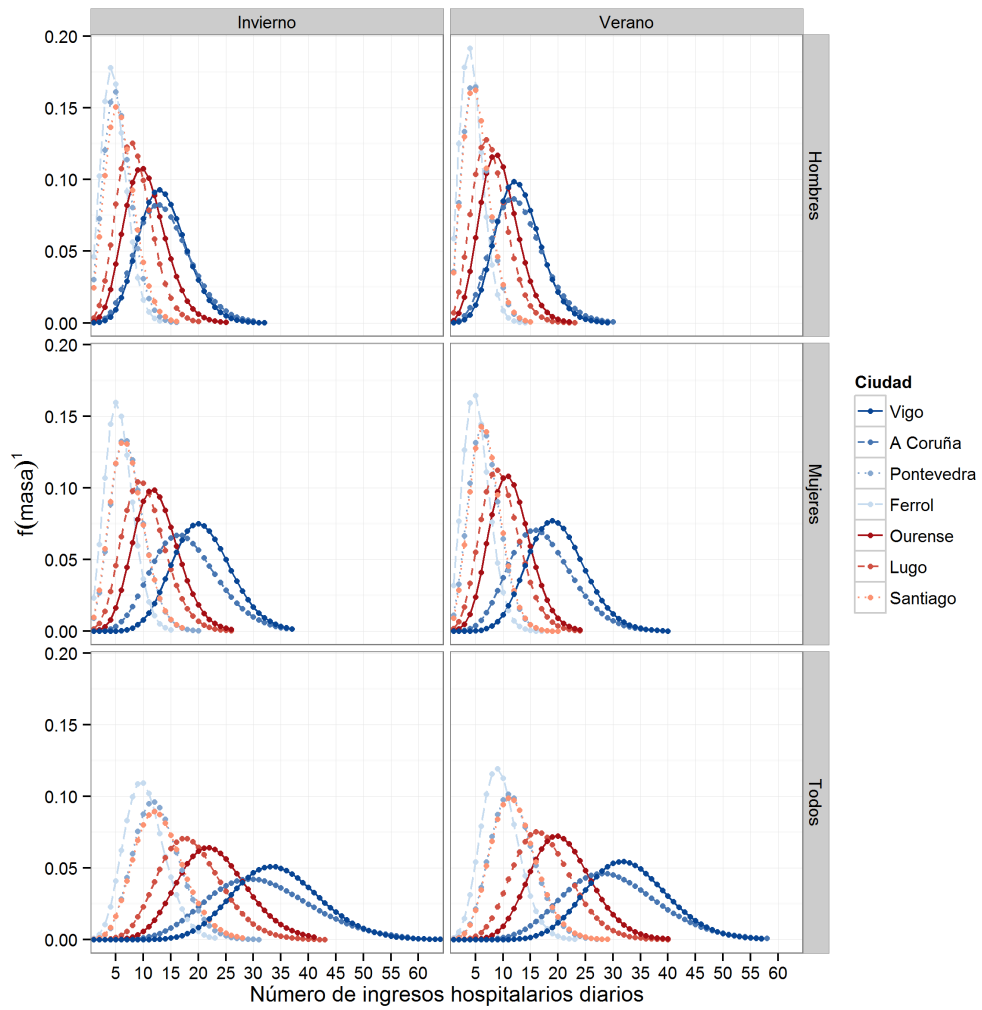
\*Invierno: noviembre a abril; Verano: mayo a octubre.

\*\*Total de los ingresos hospitalarios del periodo 2006-2011 por cada 10.000 habitantes.

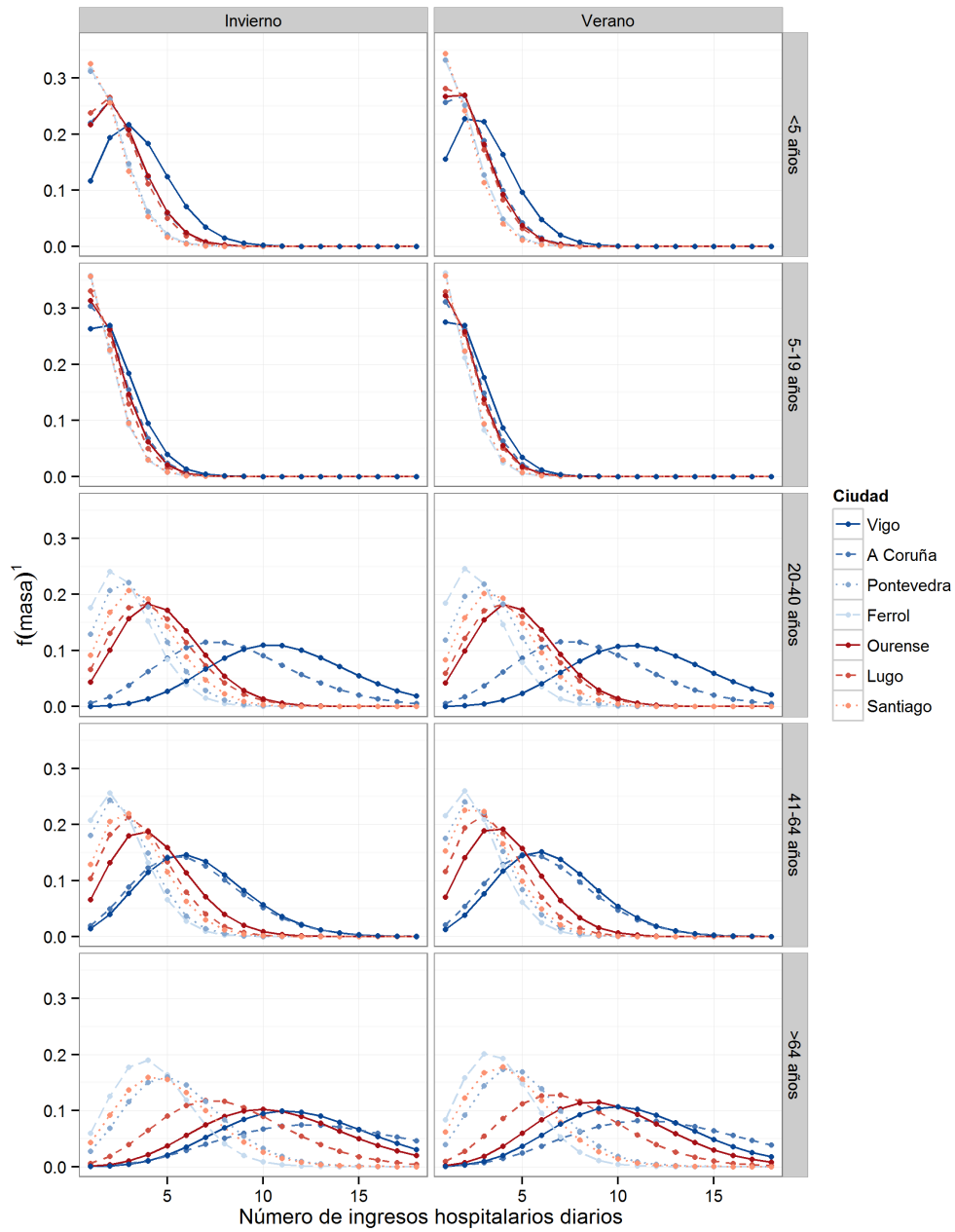


**Figura 6.2:** Ingresos hospitalarios por 10.000 habitantes en verano e invierno por todas las causas, las respiratorias y cardiovasculares por grupos de edades

## 6.2. Ingresos hospitalarios urgentes



**Figura 6.3:** Distribución de los ingresos hospitalarios por todas las causas en verano e invierno por género. <sup>1</sup>Función de masa de probabilidad.



**Figura 6.4:** Distribución de los ingresos hospitalarios por todas las causas en verano e invierno por grupos de edad. <sup>1</sup>Función de masa de probabilidad.

### 6.2.2. Enfermedades respiratorias

Las patologías respiratorias presentan similares características (Tab. 6.4 y 6.5) aquellas descritas en todas las causas. Evidentemente, algunas particularidades detectadas en todas las causas son o bien propias de las mismas, o bien del subgrupo de las respiratorias. La estacionalidad, por ejemplo, visible en todas las causas, se observa igualmente en las enfermedades respiratorias, lo que confirma las observaciones hechas en otros estudios de morbi-mortalidad (Eccles 2002, Moineddin et al. 2008, Conlon et al. 2011).

Este comportamiento es especialmente marcado en la serie temporal (Fig. A.5), un carácter cíclico que concuerda con los cambios del ambiente térmico en verano e invierno en los climas templados. Para visualizar e identificar la estacionalidad y la tendencia, asimismo se encuentran en el anexo las descomposiciones temporales para todas las causas, las respiratorias y respiratorias según las ciudades participantes (Fig. A.6–A.12). Las enfermedades respiratorias muestran, en comparación con todas las causas y las cardiovasculares, el comportamiento estacional más pronunciado. La mayor bajada estacional se detecta en Ourense con una disminución de 1.600 ingresos por cada 10.000 habitantes del semestre frío al cálido para el periodo 2006-2011 (Fig. A.4). Ourense y Lugo, registran de nuevo las mayores tasas de ingresos (Tab. 6.4).

Las diferencias entre género en este grupo se invierten: hay más ingresos entre los hombres que entre las mujeres. Una explicación es la mayor probabilidad de sufrir un episodio de una hospitalización padeciendo una bronquitis, un cáncer pulmonar o enfermedades cardiovasculares en comparación con las mujeres en las mismas condiciones patológicas (Case y Paxson 2005). El valor máximo diario de ingresos hospitalarios en invierno oscila entre los 25 de Vigo y los 10 de Ferrol; en verano desciende a 17 y 8 hospitalizaciones respectivamente. La ciudad de A Coruña tiene el mayor promedio, con excepción de las mujeres y personas menores de 20 y de 5 años. Lo importante es que no sólo es la media más alta globalmente sino que se traduce en una tasa más alta por cada 10.000 habitantes con respecto a la ciudad de Vigo. Se debe señalar la particularidad de Pontevedra, que destaca en las enfermedades respiratorias por un mayor promedio, desviación y valor máximo que la ciudad de Santiago, con más habitantes, en todos los grupos de edad. Esto

también se traduce en una mayor tasa de hospitalización relativa por cada 10.000 habitantes. En el desglose por edades, los menores de 5 y los mayores de 64 años presentan más ingresos (Tab. 6.5 , Fig. 6.2). No obstante, la disminución estacional es mayor en las personas de edad avanzada, en comparación con la de los menores de 5 años.

Este fenómeno puede tener tres posibles explicaciones. Por un lado, el hecho de que el sistema inmune se encuentra en desarrollo, por lo tanto, la existencia de un mayor número de enfermedades infantiles, independiente de la estación, que probablemente estén acompañados por infecciones pulmonares. Por otro, las enfermedades respiratorias virales en combinación con el asma son muy frecuentes en este grupo de edad, y pueden llegar a ser la principal causa del desarrollo de asma en los niños (Holt et al. 2005, Jackson y Lemanske 2010). Por último, sería posible que en términos generales la probabilidad de hospitalización de un niño fuese mayor debido a una precaución y cautela superiores. La distribución de las hospitalizaciones en las patologías respiratorias (Fig. A.13 y A.14) cambia hacia una mayor asimetría y curtosis lo que está en coherencia con los cambios del tamaño de la muestra, dado que se trata de un subgrupo. Esta consecuencia se puede observar en el desglose de los grupos de edad (Fig. A.14), con excepción del grupo de los mayores de 64 años; todas las ciudades se aproximan en sus distribuciones entre sí. Es posible identificar los efectos de la estacionalidad en la distribución: el menor número de ingresos en verano produce un visible cambio de dispersión.

## 6.2. Ingresos hospitalarios urgentes

**Tabla 6.4:** Ingresos hospitalarios diarios por enfermedades respiratorias en verano e invierno por género

	*INVIERNO								*VERANO							
	TODOS															
	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	**ingresos/ 10.000 habit.	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	**ingresos/ 10.000 habit.
Vigo	6,84	3,87	25	0	6	2	14	251	4,42	2,81	17	0	4	0	9	165
A Coruña	7,02	3,68	20	0	7	2	14	311	4,95	2,86	17	0	5	1	10	223
Ourense	5,77	3,25	19	0	5	1	12	584	3,82	2,59	15	0	3	0	9	393
Lugo	4,23	2,76	15	0	4	0	10	469	3,04	2,29	12	0	3	0	7	342
Santiago	2,63	2,15	14	0	2	0	7	299	1,70	1,69	10	0	1	0	5	196
Pontevedra	3,54	2,62	18	0	3	0	8	468	2,32	1,96	11	0	2	0	6	311
Ferrol	2,07	1,79	10	0	2	0	5	314	1,40	1,45	8	0	1	0	4	215
	HOMBRES															
Vigo	3,73	2,57	16	0	3	0	9	291	2,55	1,99	11	0	2	0	6	202
A Coruña	4,12	2,60	14	0	4	0	9	388	2,93	2,13	12	0	3	0	7	280
Ourense	3,32	2,35	16	0	3	0	8	714	2,27	1,91	11	0	2	0	6	496
Lugo	2,57	2,01	10	0	2	0	6	604	1,87	1,77	10	0	2	0	5	446
Santiago	1,51	1,58	9	0	1	0	5	365	0,97	1,27	9	0	1	0	4	239
Pontevedra	1,85	1,77	10	0	2	0	5	519	1,29	1,48	8	0	1	0	4	368
Ferrol	1,22	1,35	7	0	1	0	4	394	0,82	1,10	6	0	0	0	3	267
	MUJERES															
Vigo	3,10	2,36	13	0	3	0	8	216	1,87	1,87	16	0	2	0	5	132
A Coruña	2,90	2,11	11	0	3	0	7	243	2,03	1,69	8	0	2	0	5	173
Ourense	2,44	2,02	12	0	2	0	6	468	1,55	1,59	9	0	1	0	4	301
Lugo	1,67	1,69	9	0	1	0	5	349	1,17	1,35	9	0	1	0	4	249
Santiago	1,12	1,36	9	0	1	0	4	241	0,72	1,08	8	0	0	0	3	158
Pontevedra	1,69	1,80	12	0	1	0	5	422	1,03	1,29	10	0	1	0	4	261
Ferrol	0,85	1,10	6	0	0	0	3	244	0,58	0,94	5	0	0	0	2	169

Definiciones:  $\sigma$  = desviación estándar; mx = máxima; min = mínima; Q05/Q95 = percentiles 5 y 95 %.

\*Invierno: noviembre a abril; Verano: mayo a octubre.

\*\*Total de los ingresos hospitalarios del periodo 2006-2011 por cada 10.000 habitantes.

## Capítulo 6. Ingresos hospitalarios y ambiente térmico en Galicia

**Tabla 6.5:** Ingresos hospitalarios diarios por enfermedades respiratorias en verano e invierno por grupos de edades

	*INVIERNO								*VERANO							
	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	**ingresos/ 10.000 habit.	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	**ingresos/ 10.000 habit.
<b>&lt;5 años</b>																
Vigo	1,46	1,62	11	0	1	0	5	992	0,71	1,16	10	0	0	0	3	487
A Coruña	0,70	0,96	5	0	0	0	3	611	0,32	0,69	5	0	0	0	2	286
Ourense	0,73	1,12	6	0	0	0	3	1.522	0,43	0,88	6	0	0	0	2	910
Lugo	0,84	1,21	8	0	0	0	3	1.709	0,44	0,89	7	0	0	0	2	918
Santiago	0,37	0,70	5	0	0	0	2	794	0,16	0,49	4	0	0	0	1	347
Pontevedra	0,63	1,13	7	0	0	0	3	1.374	0,29	0,73	5	0	0	0	2	636
Ferrol	0,33	0,69	4	0	0	0	2	1.143	0,16	0,48	4	0	0	0	1	542
<b>5-19 años</b>																
Vigo	0,39	0,85	7	0	0	0	2	118	0,29	0,69	5	0	0	0	2	89
A Coruña	0,25	0,65	4	0	0	0	2	112	0,22	0,56	3	0	0	0	2	100
Ourense	0,20	0,55	4	0	0	0	2	157	0,17	0,52	4	0	0	0	2	140
Lugo	0,14	0,52	5	0	0	0	2	126	0,18	0,54	4	0	0	0	2	162
Santiago	0,07	0,33	4	0	0	0	0	68	0,06	0,28	2	0	0	0	0	55
Pontevedra	0,10	0,41	4	0	0	0	1	98	0,08	0,35	3	0	0	0	1	74
Ferrol	0,07	0,32	2	0	0	0	0	91	0,05	0,28	2	0	0	0	0	70
<b>20-39 años</b>																
Vigo	0,50	0,91	6	0	0	0	2	73	0,43	0,81	5	0	0	0	2	63
A Coruña	0,67	1,06	6	0	0	0	3	118	0,62	1,01	7	0	0	0	3	111
Ourense	0,29	0,69	7	0	0	0	2	141	0,26	0,63	4	0	0	0	2	130
Lugo	0,22	0,64	4	0	0	0	2	86	0,20	0,62	6	0	0	0	2	78
Santiago	0,16	0,49	4	0	0	0	1	72	0,10	0,37	3	0	0	0	1	46
Pontevedra	0,21	0,60	4	0	0	0	2	112	0,18	0,58	4	0	0	0	2	99
Ferrol	0,18	0,59	4	0	0	0	2	118	0,18	0,55	4	0	0	0	2	121
<b>40-64 años</b>																
Vigo	1,00	1,35	10	0	0	0	4	130	0,72	1,02	6	0	0	0	3	96
A Coruña	1,33	1,46	9	0	1	0	4	201	0,89	1,13	7	0	1	0	3	137
Ourense	0,82	1,16	6	0	0	0	3	288	0,55	0,91	6	0	0	0	2	198
Lugo	0,51	0,89	7	0	0	0	2	243	0,38	0,77	4	0	0	0	2	183
Santiago	0,44	0,79	5	0	0	0	2	190	0,31	0,70	4	0	0	0	2	138
Pontevedra	0,52	0,92	7	0	0	0	2	247	0,40	0,78	5	0	0	0	2	193
Ferrol	0,38	0,73	5	0	0	0	2	171	0,28	0,66	4	0	0	0	2	128
<b>&gt;64 años</b>																
Vigo	3,42	2,68	15	0	3	0	9	973	0,72	1,02	6	0	0	0	3	208
A Coruña	4,02	2,60	16	0	4	0	9	1.349	0,89	1,13	7	0	1	0	3	303
Ourense	3,70	2,54	16	0	3	0	8	2.050	0,55	0,91	6	0	0	0	2	312
Lugo	2,47	2,06	13	0	2	0	6	1.663	0,38	0,77	4	0	0	0	2	259
Santiago	1,58	1,65	11	0	1	0	5	1.247	0,31	0,70	4	0	0	0	2	250
Pontevedra	2,04	1,95	13	0	2	0	6	1.995	0,40	0,78	5	0	0	0	2	397
Ferrol	1,10	1,25	8	0	1	0	3	876	0,28	0,66	4	0	0	0	2	224

Definiciones:  $\sigma$  = desviación estándar; mx = máxima; min = mínima; Q05/95 = percentiles 5 y 95 %.

\*Invierno: noviembre a abril; Verano: mayo a octubre.

\*\*Total de los ingresos hospitalarios del periodo 2006-2011 por cada 10.000 habitantes.

### 6.2.3. Enfermedades cardiovasculares

Las patologías cardiovasculares se caracterizan por un comportamiento muy diferente a los grupos de enfermedades descritas anteriormente (Tab. 6.6 y 6.7). Los riesgos de sufrir un evento cardiovascular se incrementan de forma importante con la edad (Jousilahti et al. 1999). Un hecho que tiene reflejo en la Tabla 6.7, y que es todavía más visible en la Figura 6.2. El incremento exponencial a partir del grupo de 40-64 años resulta especialmente pronunciado en los mayores de 64 años. En A Coruña se alcanzan 4.356 ingresos por cada 10.000 habitantes en invierno en este grupo de edad (3.961 en verano). La diferencia relativa entre las hospitalizaciones globales más altas y más bajas en el conjunto de las ciudades participantes es del 42 % en invierno y 43 % en verano. La diferencia todavía es mayor en las enfermedades respiratorias: 57 % y 58 %, respectivamente.

En las enfermedades cardiovasculares las diferencias entre ciudades son menores. En el grupo de mayores de 64 años, las diferencias llegan al 89 % en todas las causas, al 57 % en las enfermedades respiratorias (90 % y 33 % en verano, respectivamente). Incluso, la diferencia en este grupo de edad de las enfermedades cardiovasculares, entre A Coruña y Ourense (2<sup>a</sup> en el rango) es del 47 %; en cambio, la diferencia relativa entre Ourense y Pontevedra (3<sup>a</sup> en el rango) es sólo del 17 %. Todo esto puede deberse a un parámetro relevante, no descrito hasta ahora, que afecta al número de ingresos hospitalarios. Las hospitalizaciones pueden estar influenciadas por el tipo de prueba diagnóstica o el tipo de terapia aplicada en los dos grupos de enfermedades (cardiovasculares y respiratorias). En términos generales, las intervenciones en enfermedades cardiovasculares son más invasivas que en las respiratorias, lo que lleva a un menor número de ingresos en estas últimas patologías. Otra explicación podría ser la influencia mutua entre las enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

Por ejemplo, Eeden et al. (2012) describen cómo una inflamación pulmonar aguda o crónica puede suponer un riesgo para desarrollar eventos cardiovasculares. Una conexión descrita y conocida en el contexto de los contaminantes atmosféricos (Apartado 3.4.1.2). En una revisión realizada por Warren-Gash et al. (2009) destacan las posibles consecuencias, como una miocarditis a causa de una infección por influenza.

Las tasas más altas por cada 10.000 habitantes se registran en las ciudades de Ourense y Pontevedra (431 y 392 en invierno), seguidas por Lugo (386 en invierno). No obstante, si se atiende a los grupos de edad, mayores de 64 años en concreto, el orden se modifica totalmente: A Coruña (4.356, en invierno), Ourense (2.297), Pontevedra (1.906), Vigo (1.683), Santiago (1.680), Lugo (1.501) y Ferrol (454). Destaca el hecho de que Ferrol en las enfermedades cardiovasculares como respiratorias es la que presenta menos ingresos. A Coruña, que se sitúa a sólo 20 km de distancia de Ferrol, presenta sin embargo patrones totalmente contrarios. Posiblemente estas diferencias se deben a factores o determinantes no incluidos u ocultos en este estudio, especialmente de tipo socioeconómico, sanitario o ambiental. También puede deberse a que el indicador usado para cuantificar el estado de salud únicamente puede proporcionar una parte de la información global, que nunca puede ser total. La problemática de la identificación de los niveles y patrones de distribución espacio-temporal del estado de salud de una población se ha tratado en los apartados 2.3 y 3.1.

Respecto a las diferencias de género, se observan las tasas más altas en los hombres en todas las ciudades analizadas. Case y Paxson (2005) indican que los hombres padecen con mayor probabilidad enfermedades cardiovasculares. Una observación que está en coherencia con el hecho de que en algunas condiciones de salud los hombres tienden a ser hospitalizados y morir con mayor probabilidad. El comportamiento de la estacionalidad muestra una amplitud muy inferior al ciclo detectado en las enfermedades respiratorias, y que es difícil de percibir de forma gráfica en las Figuras (Fig. A.5). Incluso en las descomposiciones temporales, no aparece una estacionalidad importante en las enfermedades cardiovasculares (Fig. A.6–A.12). En la Figura 6.2 y A.4, se puede observar un ligero descenso en el grupo de edad de 40-64 años, que es mayor en los mayores de 64 años. Pero claramente se trata de un efecto estacional muy inferior al observado en las enfermedades respiratorias. No obstante, el aumento de las tasas de las enfermedades cardiovasculares en invierno se ha podido confirmar en múltiples estudios en diferentes regiones del mundo (Barnett et al. 2008). En la distribución de las enfermedades cardiovasculares (Fig. A.15 y A.16), se puede observar el cambio importante en la simetría y la curtosis debido al aumento del número de ingresos en el grupo de mayores de 64 años (Fig. A.16).

## 6.2. Ingresos hospitalarios urgentes

**Tabla 6.6:** Ingresos hospitalarios diarios por enfermedades cardiovasculares en verano e invierno por género

	*INVIERNO								*VERANO							
	Todos															
	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	**ingresos /10.000 habit.	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	**ingresos /10.000 habit.
Vigo	6,78	3,29	19	1	6	2	13	247	6,12	2,89	17	1	6	2	11	227
A Coruña	7,08	3,50	20	1	7	2	13	310	6,57	3,30	20	1	6	2	12	288
Ourense	4,40	2,47	15	1	4	1	9	431	4,09	2,23	15	1	4	1	8	401
Lugo	3,72	2,15	14	1	3	1	8	386	3,43	1,99	12	1	3	1	7	357
Santiago	2,79	1,65	9	1	2	1	6	270	2,51	1,48	8	1	2	1	5	232
Pontevedra	3,37	1,98	11	1	3	1	7	392	2,93	1,83	11	1	2	1	6	339
Ferrol	2,55	1,51	10	1	2	1	5	317	2,33	1,38	8	1	2	1	5	280
Hombres																
Vigo	3,75	2,17	13	1	3	1	8	276	3,54	1,99	12	1	3	1	7	263
A Coruña	4,03	2,25	14	1	4	1	8	352	3,81	2,22	12	1	3	1	8	337
Ourense	2,68	1,63	12	1	2	1	6	484	2,51	1,45	9	1	2	1	5	453
Lugo	2,50	1,49	13	1	2	1	5	470	2,32	1,40	8	1	2	1	5	423
Santiago	2,01	1,18	7	1	2	1	4	329	1,94	1,10	6	1	2	1	4	292
Pontevedra	2,26	1,35	8	1	2	1	5	426	2,05	1,23	8	1	2	1	4	381
Ferrol	1,89	1,14	8	1	2	1	4	361	1,71	0,90	6	1	1	1	4	324
Mujeres																
Vigo	3,51	2,10	12	1	3	1	8	222	3,14	1,76	11	1	3	1	6	195
A Coruña	3,63	2,11	12	1	3	1	8	273	3,34	1,95	13	1	3	1	7	243
Ourense	2,47	1,42	9	1	2	1	5	384	2,35	1,41	9	1	2	1	5	356
Lugo	2,11	1,27	8	1	2	1	5	311	2,05	1,15	7	1	2	1	4	298
Santiago	1,81	1,08	7	1	1	1	4	217	1,64	0,87	6	1	1	1	3	179
Pontevedra	2,23	1,31	8	1	2	1	5	363	1,96	1,19	8	1	2	1	4	302
Ferrol	1,75	0,92	6	1	2	1	3	277	1,68	0,95	6	1	1	1	4	241

Definiciones:  $\sigma$  = desviación estándar; mx = máxima; min = mínima; Q05/Q95 = percentiles 5 y 95 %.

\*Invierno: noviembre a abril; Verano: mayo a octubre.

\*\*Total de los ingresos hospitalarios del periodo 2006-2011 por cada 10.000 habitantes.

## Capítulo 6. Ingresos hospitalarios y ambiente térmico en Galicia

**Tabla 6.7:** Ingresos hospitalarios diarios por enfermedades cardiovasculares en verano e invierno por grupos de edades

	*INVIERNO								*VERANO							
	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	**ingresos /10.000 habit.	media	$\sigma$	mx	min	mediana	Q05	Q95	**ingresos /10.000 habit.
<5 años																
Vigo	1,00	0	1	1	1	1	1	20	1,09	0	2	1	1	1	2	19
A Coruña	1,33	1	2	1	1	1	2	38	1,15	0	2	1	1	1	2	47
Ourense	1,13	0	2	1	1	1	2	17	1,00	0	1	1	1	1	1	6
Lugo	1,00	0	1	1	1	1	1	4	1,36	1	2	1	1	1	2	29
Santiago	1,20	0	2	1	1	1	2	12	1,29	0	2	1	1	1	2	18
Pontevedra	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0
Ferrol	1,00	0	1	1	1	1	1	1	1,00	0	1	1	1	1	1	1
5-19 años																
Vigo	1,11	0	2	1	1	1	2	12	1,30	0	2	1	1	1	2	11
A Coruña	1,13	0	2	1	1	1	2	33	1,00	0	1	1	1	1	1	20
Ourense	1,41	1	2	1	1	1	2	20	1,33	0	2	1	1	1	2	13
Lugo	1,22	0	2	1	1	1	2	8	1,00	0	1	1	1	1	1	5
Santiago	1,23	0	2	1	1	1	2	14	1,00	0	1	1	1	1	1	5
Pontevedra	1,17	0	2	1	1	1	2	6	1,00	0	1	1	1	1	1	4
Ferrol	1,00	0	1	1	1	1	1	1	1,25	1	2	1	1	1	2	1
20-39 años																
Vigo	1,19	0	2	1	1	1	2	31	1,21	0	4	1	1	1	2	31
A Coruña	1,34	1	3	1	1	1	2	102	1,26	0	3	1	1	1	2	105
Ourense	1,07	0	2	1	1	1	2	29	1,20	0	3	1	1	1	2	44
Lugo	1,21	0	4	1	1	1	2	42	1,13	0	4	1	1	1	2	43
Santiago	1,28	1	3	1	1	1	2	40	1,22	0	3	1	1	1	2	35
Pontevedra	1,18	0	2	1	1	1	2	28	1,22	0	2	1	1	1	2	23
Ferrol	1,21	1	3	1	1	1	2	8	1,07	0	2	1	1	1	2	7
40-64 años																
Vigo	2,09	1	7	1	2	1	4	223	1,95	1	8	1	2	1	4	208
A Coruña	1,97	1	7	1	2	1	4	592	1,96	1	8	1	2	1	4	590
Ourense	1,56	1	5	1	1	1	3	354	1,51	1	6	1	1	1	3	336
Lugo	1,50	1	5	1	1	1	3	238	1,51	1	5	1	1	1	3	219
Santiago	1,47	1	6	1	1	1	3	264	1,37	1	4	1	1	1	3	245
Pontevedra	1,49	1	5	1	1	1	3	214	1,47	1	4	1	1	1	3	221
Ferrol	1,39	1	4	1	1	1	3	57	1,37	1	4	1	1	1	3	59
>64 años																
Vigo	5,15	3	18	1	5	1	10	1.683	4,66	2	13	1	4	1	9	1.533
A Coruña	5,67	3	18	1	5	1	11	4.356	5,20	3	18	1	5	1	10	3.961
Ourense	3,67	2	15	1	3	1	8	2.297	3,35	2	11	1	3	1	7	2.108
Lugo	3,08	2	11	1	3	1	7	1.501	2,83	2	9	1	2	1	6	1.380
Santiago	2,29	1	8	1	2	1	5	1.680	2,08	1	8	1	2	1	5	1.412
Pontevedra	2,92	2	10	1	3	1	6	1.906	2,54	2	11	1	2	1	6	1.584
Ferrol	2,19	1	10	1	2	1	5	454	2,04	1	8	1	2	1	4	384

Definiciones:  $\sigma$  = desviación estándar; mx = máxima; min = mínima; Q05/Q95 = percentiles 5 y 95 %.

\*Invierno: noviembre a abril; Verano: mayo a octubre.

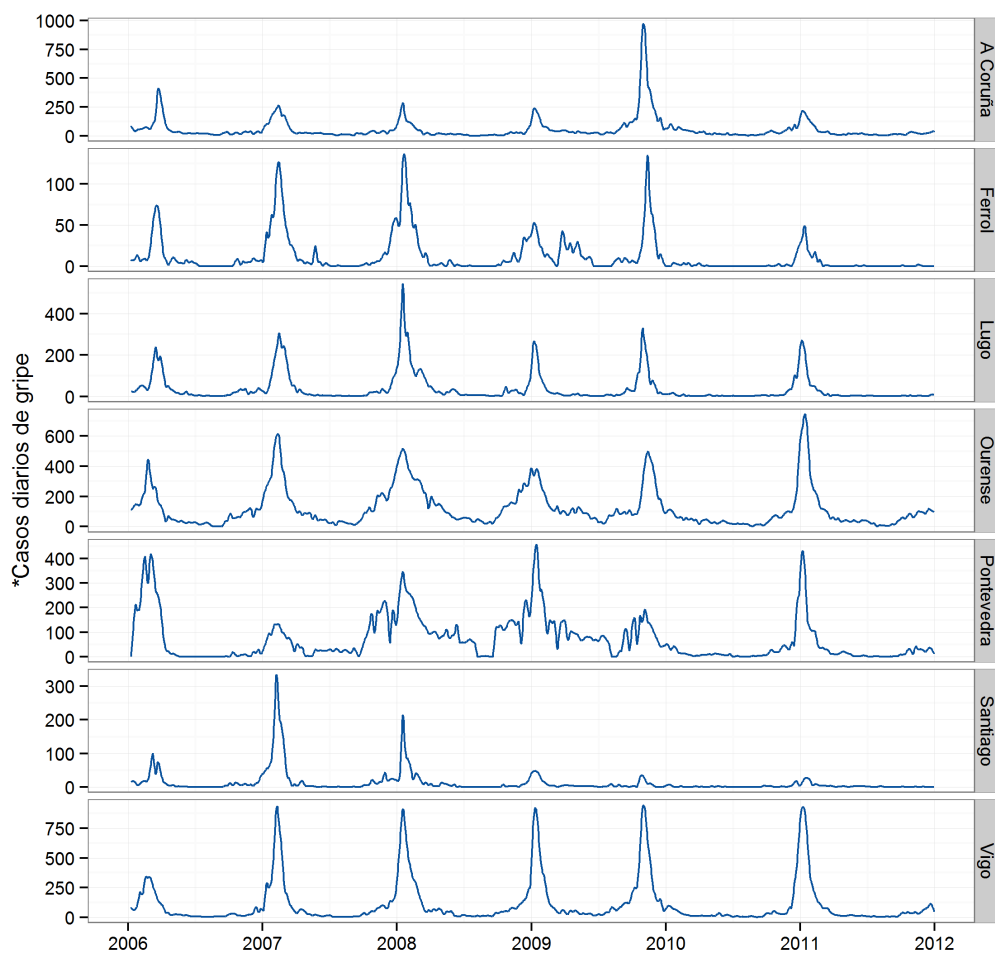
\*\*Total de los ingresos hospitalarios del periodo 2006-2011 por cada 10.000 habitantes.

## 6.3 Incidencia de los casos de gripe

La incidencia de las tasas semanales de gripe queda reflejada en la Figura 6.5, interpolada a la escala diaria, entre los años 2006 y 2011 para las siete ciudades del estudio. Es innegable que existe un comportamiento estacional en las epidemias de influenza. Las tasas alcanzan en todas las ciudades su auge en las épocas invernales como consecuencia de estas infecciones víricas. Asimismo, se puede observar la variabilidad interanual y las diferencias entre las ciudades, un comportamiento que en gran medida es acorde con el tamaño poblacional de las áreas correspondientes. En el apartado 3.4.1.1 (pag. 56) se ha mencionado la compleja interacción de múltiples variables que generan los patrones espacio-temporales en las tasas de gripe. Entre otras cuestiones, se ha podido demostrar una clara relación entre los casos de gripe y las situaciones atmosféricas (Fernández de Arróyabe 2012).

En la Figura 6.5 destacan especialmente los bajos picos de onda epidémica de Santiago a partir del año 2009. El caso contrario lo representa Vigo, donde se observa una secuencia de varios picos de ondas como sería esperable. Además, Pontevedra y Ourense muestran varias fluctuaciones pronunciadas.

Una posible explicación para el caso de Santiago es que los casos de gripe se recogen en un conjunto de Enfermedades de Declaración Obligatoria (EDO). Estos datos dependen en gran medida de la voluntad de los médicos en declararlas a los organismos competentes (en este caso el SERGAS). La declaración en EDO (Fig. A.17), que resume la participación global según el área sanitaria, muestra grandes diferencias entre las siete áreas sanitarias a las que pertenecen las ciudades del estudio. Existe una mayor declaración en las áreas sanitarias de Ourense y Lugo, que mantienen una participación entre 80 % y 90 % entre los años 1999 y 2011. En cambio, las restantes ciudades se sitúan mayormente en una participación menor del 50 % en el mismo período. Este hecho, combinado con el tamaño de la población en cada área sanitaria, probablemente hace que, por ejemplo, en Vigo una baja participación no influya tan drásticamente como sí lo hace en Santiago. No obstante, en todas las urbes del estudio es manifiestamente visible el comportamiento estacional de la gripe, en el que pueden influir factores ambientales (fundamentalmente atmosféricos) (Apartado 3.4.1.1).



**Figura 6.5:** Tasa diaria de gripe para las áreas sanitarias de las siete ciudades del estudio (2006-2011). \*interpolados a partir de datos semanales (véase Apartado 4.3.2)

## 6.4 Conclusiones

A continuación se exponen algunas de las conclusiones que se extraen del presente capítulo, y que se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

### Variabilidad

- Se observa una alta variabilidad de los ingresos hospitalarios entre los municipios participantes, que a su vez está estrechamente relacionada con las características demográficas. Este hecho influye significativamente en el tamaño de la muestra para el ajuste de los modelos.
- Las hospitalizaciones más numerosas corresponden a las ciudades de Ourense y Lugo. Una hecho que podría deberse a su situación geográfica en el interior de Galicia y, por ende, a sus características climáticas.
- La diferencia relativa entre la tasa más alta (A Coruña) y la más baja (Ferrol) en las enfermedades cardiovasculares del grupo de mayores de 64 años, es del 89 %, frente a un 57 % en las patologías respiratorias. Una diferencia que en estos momentos no tiene una explicación satisfactoria. No obstante, se debería pensar en determinantes no incluidos u ocultos.

### Estacionalidad

- Existe una disminución generalizada y recurrente de ingresos durante todos los veranos, lo que confirma el comportamiento estacional.
- La estacionalidad es especialmente marcada en las patologías respiratorias, un comportamiento cíclico que concuerda con los cambios del ambiente térmico entre el verano y el invierno.

### Grupos de edad

- Las diferencias estacionales y la variabilidad espacio-temporal de las hospitalizaciones dependen visiblemente de los grupos de edad.

- Los menores de 5 años y los mayores de 64 son los más vulnerables en todas las causas y en las respiratorias, mientras que los mayores de 64 años representan el grupo más vulnerable para las enfermedades cardiovasculares.
- Los riesgos de sufrir un evento cardiovascular se incrementan de forma exponencial a partir de los 40-64 años.
- La disminución estival de las enfermedades respiratorias es sensiblemente inferior en los menores de 5 años en comparación con los otros grupos. Esto podría tener que ver con el mayor número de enfermedades infantiles y, por la mayor probabilidad de hospitalización de los niños por precaución y cautela.

#### Diferencias de género

- Se observan mayores ingresos entre las mujeres que entre los hombres en todas las causas. Algo que contrasta con una mortalidad más baja en las mujeres; no obstante, en las enfermedades respiratorias y cardiovasculares se invierte esta circunstancia.
- La explicación de este comportamiento podría estar relacionada con el hecho de que los hombres padecen con mayor probabilidad enfermedades cardio-respiratorias. Una observación que coincide con condiciones de salud en las que los hombres tienden a ser hospitalizados y morir con mayor probabilidad en comparación con las mujeres en las mismas condiciones.

#### Casos de gripe

- El conjunto de Enfermedades de Declaración Obligatoria (EDO) es una variable importante a la hora de evaluar e interpretar los datos de la gripe.

## 6.4. Conclusiones

---





# 7

## Aplicación del modelo aditivo generalizado a las ciudades gallegas

---

En este capítulo se analizarán y discutirán los resultados individuales obtenidos de cada una de las ciudades participantes. La estructura que sigue el capítulo es en función de los grupos de patologías y de las dos variables que definen el ambiente térmico: las temperaturas máximas y mínimas. Para identificar la relación y su forma funcional se han elaborado figuras que representan los vínculos entre la temperatura y el número de hospitalizaciones. Debido al elevado número de gráficos generados tan sólo se incluyen aquellos de mayor relevancia. Los restantes se adjuntan en el Anexo A.

### 7.1 Vigo

#### 7.1.1. Todas las causas

##### 7.1.1.1. Temperatura máxima

La relación no-lineal entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios urgentes es evidente y muestra mayormente una forma de “J” o “U”, lo que se encuentra en coherencia con los resultados de otros estudios de morbimortalidad (Kovats et al. 2004, Baccini et al. 2008, Linares y Díaz 2008, Lin et al. 2009, Bayentin et al. 2010). Las relaciones funcionales descritas se observan en todas las ciudades y en las distintas agrupaciones, evidentemente con magnitudes diferentes, además de algunas excepciones que se comentarán en cada caso. Un ejemplo de la relación se puede ver en la Figura 7.1 para los totales. Se observa

que aumenta el riesgo con el aumento de la temperatura máxima a partir de la temperatura termoneutral, primero de forma suave y posteriormente de forma muy acentuada.

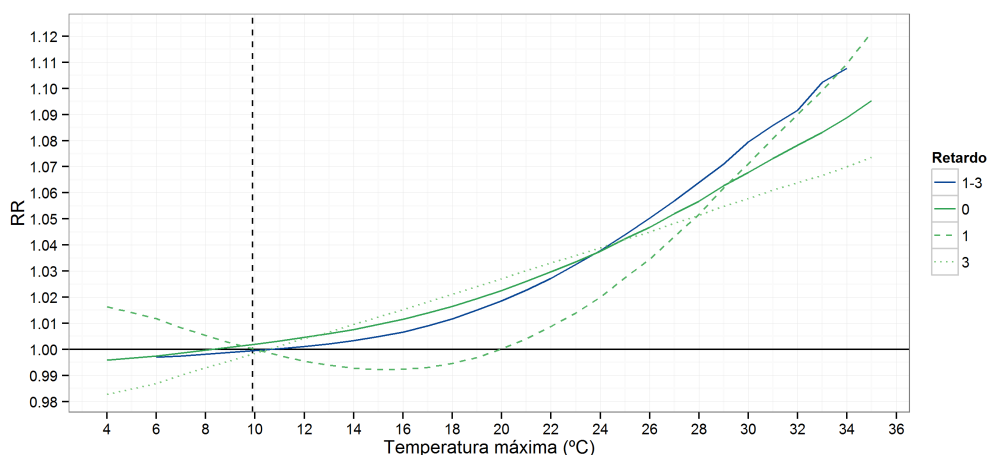
El ascenso del riesgo relativo (RR) en temperaturas superiores al punto termoneutral es exponencial. Este hecho hace imposible definir el riesgo para cada aumento de 1 °C, como una pendiente lineal, una problemática observada por Taracido Trunk et al. (2009). Generalmente se aplica un modelo lineal para cuantificar los efectos del ambiente térmico, en el que se asume un incremento log-lineal en los riesgos a partir de la temperatura termoneutral (Kovats et al. 2004, Lin et al. 2009). Asimismo, indican los autores Ye et al. (2012) que la separación serial en periodos cálidos y fríos en varios estudios lleva a mostrar necesariamente asociaciones lineales. El análisis diferenciado en dos períodos térmicos tiene también como consecuencia distintas temperaturas termoneutrales (Ye et al. 2012). Ello impide en este trabajo una comparación directa de valores absolutos con otros trabajos. Además, en muchos estudios, que señalan efectos lineales, no existe una información sobre los umbrales de la temperatura termoneutral para su comparación (Turner et al. 2012a). En este contexto se debe hacer referencia a un aspecto muy relevante. Las diferencias encontradas entre estudios de morbilidad pueden tener su origen en múltiples causas, como el enfoque metodológico (modelo estadístico, período, tipo de retardos, etc.), la estructura y la composición demográfica o la situación económica (Ye et al. 2012).

Es importante indicar que la temperatura máxima, como variable de exposición, no se limita únicamente a los efectos del calor. La inclusión de toda la serie temporal permite también ver posibles efectos del frío debido a bajos valores de las máximas, aunque éstos son claramente poco consistentes y prácticamente inexistentes (Fig. 7.1).

Entre todas las curvas destaca la forma de los efectos con un retardo de tres días en el grupo de las mujeres, donde se identifica un RR cuasi-constante, con un ligero descenso en altas temperaturas (Fig. A.19). En la relación de la temperatura máxima con un retardo medio de 1-10 días en el grupo de edad 40-64 años (Fig. A.18), la forma representa una excepción, siguiendo una “U” invertida. Se puede observar un comportamiento descendente de los RR hacia valores altos y bajos a partir del RR máximo (1,06) que corresponde a 25 °C. Para interpretar

## 7.1. Vigo

correctamente este comportamiento se debe tener en cuenta que existe en ambos casos un amplio intervalo de confianza del 95 % en temperaturas superiores a los 25 °C. Por lo tanto, la representación de los datos en esta franja no es suficiente, y así no es significativa. En todos los gráficos, que incluyen los límites del intervalo de confianza del 95 % (IC95 %), es visible cómo aumenta éste en los extremos del rango termométrico.



**Figura 7.1:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, y en función de la temperatura máxima y retardos, en Vigo. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

La Tabla 7.1 resume los resultados significativos de las asociaciones entre la temperatura máxima y las hospitalizaciones, permitiendo resaltar varias observaciones importantes. Los puntos termoneutrales se sitúan entre los 10 °C y 11 °C en todas las agrupaciones y retardos. Un rango de temperatura que parece próximo al percentil 5 de las máximas en invierno es 11,9 °C. Sin embargo, no es visible una relación con otras medidas estadísticas del ambiente térmico. Además, es posible observar una desviación en el grupo de los totales, en el caso de la temperatura máxima del mismo día, en el que llega a disminuir hasta los 8,3 °C.

En comparación con otros estudios (Kovats et al. 2004, Baccini et al. 2008, Linares y Díaz 2008, McMichael et al. 2008) los puntos termoneutrales en Vigo son notablemente inferiores, lo que podría deberse a la inclusión de toda la serie temporal, en vez de analizar únicamente los meses cálidos. Lo que parece confirmarse, y que coincide con los resultados de un estudio de la mortalidad en Galicia,

Taracido Trunk et al. (2009), con una metodología similar, es un umbral de temperatura termoneutral de aproximadamente 8 °C en la ciudad de Vigo. No obstante, se debe ser cuidadoso con esta comparación debido a diferencias importantes en cuanto a los datos usados (tasa de mortalidad), las variables de exposición y el período de estudio.

**Tabla 7.1:** Relación entre la temperatura máxima y todas las causas en Vigo

Agrupación	Retardo	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %)[Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
<b>Totales</b>						
	1-3	41	10,7	≥26 [1,05]	1,11 (1,03;1,19) [34]	7.3
	0	41	8,3	≥28 [1,06]	1,09 (1,02;1,17) [35]	A.20
	1	41,2	10	≥28 [1,05]	1,12 (1,05;1,20) [35]	A.21
	3	40,9	10,6	≥25 [1,04]	1,07 (1,00;1,14) [35]	A.22
<b>Mujeres</b>						
	3	28,2	10,8	≤29 [1,06]	1,06 (1,01;1,12) [25]	A.19
<b>Hombres</b>						
	1-3	27	10,7	>29 [1,08]	1,17 (1,05;1,30) [34]	A.23
	1-5	26,8	10,9	>29 [1,10]	1,16 (1,03;1,30) [33]	A.24
	1	27,1	10	≥28 [1,08]	1,21 (1,09;1,33) [35]	A.25
	3	26,8	10,6	35 [1,11]	1,11 (1,00;1,23) [35]	A.26
<b>&lt;5 años</b>						
	1-3	11,6	11	≥30 [1,21]	1,30 (1,03;1,65) [34]	7.2
	2	11,6	10,6	≥28 [1,16]	1,31 (1,05;1,62) [35]	A.27
<b>40-64 años</b>						
	1-10	18,4	11,1	≤24 [1,17]	1,19 (1,03;1,38) [21]	A.18
<b>&gt;64 años</b>						
	1	29	10	>25 [1,07]	1,17 (1,04;1,30) [35]	A.28

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

Se debe mencionar que en estudios ambientales la desviación explicada tiende a ser baja debido a un importante componente estocástico. En este caso se sitúa entre el 41 % en los totales y el 11,6 % en los menores de 5 años. Además, influyen esencialmente el tamaño de la muestra y la existencia de variables desconocidas. En este contexto se hace visible una limitación del presente trabajo, a saber, el hecho de que no se hayan podido incluir variables confusoras como la contaminación atmosférica o la concentración de polen, lo que puede explicar parcialmente una

## 7.1. Vigo

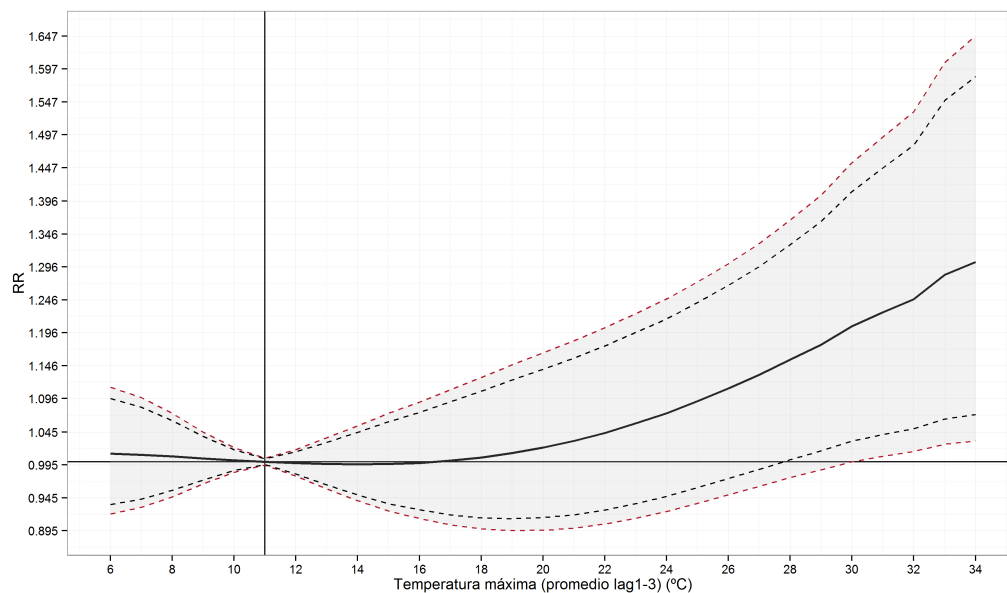
---

desviación más baja. Además es fundamental recordar que la relación de la salud humana con el ambiente térmico es altamente compleja.

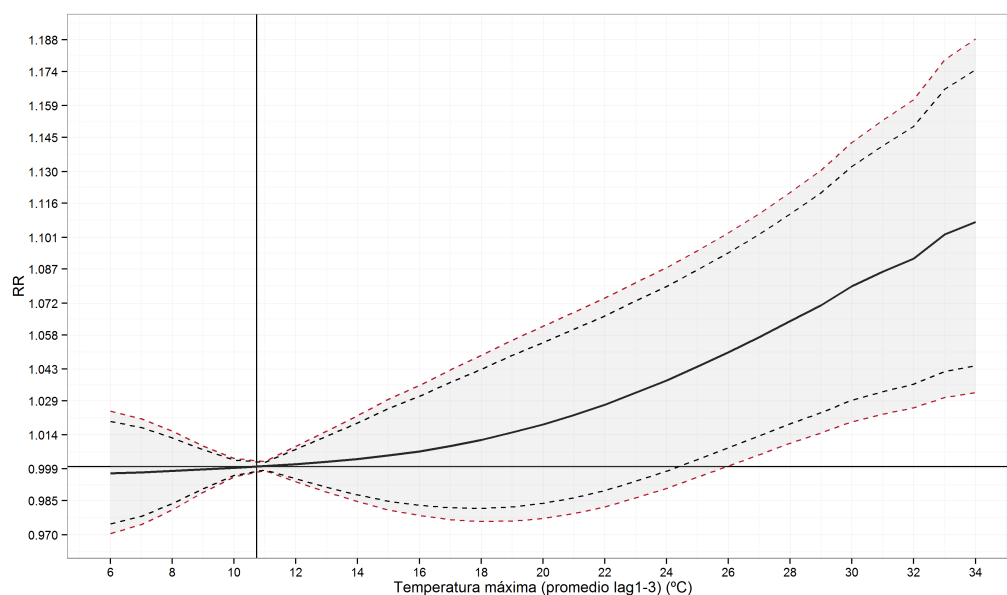
La estructura de los retardos muestra que se producen efectos en los ingresos hospitalarios dentro de un margen de tres días. Unos resultados que corresponden a lo esperado en el estrés térmico por calor: efectos cuasi-directos de pocos días (Ye et al. 2012). Efectos en el mismo día únicamente se observan en el grupo de los totales. Estos desfases han sido comentados en un gran número de estudios con asociaciones de temperatura y morbi-mortalidad (p. ej. Curriero et al. 2002, Kovats y Hajat 2008, Linares y Díaz 2008, Lin et al. 2009, Green et al. 2010). Habitualmente se observan efectos en retardos superiores a los 7 días en los impactos por frío (Hajat et al. 2004, Analitis et al. 2008). Sólo un grupo muestra efectos que pueden ser interpretados en este sentido: el grupo de edad 40-64 años que manifiesta un retardo medio de 1-10 días. Como ya se ha indicado anteriormente, el rango de temperaturas superiores a 25 °C de este grupo no tiene significación. Sin embargo, sí se pueden ver efectos por los bajos valores de las temperaturas máximas (Fig. A.18). Asimismo, se observa que las temperaturas más altas en los retardos medios son inferiores a las de los retardos absolutos. Especialmente los retardos medios de 1-10 días podrían reflejar los efectos de olas de calor o frío. Más adelante se podrán ver ejemplos de estos efectos.

La heterogeneidad de los resultados respecto a las asociaciones en los retardos de las distintas agrupaciones, o sea, la ausencia de ciertos retardos o incluso la ausencia de un grupo (Tab. 7.1), se debe a la baja significación de la variable de exposición en el modelo ( $p \geq 0,1$ ). Esta falta de significación está relacionada con el tamaño de la muestra. A pesar de esta ausencia se debería suponer que los efectos se distribuirían en varios días, mostrando un día con un riesgo máximo, un comportamiento que se puede ver en la Figura 3.4 del apartado 3.4.1.1. Es más Jendritzky (1993) subraya que la ausencia de una asociación no significa que no tenga un efecto significativo. Esta evidencia es fundamental en este trabajo y debe estar presente por las limitadas muestras resultantes de los distintos tamaños de las ciudades.

El rango de temperatura con significación en los RR, se extiende entre los 24 °C y los 35 °C (Tab. 7.1). El RR máximo comprende aumentos del riesgo de hospitalización entre el 6 % y el 31 % entre todos los grupos. Los RR más elevados se



**Figura 7.2:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los menores de 5 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



**Figura 7.3:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

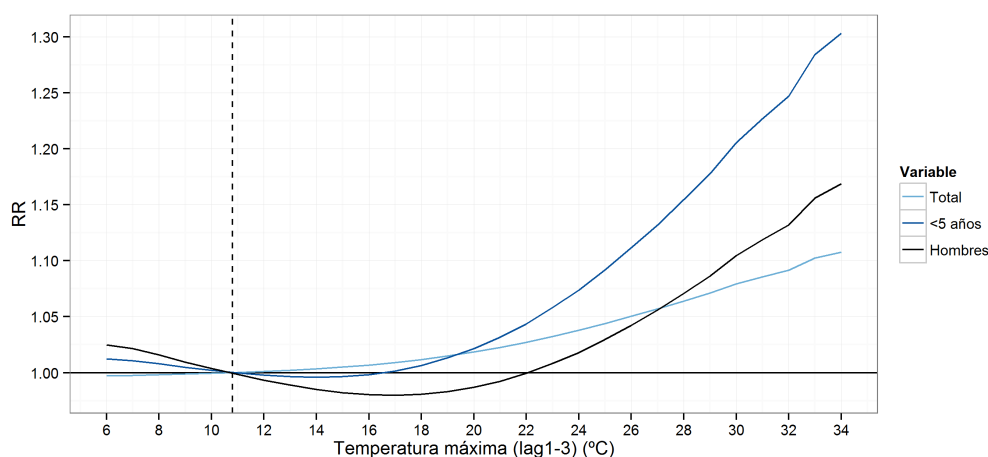
## 7.1. Vigo

---

observan en los menores de 5 años (Fig. 7.2). Los efectos se limitan únicamente a impactos por calor, y por tanto, los riesgos de bajas temperaturas de las máximas no son significativos. Una temperatura máxima de 30 °C (retardo 1-3) eleva el riesgo de un ingreso hospitalario en este grupo en un 21 %. En el caso de un retardo de 2 días a la misma temperatura se manifiesta un riesgo del 20 % (Fig. A.27). Otro grupo de riesgo, los mayores de 64 años, muestra elevados riesgos de ingreso con altas temperaturas con un retardo de 2 días (12 % con 30 °C), pero se quedan lejos de los detectados en los menores. Esta observación estaría en coherencia con el comportamiento detectado en las enfermedades respiratorias, con una menor disminución estacional de la hospitalización en los menores de 5 años, en comparación con la de las personas de edad avanzada (Apartado 6.2.2). En el grupo de los totales, se puede observar un aumento del riesgo del 8 % con una temperatura máxima de 30 °C (retardo 1-3) (Fig. 7.3). En las Figuras A.20–A.22 se observan las diferencias del riesgo en los distintos grupos con la misma temperatura (Tab. 7.1). Una temperatura máxima de 34 °C, la que corresponde a un ambiente térmico caluroso, aumenta el riesgo en el primer día un 9 %, un 11 % en dos días y un 7 % tres días después. Por tanto, los efectos sobre la hospitalización tienen un mayor impacto en el segundo día, para disminuir moderadamente al día siguiente, un comportamiento observado también en otros estudios (Lin et al. 2009, Breitner et al. 2014). También destaca la ausencia de efectos en el mismo día y un menor riesgo un día después.

No sólo las temperaturas extremas provocan riesgos importantes. En los hombres se observa un aumento del riesgo del 8 % con una temperatura de 28 °C y con un día de desfase (Fig. A.25). En los mayores de 64 años, el riesgo es del 7 % con una temperatura de 25 °C (retardo 1). No es posible confirmar la tendencia detectada en el capítulo 6.2 sobre las mayores tasas de ingresos en mujeres que en hombres en todas las causas, un comportamiento que podría haber tenido como efecto mayores riesgos en las mujeres en todas las causas, sin embargo, con los datos y resultados presentes no se pueden ver indicios de ello. Respecto a las comparaciones con otros estudios en el caso de todas las causas, es una tarea difícil debido a que no hay trabajos que incluyan todas las causas de morbilidad. La mayoría se concentra en enfermedades respiratorias, cardiovasculares o en subgrupos de estas últimas. Por otro lado, las comparaciones intragrupalas en este trabajo

están limitadas por la presencia de asociación de resultados significativos en los retardos, lo que termina en la observada heterogeneidad de los resultados. No obstante, en la Figura 7.4 se puede ver una comparación de los totales con los hombres y los menores de 5 años y una exposición retardada media de tres días. Como ya se ha mencionado, los menores destacan por tener mayores efectos que otros grupos. Con temperaturas máximas superiores a los 28 °C es posible ver cómo los hombres, en comparación con los totales, sufren mayores riesgos. Una temperatura máxima de 28 °C aumenta el riesgo en 8 %, 10 % y 21 %, respectivamente.



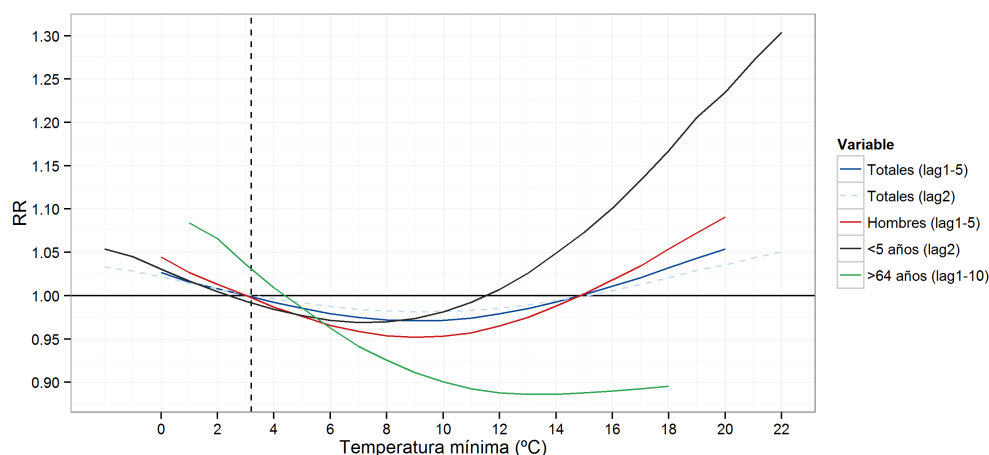
**Figura 7.4:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, los menores de 5 años y los hombres, y en función de la temperatura máxima y el retardo de 1-3 días, en Vigo. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral

### 7.1.1.2. Temperatura mínima

La relación no-lineal entre la temperatura mínima y los ingresos hospitalarios también se confirma y muestra mayormente una forma suave de “J” o “U” (Fig. 7.5). En términos generales, la relación muestra aumentos de los ingresos con altas y bajas temperaturas mínimas. Entre todas las relaciones destacan dos formas por su comportamiento opuesto en altas temperaturas. Por un lado, los mayores de 64 años muestran menores riesgos con mayor temperatura mínima; por otro, con evolución contraria, en el grupo de los menores de 5 años se manifiesta un aumento de riesgo exponencial en la misma franja de temperaturas. Es importante indicar

## 7.1. Vigo

que los resultados de los modelos están limitados al rango termométrico de los datos usados, lo que hace parecer que las curvas estén cortadas (Fig. 7.5).



**Figura 7.5:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, los hombres, los menores de 5 años y los mayores de 64 años, en función de la temperatura mínima y retardos, en Vigo. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral, (lag: retardo).

La Tabla 7.2 resume los resultados significativos de la relación entre la temperatura mínima y las hospitalizaciones. Los puntos termoneutrales se sitúan entre los 2,5 °C y 4,5 °C. Es un intervalo de temperatura más amplio que el que se ha observado en las máximas. La desviación explicada de los modelos varía entre el 40,9 % en los totales y el 11,6 % en los menores de 5 años, unas medidas estadísticas que se presentan con los mismos valores a aquellos vistos en las máximas, lo que es evidente debido al mismo tamaño de la muestra. La estructura de los retardos indica efectos dentro de los primeros cinco días, con excepción de los mayores de 64 años, donde se registra un retardo medio de 1-10 días. La diferencia de retardo en impactos por frío, con efectos más largos, no se presenta de forma clara y evidente. La heterogeneidad de los resultados y la ausencia de ciertos retardos o de grupos, se confirma también en las mínimas. Es más, el número de modelos significativos es inferior al de la variable de exposición anterior examinada. Es posible que no sólo se deba al tamaño de la muestra u otras variables confusoras, sino indique una falta de efectos en bajas temperaturas. La falta de asociación con el frío también ha sido observada en el estudio sobre la relación entre la temperatura media y la mortalidad en Galicia (Taracido Trunk et al. 2009).

**Tabla 7.2:** Relación entre la temperatura mínima y todas las causas en Vigo

Agrupación	Retardo	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	1-5	40,9	3	≤2 [1,01]	1,03 (1,00;1,05) [0]	A.29
	2	40,9	3,4	<2 [1,01]	1,03 (1,00;1,07) [-2]	7.7
Hombres						
	1-5	26,8	3	≤2 [1,01]	1,04 (1,00;1,09) [0]	A.30
<5 años	2	11,6	2,5	>20 [1,24]	1,30 (1,02;1,67) [22]	7.6
>64 años	1-10	28,9	4,4	≤15 [0,89]	1,08 (1,03;1,14) [1]	A.31

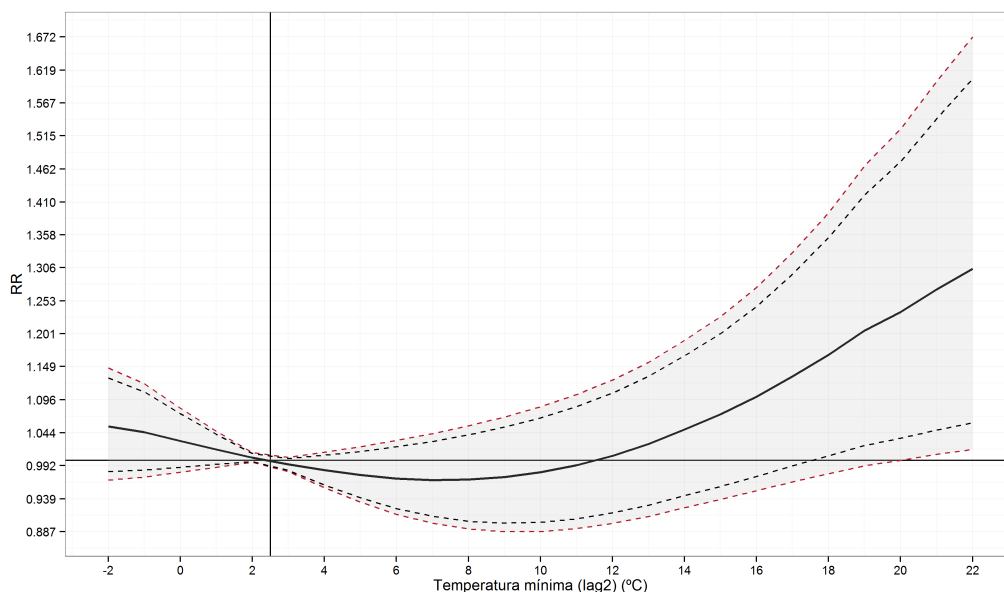
*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

El valor de temperatura a partir del cual existe significación en los riesgos es de 2 °C (Tab. 7.2), lo que finalmente muestra un aumento del riesgo a una exposición por frío. No obstante, en los mayores de 64 años este umbral se eleva a los 4,4 °C, y en los menores de 5 años los riesgos se observan solamente con una temperatura mínima superior a los 20 °C. En el caso de personas de edad avanzada los valores significativos están asociados a temperaturas inferiores a 15 °C, lo que se trata de un efecto beneficioso, una reducción del riesgo. La magnitud de los efectos oscila entre el 1 % en varios grupos hasta el 30 % en los menores. El grupo de los menores de 5 años es el único en el que se registra un efecto significativo por calor en las temperaturas mínimas y en el que se observan los riesgos mayores (Fig. 7.6).

Una temperatura mínima de 20 °C aumenta un 24 % en los menores de 5 años el riesgo con dos días de retraso, llegando a un riesgo del 30 % con una temperatura de 22 °C. Las temperaturas mínimas superiores a los 20 °C son frecuentes durante el verano, especialmente con situaciones de ola de calor, y limitan la posibilidad de conseguir un descanso nocturno. Las consecuencias de los impactos en el sueño son bien conocidas. El calor puede llevar a alteraciones y privaciones de éste debido a la necesaria termorregulación y a sus efectos en los mecanismos regulatorios (Buguet 2007). En un estudio realizado por Royé y Martí (2015) se analizó

## 7.1. Vigo



**Figura 7.6:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los menores de 5 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

el comportamiento térmico nocturno en Galicia. Los autores concluyeron que hay numerosos días con mínimas inferiores a los 20 °C, en los que una buena parte de las horas nocturnas superan este umbral. Utilizando el índice específico propuesto por estos autores, y no la temperatura mínima, se incrementarían los efectos y riesgos derivados. La relación de las hospitalizaciones con la temperatura mínima revela riesgos significativos, pero son sensiblemente inferiores en comparación con los efectos detectados en situaciones de estrés térmico por calor. En los totales se detecta un aumento de ingresos del 2,1 % (IC95: 0 %; 4 %) dos días después de una temperatura mínima de 0 °C (Fig. 7.7). El efecto asciende a un 2,6 % con un retardo medio de 1-5 días. Un promedio de la mínima de 0 °C durante varios días en Vigo corresponde a un estrés por frío considerable, teniendo en cuenta que el percentil 5 es de 1,2 °C en invierno. En los hombres se eleva el riesgo de ingreso con la misma temperatura mínima y un retardo medio de 1-5 días a un 4,4 % (Fig. A.30). Los mayores de 64 años destacan por efectos de un retardo medio de 1-10 días, algo que es considerado habitual en los impactos por frío (Hajat et al. 2004, Ye et al. 2012). Con una temperatura mínima de 1 °C este grupo responde con un au-

## Capítulo 7. Aplicación del modelo aditivo generalizado a las ciudades gallegas

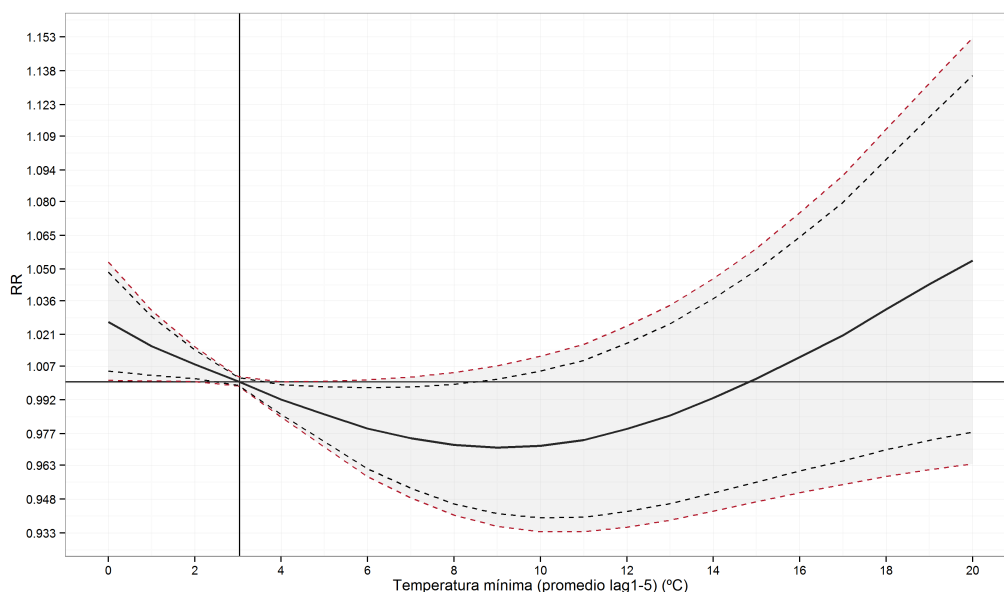
mento de ingresos del 8 %. No obstante, con un rango de temperatura entre 4,4 °C y 15 °C, se reduce el riesgo; con una temperatura mínima de 13 °C es mayor que el anterior con un 12 %. Esta temperatura corresponde al valor medio en verano en la ciudad de Vigo, lo que se podría considerar como un rango de confort térmico.

En definitiva, los efectos del ambiente térmico en Vigo en todas las causas quedarían sintetizados en la Tabla 7.3, incluyendo únicamente los casos más llamativos.

**Tabla 7.3:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de Vigo

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	12 (5-20)	35	1
	Mujeres	6 (1-12)	25	3
	Hombres	21 (9-33)	35	1
	<5 años	31 (5-62)	35	2
	>64 años	17 (4-30)	35	1
<b>Mínimas</b>				
	Totales	3 (0-5)	0	1-5
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	4 (0-9)	0	1-5
	<5 años	30 (2-67)	22	2
	>64 años	8 (3-14)	1	1-10

## 7.1. Vigo

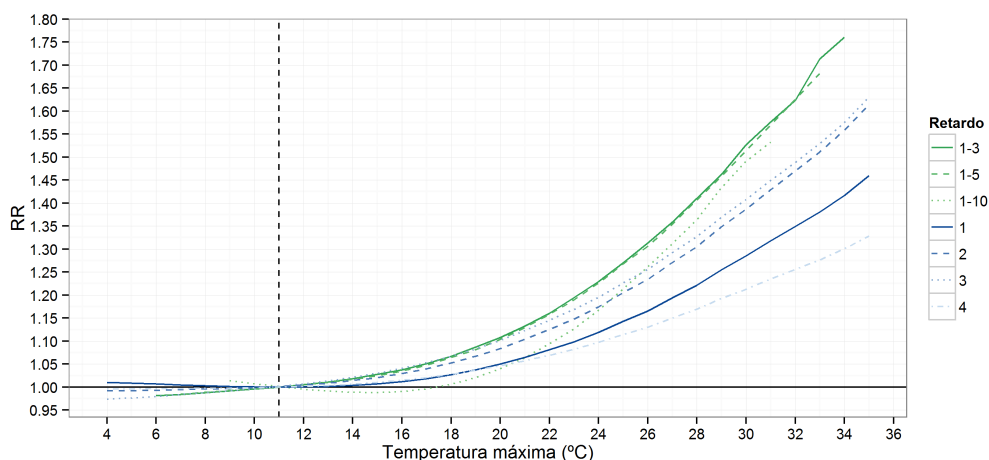


**Figura 7.7:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

### 7.1.2. Enfermedades respiratorias

#### 7.1.2.1. Temperatura máxima

La relación no-lineal entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios urgentes es muy evidente en las enfermedades respiratorias y muestra en su mayoría una forma de “J”. Las formas de las relaciones están ilustradas en la Figura 7.8 con los totales. En términos generales indican un ascenso de los riesgos por altas temperaturas a partir del valor termoneutral, primero de forma suave y posteriormente de forma muy acentuada. El ascenso del RR se observa de forma exponencial en temperaturas superiores al punto termoneutral. Como en todas las causas, los posibles efectos del frío son poco consistentes y prácticamente inexistentes. Entre todas las relaciones destacan dos formas particulares con un comportamiento más próximo a una curva lineal: el grupo de las mujeres (Fig. 7.11) y los menores de 5 años (Fig. 7.12). En estos casos, la forma recuerda una “V”, lo que también ha sido descrito en otros estudios (Linares y Díaz 2008). Sin embargo, se trata de una forma parcial, debido a la ausencia de efectos por bajas temperaturas.



**Figura 7.8:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, y en función de la temperatura máxima y los retardos, en Vigo. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

En la Tabla 7.4 se observan temperaturas termoneutrales que se sitúan entre los 10 °C y 11 °C en la mayoría de las agrupaciones y retardos. El rango de puntos termoneutrales es igual al detectado en todas las causas. Únicamente, el grupo de las mujeres destaca por una temperatura termoneutral más elevada, entre los 12,8 °C y 14 °C, lo que retrasa efectos por calor. Hay constancia de resultados similares en un estudio en los que se podría apreciar diferencias de género en patologías isquémicas del corazón respecto al punto termoneutral (Bayentin et al. 2010). En un contexto más amplio, un estudio realizado sobre los efectos de olas de calor en la mortalidad de Castilla-La Mancha, ha detectado cambios entre distintos períodos de tiempo en el valor termoneutral debido al envejecimiento de la población (Mirón et al. 2008, Montero et al. 2012). Otros autores, como Linares et al. (2014) concluyen que detrás de estos podrían estar factores demográficos y socioeconómicos. Por tanto, sería posible que las diferencias en el punto termoneutral entre los géneros también pudieran ser explicadas por estos factores u otros, como el uso de servicios de salud, las mayores tasas de morbilidad en las mujeres (Capítulo 6.2) o los problemas crónicos (Case y Paxson 2005). No se han encontrado estudios que se centren en las diferencias de género respecto a la temperatura termoneutral. En una forma funcional de “V” o “U”, un cambio del punto termoneutral provocaría por una parte mayores riesgos de ingreso, bien

## 7.1. Vigo

---

por altas o bien por bajas temperaturas, por otra, un retraso de efecto en el lado opuesto. En el Apartado 3.4.1.1 se han mencionado los escasos conocimientos sobre las diferencias de género, lo que hace necesario profundizar en estos posibles comportamientos.

La desviación explicada por los modelos varía entre el 23,3 % para los totales y el 13,4 % para los hombres, en función del tamaño de la muestra de cada grupo. Dentro de los distintos grupos se comporta de forma cuasi-constante, independientemente del retardo. La desviación explicada disminuye considerablemente en comparación con todas las causas lo que es reflejo de la dependencia del tamaño de la muestra.

La estructura de los retardos en las enfermedades respiratorias indica efectos más regulares que los que se han observado en todas las causas. Los efectos se concentran principalmente en los primeros cinco días de forma sucesiva, con dos excepciones que se encuentran en el grupo de los totales y los hombres, con un retardo medio de 1-10 días. En cambio, no se observan efectos en el mismo día en ningún grupo. Los resultados se corresponden a lo esperado en una exposición de estrés térmico por calor (Linares y Díaz 2008). Se puede constatar una mayor regularidad respecto a los retardos y su sucesión, lo que podría ser señal de una mayor asociación entre las enfermedades respiratorias y las temperaturas máximas.

Los valores de temperatura a partir de los cuales existe significación en los riesgos, oscilan entre los 18 °C y los 29 °C (Tab. 7.4). Con riesgos máximos que oscilan entre el 32 % y el 90 % entre todos los grupos. La magnitud de los efectos es sensiblemente mayor que en todas las causas, donde los riesgos máximos se han situado en el 30 %. Por una parte, los efectos del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias son elevados debido a la conocida y estrecha relación que las caracteriza (Åström et al. 2013). Por otra parte, se debe tener en cuenta que todas las causas incluyen múltiples patologías sin asociación con el ambiente térmico, lo que podría reducir los riesgos resultantes. Además, podría influir que los distintos grupos de causas (cardiovasculares, respiratorias, cerebrovasculares) consisten en múltiples subgrupos, que a su vez se caracterizan por reacciones diferentes ante el ambiente térmico (Ye et al. 2012).

Los menores de 5 años presentan también en las enfermedades respiratorias los riesgos más altos, con un aumento de riesgo de hospitalización del 90 % con

**Tabla 7.4:** Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades respiratorias en Vigo

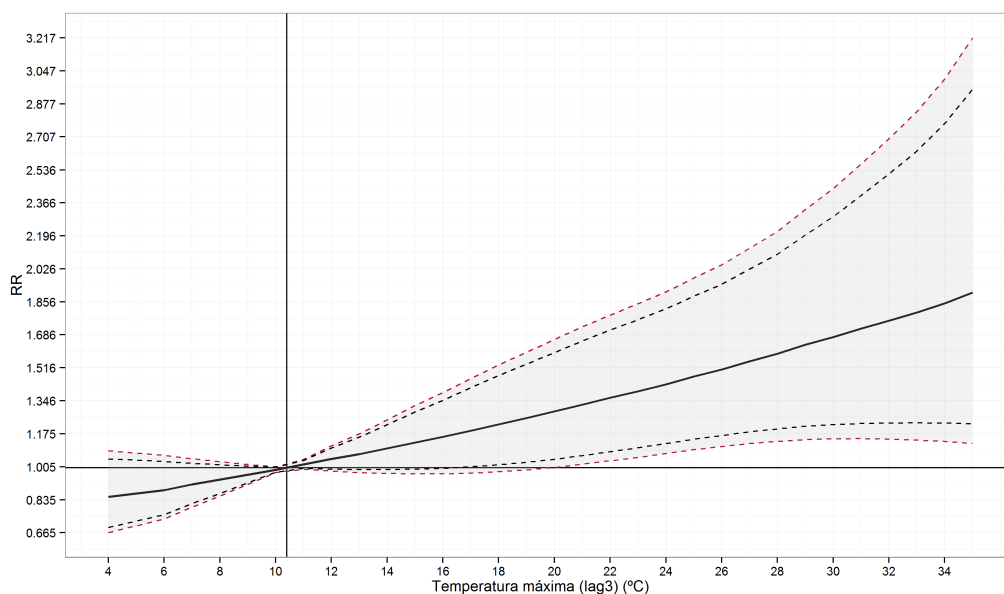
Agrupación	Retardo	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
<b>Totales</b>						
	<i>1-3</i>	23,3	11	>20 [1,11]	1,76 (1,42;2,18) [34]	A.32
	<i>1-5</i>	23,1	10,9	>22 [1,16]	1,68 (1,33;2,12) [33]	A.33
	<i>1-10</i>	22,9	11,2	>26 [1,26]	1,53 (1,15;2,05) [31]	A.34
	<i>1</i>	22,9	11,6	>23 [1,10]	1,46 (1,20;1,78) [35]	A.35
	<i>2</i>	23,1	10,6	≥22 [1,13]	1,61 (1,33;1,97)[35]	A.36
	<i>3</i>	23,2	10,8	>20 [1,10]	1,63 (1,34;1,98) [35]	A.37
	<i>4</i>	22,7	11,3	>25 [1,11]	1,32 (1,09;1,62)[35]	A.38
<b>Mujeres</b>						
	<i>1-3</i>	14,8	14	>18 [1,08]	1,66 (1,20;2,29) [34]	A.39
	<i>1-5</i>	14,6	12,8	≥24 [1,22]	1,52 (1,07;2,15) [33]	A.40
	<i>2</i>	14,8	12,9	>21 [1,13]	1,57 (1,16;2,13) [35]	A.41
	<i>3</i>	14,9	13,2	4 [0,78] a 35 [1,58]	1,58 (1,17;2,14) [35]	A.42
<b>Hombres</b>						
	<i>1-3</i>	13,7	11	≥25 [1,21]	1,76 (1,34;2,31) [35]	A.43
	<i>1-5</i>	13,6	10,9	≥24 [1,22]	1,80 (1,34;2,41) [33]	A.44
	<i>1-10</i>	13,5	11,2	≥29 [1,41]	1,51 (1,04;2,19) [31]	A.45
	<i>1</i>	13,4	11,6	≥24 [1,15]	1,50 (1,17;1,92) [35]	A.46
	<i>2</i>	13,6	10,6	≥26 [1,20]	1,62 (1,26;2,08) [35]	A.47
	<i>3</i>	13,6	10,8	≥27 [1,18]	1,60 (1,24;2,05) [35]	A.48
<b>&lt;5 años</b>						
	<i>3</i>	19,7	10,4	≥20 [1,29]	1,90 (1,13;3,21) [35]	7.9
<b>&gt;64 años</b>						
	<i>1-3</i>	17,6	10,7	≥27 [1,25]	1,64 (1,21;2,21) [34]	A.49
	<i>1-5</i>	17,5	10,8	≥29 [1,31]	1,55 (1,12;2,14) [33]	A.50
	<i>1</i>	17,5	10	≥28 [1,20]	1,46 (1,11;1,93) [35]	A.51
	<i>2</i>	17,5	11,6	≥27 [1,18]	1,54 (1,17;2,03) [35]	A.52
	<i>3</i>	17,5	10,6	≥28 [1,21]	1,51 (1,14;1,99) [35]	A.53

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

## 7.1. Vigo

una temperatura máxima de 35 °C (Fig. 7.9). Nuevamente, los efectos se limitan únicamente a impactos por calor y, por tanto, los riesgos de bajas temperaturas de las máximas no son significativos.



**Figura 7.9:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los menores de 5 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

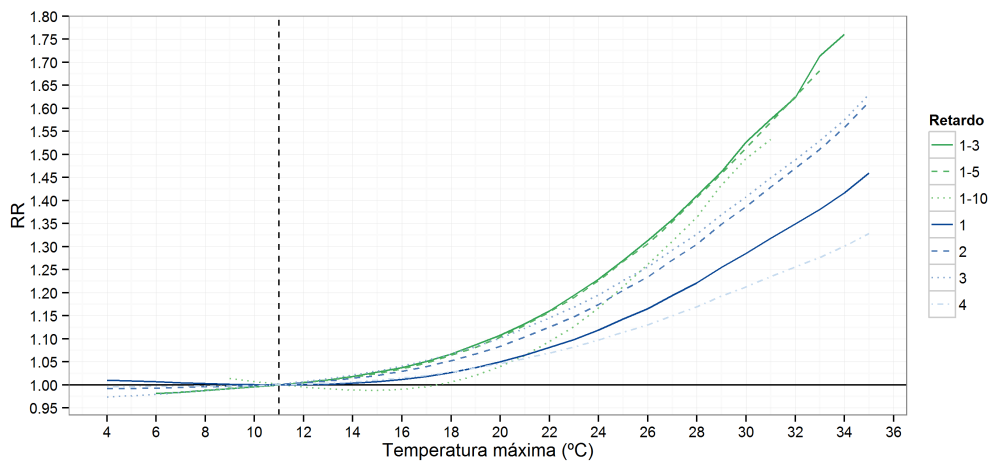
En el grupo de los totales respiratorios el mayor incremento del riesgo con una temperatura de 26 °C se produce con un retraso de tres días (25 %), aunque las diferencias entre el segundo y el tercero son pequeñas (Fig. 7.10, Tab. 7.5). El comportamiento de los retardos absolutos, incluida la ausencia de efectos en el mismo día, parece contrario a la tendencia general, que indica riesgos máximos a partir del mismo día y un descenso continuo con cada retardo (Gasparrinia et al. 2010, Green et al. 2010).

Una característica mencionada anteriormente en todas las causas, se refiere a que los retardos medios muestran mayores riesgos que los absolutos: a 26 °C un retardo 1-3 días produce un riesgo de ingreso del 31 %. Además, las temperaturas máximas más altas son inferiores a las detectadas en retardos absolutos. No se observan diferencias importantes respecto a los efectos entre los retardos medios 1-3 y 1-5 días.

**Tabla 7.5:** Los niveles de riesgo por enfermedades respiratorias en los totales según distintos retardos en Vigo

Temperatura máxima	26 °C	35 °C
Retardo	RR [IC95 %]	
1-3	1,31 [1,14;1,52]	1,76 <sup>a</sup> [1,42;2,18]
1-5	1,31 [1,11;1,54]	1,68 <sup>b</sup> [1,33;2,12]
1-10	1,26 [1,00;1,59]	1,53 <sup>c</sup> [1,15;2,05]
1	1,16 [1,04;1,30]	1,46 [1,20;1,78]
2	1,23 [1;09;1,40]	1,61 [1,33;1,97]
3	1,25 [1,11;1,42]	1,63 [1,34;1,98]
4	1,13 [1,00;1,27]	1,32 [1,09;1,62]

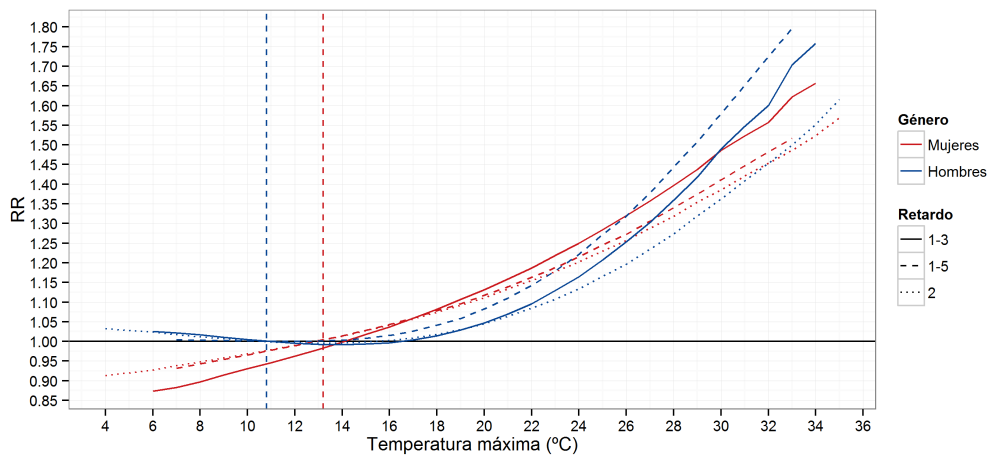
<sup>a</sup> 34 °C <sup>b</sup> 33 °C <sup>c</sup> 31 °C



**Figura 7.10:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, y en función de la temperatura máxima y el retardo, en Vigo. Línea negra discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

## 7.1. Vigo

Al comparar los dos géneros (Fig. 7.11), en los retardos medios se observan mayores RR en los hombres, con altas temperaturas, que en las mujeres (Tab. 7.6). Por ejemplo, con una temperatura máxima de 33 °C (retardo 1-3) los hombres tienen un riesgo de ingreso del 70 %, mientras que las mujeres, que registran un riesgo del 62 %. No obstante, existe un comportamiento opuesto con las bajas temperaturas de las máximas; con un valor térmico de 27 °C las mujeres presentan un aumento del 36 % y los hombres del 30 %. Estos valores se deben a un mayor grado de crecimiento exponencial en los hombres, lo que eleva el riesgo por altas temperaturas, pero mantiene riesgos inferiores con temperaturas más bajas.

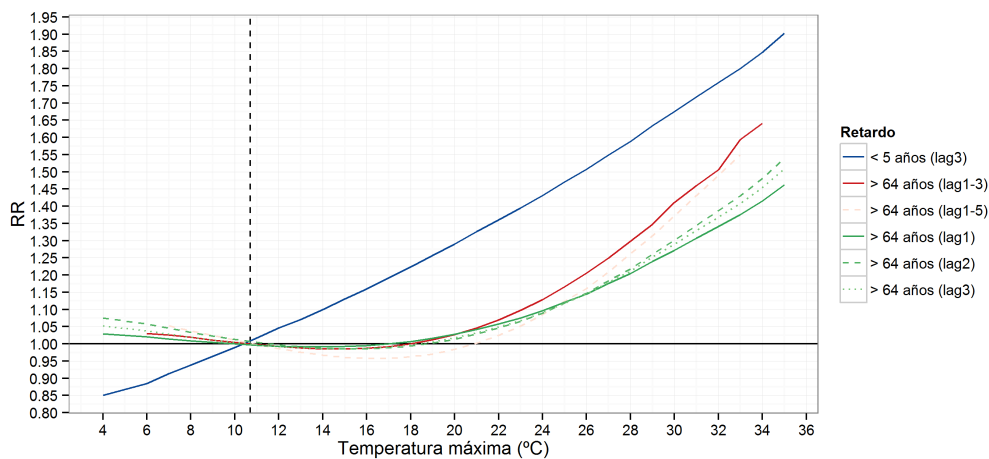


**Figura 7.11:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en las mujeres y los hombres, y en función de la temperatura máxima y retardos, en Vigo. Línea roja y azul discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

El desglose por edades muestra mayores incrementos del riesgo en los menores de 5 años y en los mayores de 64 años (Fig. 7.12). Los menores presentan mayor riesgo por exposición a una temperatura máxima superior a 20 °C y un retardo de tres días (Fig. 7.9, Tab. 7.4). Con una temperatura máxima de 27 °C se observa un riesgo de hospitalización del 55 %. En los mayores de 64 años, se puede detectar un riesgo máximo en los retardos medios. Se observan aumentos del 41 % (retardo 1-3) y 37 % (retardo 1-5) con una temperatura de 30 °C (Fig. A.49, A.50). Los riesgos disminuyen a 30 % con la misma temperatura y un retardo de dos días (Fig. A.52).

**Tabla 7.6:** Los niveles de riesgo por enfermedades respiratorias en las mujeres y los hombres, y retardos en Vigo

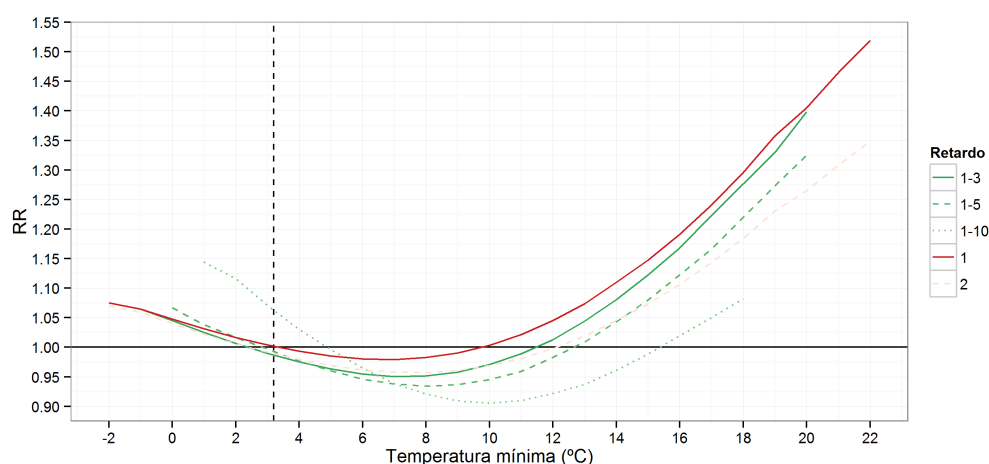
Temperatura máxima	Retardo	RR [IC95 %]	
27 °C		Mujeres	Hombres
	1-3	1,36 [1,14;1,62]	1,30 [1,08;1,57]
	1-5	1,31 [1,04;1,63]	1,38 [1,11;1,71]
33 °C		Mujeres	Hombres
	1-3	1,62 [1,19;2,21]	1,70 [1,31;2,21]
	1-5	1,52 [1,10;2,15]	1,80 [1,34;2,41]



**Figura 7.12:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en grupos de edad, y en función de la temperatura máxima y retardos, en Vigo. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral, (lag: retardo)

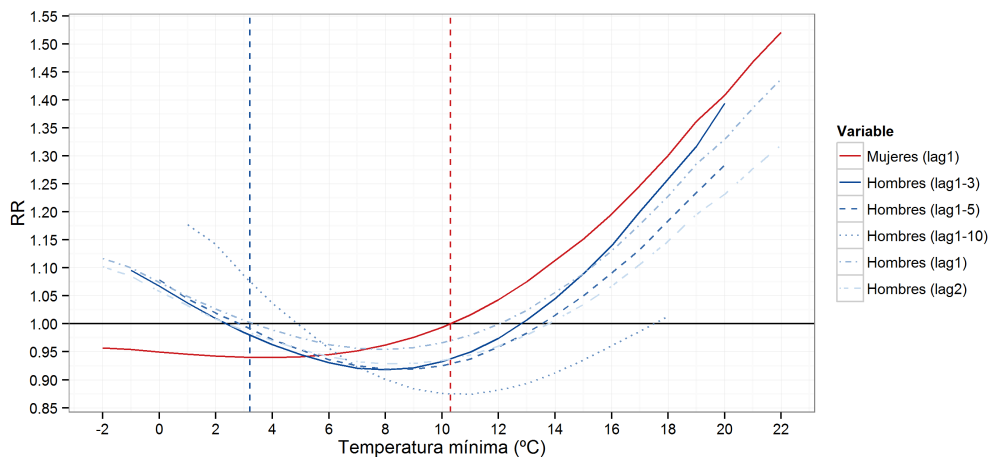
### 7.1.2.2. Temperatura mínima

La relación no-lineal entre la temperatura mínima y los ingresos hospitalarios en las enfermedades respiratorias se confirma y muestra mayormente una forma suave “U” (Fig. 7.13–7.15). En términos generales, indican ascensos muy pronunciados hacia altos valores y más suaves hacia bajos de la temperatura mínima. Los efectos se concentran en el estrés por calor y son menos visibles, e incluso inexistentes, en impactos por frío.

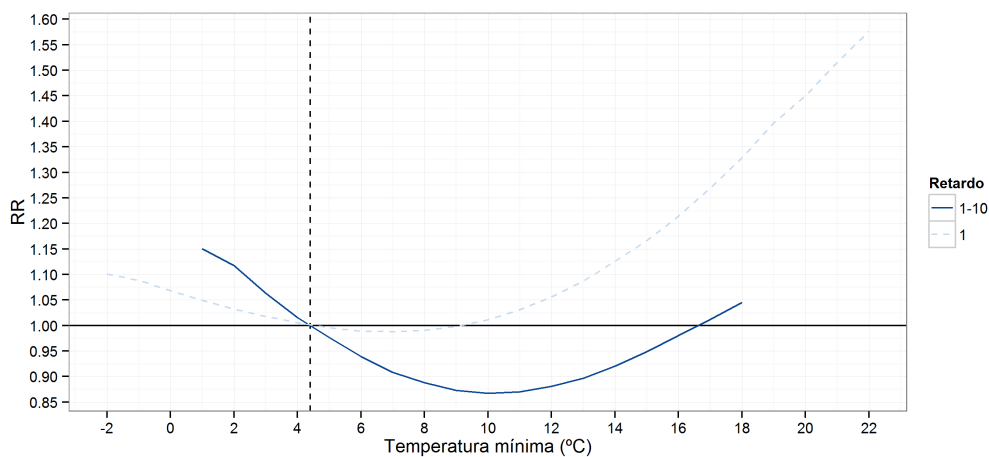


**Figura 7.13:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, y en función de la temperatura mínima y retardos, en Vigo. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

La Tabla 7.7 resume los resultados significativos obtenidos de la relación entre la temperatura mínima y los ingresos hospitalarios. Las temperaturas termoneutrales se sitúan entre los 2,4 °C y 4,9 °C, correspondiente al rango termométrico que se ha observado en todas las causas. Destaca con diferencia el punto termoneutral de las mujeres, con 10,3 °C. Una diferencia observada también anteriormente con la temperatura máxima como variable de exposición. La estructura de los retardos indica efectos dentro de los primeros tres días, con referencia al estrés térmico por calor. Los retardos más largos, 1-10 días, muestran efectos en exposiciones por frío. Existe una excepción en los hombres, en la que destacan riesgos por frío con un retardo de dos días. La ausencia de efectos en el mismo día, en el caso de estrés térmico por frío, corresponde a una observación hecha en enfermedades respiratorias (Hajat y Haines 2002). La heterogeneidad de los resultados también



**Figura 7.14:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en las mujeres y los hombres, y en función de la temperatura mínima y retardos, en Vigo. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral, (lag: retardo).



**Figura 7.15:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y retardos, en Vigo. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

## 7.1. Vigo

se repite, y la ausencia de ciertos retardos o, incluso, la ausencia de grupos se confirman también en las temperaturas mínimas con las enfermedades respiratorias. El número de modelos significativos es nuevamente inferior al de la variable de exposición anterior examinada.

**Tabla 7.7:** Relación entre la temperatura mínima y las enfermedades respiratorias en Vigo

Agrupación	Retardo	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	1-3	22,8	2,4	>16 [1,17]	1,40 (1,10;1,77) [20]	A.54
	1-5	22,7	2,8	20 [1,32]	1,32 (1,01;1,74) [20]	A.55
	1-10	22,8	4,9	≤9 [0,91]	1,14 (1,03;1,28) [1]	7.19
	1	22,9	3,4	>14 [1,11]	1,52 (1,21;1,91) [22]	A.56
	2	22,8	2,5	≥18 [1,18]	1,35 (1,07;1,69) [22]	A.57
Mujeres						
	1	14,7	10,3	≥11 [1,02]	1,52 (1,09;2,11) [22]	A.58
Hombres						
	1-3	13,4	2,4	≥19 [1,31]	1,39 (1,03;1,89) [20]	A.59
	1-10	13,5	4,9	≤9 [0,88]	1,18 (1,03;1,350) [1]	A.61
	1	13,4	3,4	≥18 [1,23]	1,44 (1,07;1,92) [22]	A.62
	2	13,4	2,4	≤2 [1,01]	1,10 (1,00;1,22) [-2]	A.63
>64 años						
	1-10	17,4	4,4	≤7 [0,90]	1,15 (1,01;1,31) [1]	A.64
	1	17,5	4,5	≥15 [1,17]	1,58 (1,14;2,17) [22]	7.17

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

El rango de temperatura a partir del cual existe significación en los riesgos se divide, por un lado, en aquellos con efectos por frío (7- 9 °C) y, por otro, en aquellos por calor (14- 20 °C). Esta división cambia la imagen obtenida en todas las causas, en las que únicamente los menores han mostrado un riesgo importante por calor. La magnitud de los efectos oscila entre el 10 % en los hombres y el 58 % en los mayores de 64 años. No obstante, se debe subrayar que los riesgos son sensiblemente inferiores con temperaturas bajas (10 % a 18 %) que con las altas (32 % a 58 %). Los riesgos más destacados se observan en los mayores (Fig. 7.17). Es un resultado diferente al obtenido en todas las causas, donde los menores presentaban el riesgo

más elevado. En una comparación, representada en la Figura 7.16, es posible ver los distintos comportamientos con una temperatura mínima elevada (retardo 1). En definitiva, los mayores de 64 años presentan los riesgos más altos, seguidos por los totales y las mujeres. Con una temperatura mínima de 20 °C (retardo 1) aumenta el riesgo de ingreso un 45 % y 40 %, respectivamente. En los hombres se registra el riesgo más bajo, con un 33 %. Las diferencias detectadas entre los dos tipos de retardos, mayores riesgos con retardos medios, no se observan en los totales (40 % con retardo 1-3 días) ni en los hombres (39 % con retardo 1-3 días). Las temperaturas mínimas de 20 °C representan un claro reflejo de olas de calor, especialmente en el caso de Galicia, donde este umbral es poco habitual y está asociado a episodios especialmente calurosos en buena parte de la Península Ibérica (Royé y Martí 2015, Royé 2015).

Respecto a los riesgos provocados por valores bajos de las mínimas, se observa un aumento del 18 % en los hombres con una temperatura mínima media de 1 °C durante 10 días (Fig. 7.18). Con la misma temperatura, el grupo de totales se caracteriza por tener un aumento del 14 %, y los mayores de 64 años un aumento del 15 % (Fig. 7.19). En los datos analizados en Vigo, únicamente el 5 % del semestre frío registra una temperatura mínima inferior o igual a 1,2 °C. Una temperatura mínima media tan baja durante un periodo de 10 días correspondería a una ola de frío. Aunque las olas de frío no han sido incorporadas explícitamente, parece que sus efectos son visibles en los retardos medios de 1-10 días, los que se podrían considerar indicadores de estos eventos extremos. No obstante, el uso del promedio también permitiría incluir episodios de frío con interrupciones de unos pocos días con temperaturas mínimas más elevadas. Por tanto, en los retardos medios existe un factor desconocido que corresponde a la variabilidad en el periodo analizado. Los conceptos de olas de frío y de calor destacan por su indefinición y por no tener una base meteorológica, por lo que existen múltiples formas de incluir estos fenómenos extremos en los análisis epidemiológicos (D'Ippoliti et al. 2010, Castro et al. 2011, Barnett et al. 2012, Montero et al. 2012, Radinović y Čurić 2012, Rocklöv et al. 2014). En este contexto tampoco se debe perder de vista que la estación meteorológica del área de estudio de Vigo está ubicada en el aeropuerto, a 261 m de altitud.

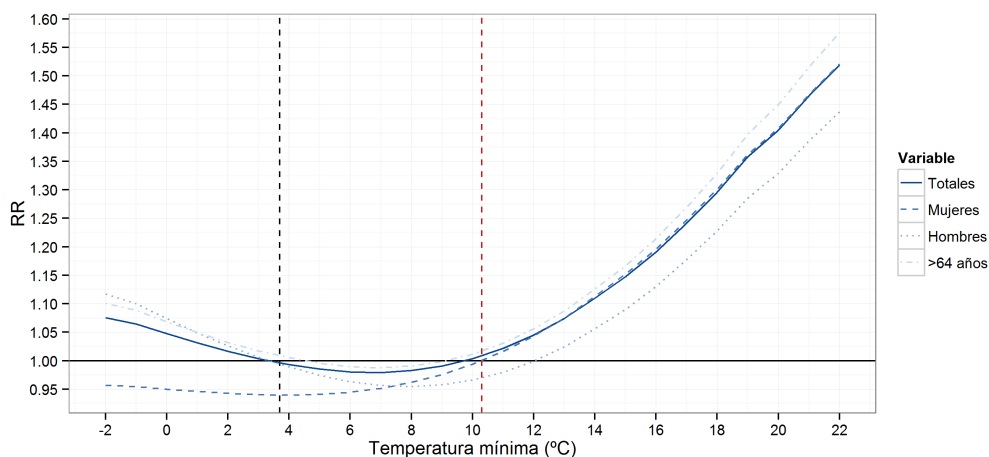
En definitiva, los efectos del ambiente térmico en Vigo en las enfermedades

## 7.1. Vigo

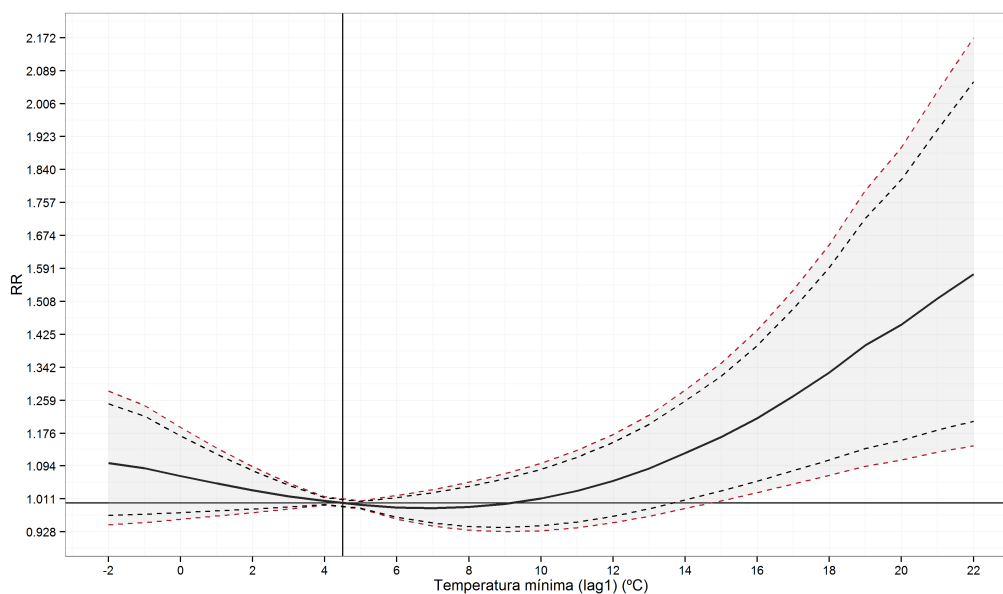
respiratorias quedarían sintetizados en la Tabla 7.8, incluyendo únicamente los casos más llamativos.

**Tabla 7.8:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias de Vigo

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	76 (42-118)	34	1-3
	Mujeres	66 (20-129)	34	1-3
	Hombres	80 (34-141)	33	1-5
	<5 años	90 (13-221)	35	3
	>64 años	64 (21-121)	34	1-3
<b>Mínimas</b>				
	Totales	52 (21-91)	22	1
	Mujeres	52 (9-111)	22	1
	Hombres	44 (7-92)	22	1
	<5 años	-	-	-
	>64 años	58 (14-117)	22	1

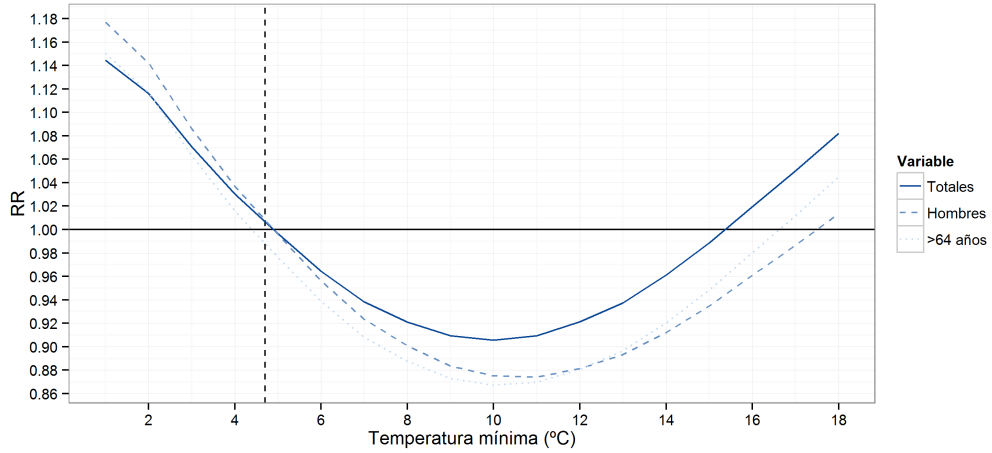


**Figura 7.16:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, las mujeres, los hombres y los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y un retardo de 1 día, en Vigo. Línea roja discontinua vertical: punto termoneutral de las mujeres; línea negra discontinua vertical: promedio del punto termoneutral de los otros grupos.

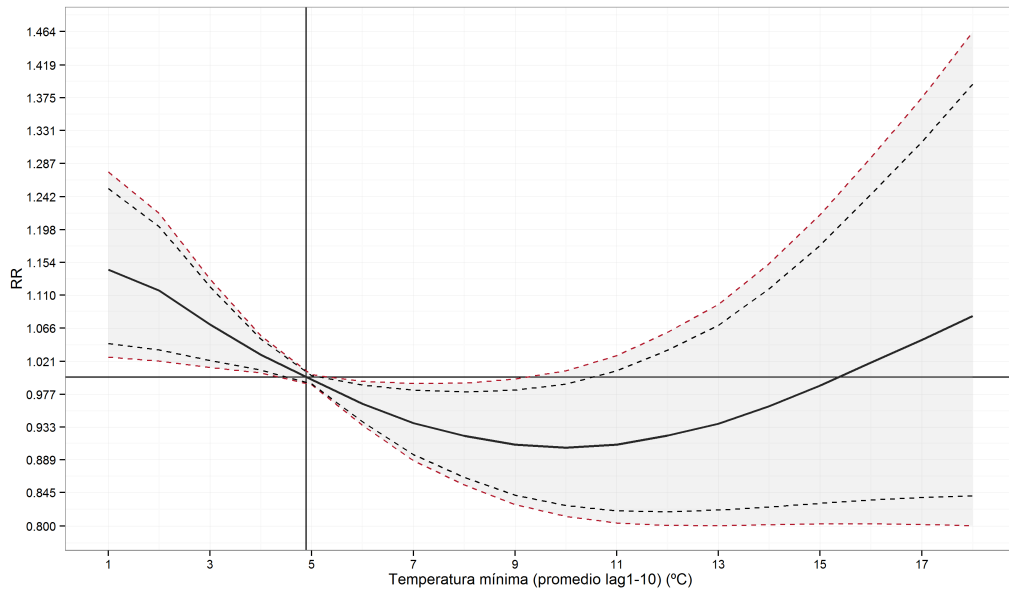


**Figura 7.17:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

## 7.1. Vigo



**Figura 7.18:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, los hombres y los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y un retardo de 1-10 días, en Vigo. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.



**Figura 7.19:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

### 7.1.3. Enfermedades cardiovasculares

#### 7.1.3.1. Temperatura máxima

Con respecto a las enfermedades cardiovasculares, los resultados muestran una ausencia de relación entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios urgentes (Tab. 7.9). La temperatura termoneutral se sitúa entre los 10,8 °C y 11,1 °C, un rango similar al de otras causas anteriores presentadas. La desviación explicada se encuentra entre el 16 % en los totales y el 6,9 % en los mayores de 64 años. La desviación en el último grupo es especialmente muy baja. La estructura de los retardos tampoco es coherente con los resultados obtenidos en el apartado anterior. En la Figura 7.20 se representa la única relación significativa para el grupo de los totales, con un retardo de 4 días. Se trata de un efecto beneficioso, pero contradictorio, ya que con una temperatura máxima de 30 °C se reduce el riesgo de hospitalización un 12 %, e incluso, con una temperatura de 35 °C la reducción es del 19 %.

Este comportamiento inverso se ha encontrado también en otros trabajos. Por ejemplo, los autores Wichmann et al. (2011) indican un descenso del 28 % por cada incremento de 8 °C en el promedio acumulativo de la temperatura máxima aparente, además de que no han encontrado ningún efecto en el subgrupo de los cerebrovasculares. Otros autores confirman esta tendencia en un estudio de 12 ciudades europeas; Michelozzi et al. (2009) han señalado, aunque sin significación estadística, que la relación tiende a ser negativa en los ingresos hospitalarios respecto a enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares.

En España, para la ciudad de Madrid, los autores Linares y Díaz (2008), tampoco han observado efectos en enfermedades del corazón. No obstante, también existen estudios que muestran efectos significativos. Por ejemplo, los autores Lin et al. (2009) han mostrado para la ciudad de Nueva York un aumento de riesgos del 3,6 % en las enfermedades cardiovasculares por cada incremento de 1 °C a partir de 29,4 °C de la temperatura media, con un retardo de 3 días. Por otra parte, Green et al. (2010) han señalado un riesgo de ingreso del 3,5 % para eventos cerebrovasculares isquémicos en los mayores de 65 años, por cada incremento de 5,6 °C en la temperatura media aparente.

Finalmente, en la ciudad de Vigo no se han detectado mayores riesgos de hospi-

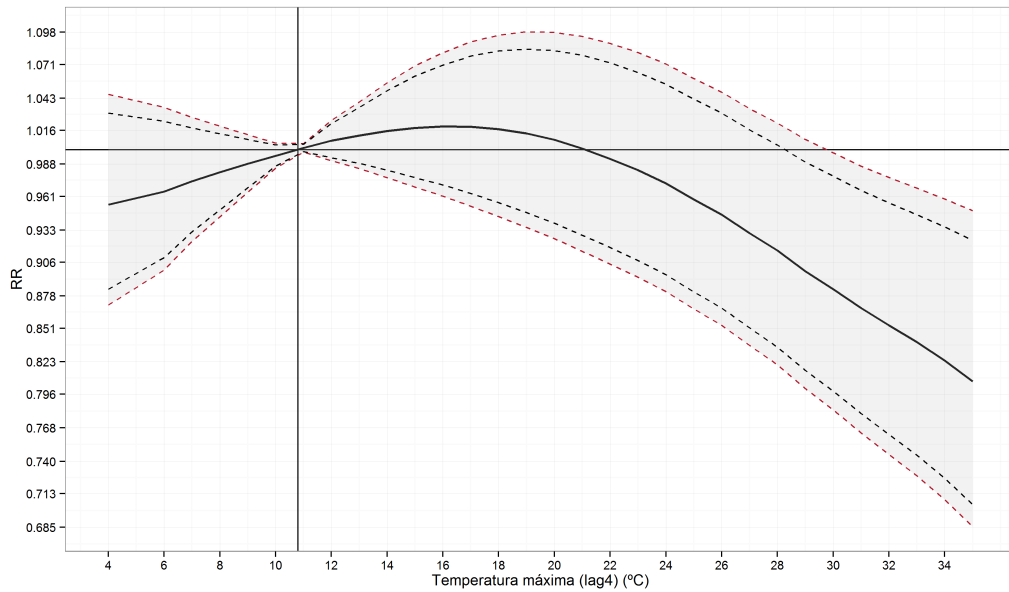
## 7.1. Vigo

**Tabla 7.9:** Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades cardiovasculares en Vigo

Agrupación	Retardo	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
<b>Totales</b>						
	1-10	15,9	11,1			A.65
	4	16	10,8	≥30 [0,88]	0,81 (0,69;0,95) [35]	7.20
<b>Hombres</b>						
	1-10	9,2	11,1			A.66
<b>&gt;64 años</b>						
	1-5	6,9	10,9			A.67
	1-10	7,2	11,1			A.68

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura



**Figura 7.20:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

talización. Sólo se ha detectado una tendencia negativa con las altas temperaturas, con una disminución del riesgo de hasta el 19 %. El comportamiento observado confirmaría la hipótesis de que en la mayoría de casos de ingreso por enfermedades cardiovasculares, éstas pudieran llevar directamente a la muerte antes de una posible hospitalización, especialmente con exposiciones a altas temperaturas (Kovats et al. 2004, Mastrangelo et al. 2006, Michelozzi et al. 2009). Este tipo de situaciones es fiel reflejo del carácter crónico de las enfermedades cardiovasculares y sus efectos agudos y repentinos (Chang et al. 2004). No obstante, hay que mencionar otro aspecto que también puede explicar el comportamiento. Ye et al. (2012) comentan que los distintos grupos de causas (cardiovasculares, respiratorias, cerebrovasculares) consisten evidentemente en múltiples subgrupos, pero éstos se caracterizan por reacciones diferentes ante el ambiente térmico. Un ejemplo se puede encontrar en el estudio realizado por Green et al. (2010), en el que un derrame cerebral, hemorragia e ictus isquémico han mostrado asociaciones opuestas. El problema para poder llegar a un mayor desglose en subgrupos por patologías en la morbi-mortalidad, consiste en la limitación dada por un necesario tamaño de muestra en los análisis estadísticos. Esta es la razón por la que en el presente trabajo no se ha dividido en más subgrupos.

#### 7.1.3.2. Temperatura mínima

Las mismas circunstancias que se acaban de exponer se observan en la exposición a las temperaturas mínimas (Tab. 7.10). En comparación con la temperatura máxima existen más efectos con significación, pero igualmente con un descenso de los valores de riesgo, una reducción de hasta el 30 %. Los efectos observados se limitan a los totales con un retardo medio de 1-10 días, así como a los mayores de 64 años con un retardo de 3 días y un retardo medio de 1-10 días.

La temperatura termoneutral se sitúa entre los 2,5 °C y 4,4 °C, un rango similar al de otras causas anteriores presentadas. La desviación explicada se encuentra entre el 15,8 % en los totales y el 12,7 % en los mayores de 64 años. El rango de temperatura a partir del cual se observa significación oscila entre 10 °C y 13 °C.

En la Figura 7.21 se representan los efectos para los mayores de 64 años, con un retardo de 3 días. Con una temperatura mínima de 20 °C se detecta una

## 7.1. Vigo

**Tabla 7.10:** Relación entre la temperatura mínima y las enfermedades cardiovasculares en Vigo

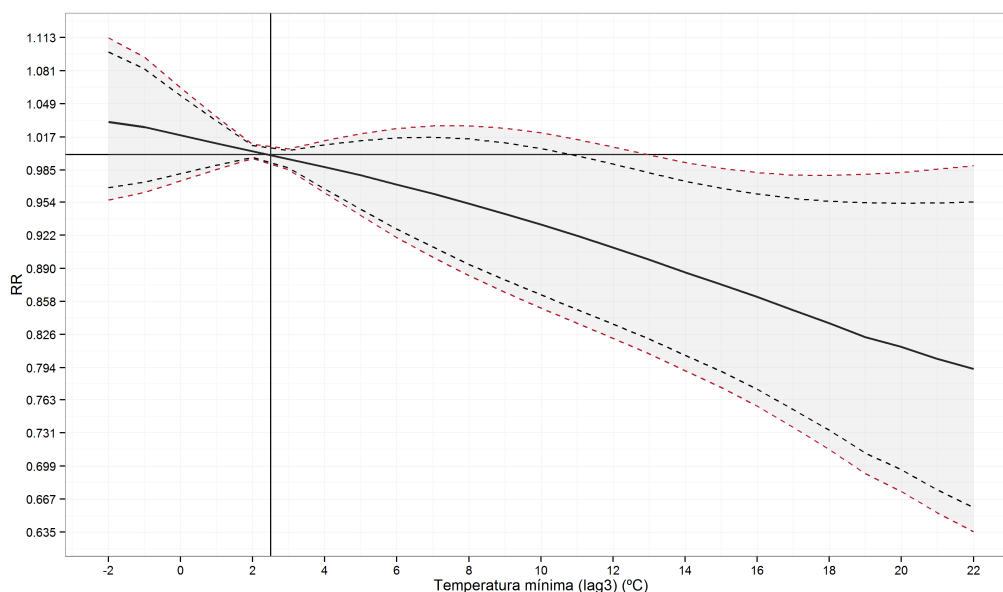
Agrupación	Retardo	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	1-10	15,8	4,4	≥13 [0,87]	0,76 (0,59;0,99) [18]	A.70
>64 años						
	<i>1-10</i>	12,8	4,4	≥10 [0,88]	0,70 (0,52;0,94) [18]	A.71
	3	12,7	2,5	≥13 [0,89]	0,79 (0,64;0,99) [22]	7.21

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

disminución del riesgo del 19 %. Finalmente, en la relación entre la temperatura mínima y las enfermedades cardiovasculares tampoco se han encontrado efectos significativos. La explicación de este hecho ya se ha comentado anteriormente.

Michelozzi et al. (2009) indican que, aunque haya otras posibles hipótesis, los efectos de las temperaturas mínimas en las hospitalizaciones por enfermedades cardiovasculares son poco claros e imprecisos, y necesitan una mayor profundización. Esta afirmación tiene importancia, ya que en Galicia tampoco se encontraron efectos significativos sobre la mortalidad en las enfermedades cardiocirculatorias ni en exposiciones por frío ni por calor (Taracido Trunk et al. 2009). Un resultado que no correspondería a la hipótesis expuesta anteriormente, mayores tasas de mortalidad que morbilidad en las enfermedades cardiovasculares.



**Figura 7.21:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag: retardo).

## 7.2 A Coruña

### 7.2.1. Todas las causas

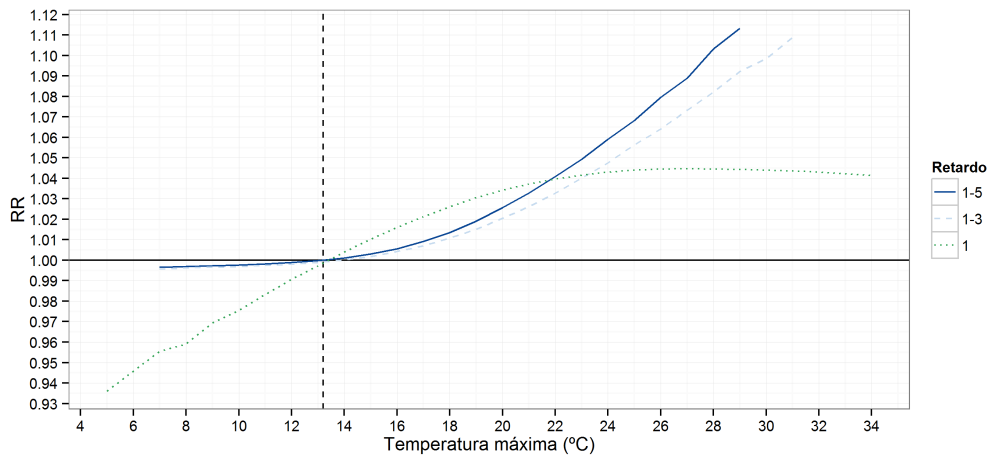
#### 7.2.1.1. Temperatura máxima

Los resultados en la ciudad de A Coruña muestran una realidad compleja. Existe una relación entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios urgentes, si bien no muestra en todas las asociaciones una forma esperada de “J” o “U”. Las formas de las relaciones en todas las causas con los totales de ingresos, representadas en la Figura 7.22, revelan este comportamiento. En términos generales, indican un incremento del riesgo por altas temperaturas a partir de la temperatura termoneutral que es exponencial. Entre todas las curvas destaca la que representa los efectos con un retardo de un día, donde se identifica un RR cuasi-constante, con un ligero descenso por altas temperaturas (Fig. 7.22).

Este mismo comportamiento se ha observado en las mujeres (Fig. A.75) y en los mayores de 64 años (Fig. 7.23), similar al encontrado en la ciudad de Vigo.

## 7.2. A Coruña

Este patrón de asociaciones también será visible en la ciudad de Ferrol, donde todas las relaciones indican un comportamiento similar. En estos casos existe habitualmente un amplio IC95 % en temperaturas superiores a 25 °C. Por lo tanto, la representación de los datos en esta franja termométrica sería insuficiente y no significativa. Es más, una explicación se podría ver en el carácter climático de A Coruña donde se registra sólo un 5 % de las temperaturas máximas con valores superiores a 26,6 °C. Algo que dejaría un importante margen de valores extremos y, por tanto, confirmaría la baja representación de datos en esta franja. Respecto a posibles efectos con bajas temperaturas de las máximas, sólo se ha encontrado una disminución de los riesgos de ingreso o ningún efecto.



**Figura 7.22:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, y en función de la temperatura máxima y retardos, en A Coruña. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

La Tabla 7.11 resume los resultados significativos obtenidos, permitiendo resaltar varias observaciones. Los puntos termoneutrales se sitúan entre 12,5 °C y 13,9 °C en todas las agrupaciones y retardos. A primera vista sorprende la temperatura termoneutral, más elevada que la observada en Vigo, pero la temperatura media en A Coruña es en invierno un grado superior. Además, si se tiene en cuenta que los datos de Vigo tienen su origen en una estación a 161 m de altitud, la diferencia es plausible. La desviación explicada es mayor que la de Vigo, oscilando entre 30,8 y 55,5 %.

La estructura de los retardos es muy heterogénea e indica efectos dentro de un

**Tabla 7.11:** Relación entre la temperatura máxima y todas las causas de hospitalización en A Coruña

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	1-5	55,5	13,2	>24 [1,06]	1,11 (1,01;1,23) [29]	A.72
	1-3	55,5	13,9	>24 [1,05]	1,11 (1,01;1,22) [31]	A.73
	1	55,5	13,4	≥8 [0,96] ≤25 [1,04]		A.74
Mujeres						
	1	44,1	13,4	≤24 [1,05]	0,91 (0,84;0,99) [5]	A.75
Hombres						
	1-5	38	13,2		1,15 (0,99;1,32) [29]	A.76
>64 años						
	1	44,4	13,4	≥11 [0,97] ≤27 [1,09]	1,09 (1,00;1,17) [27]	7.23

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

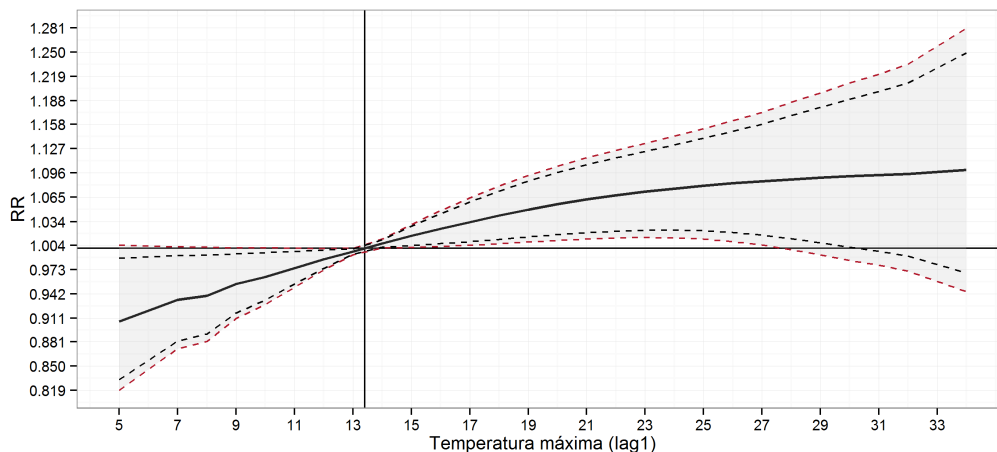
<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

margen de cinco días. La heterogeneidad de los retardos, y en términos generales la ausencia de asociaciones, es consecuencia final de la falta de significación con la variable de exposición y una insuficiencia en la representación de los datos. En el estudio de Baccini et al. (2008) tampoco encontraron ni una asociación clara y evidente ni efectos por calor sobre la mortalidad en la ciudad de Dublín. Es un resultado que probablemente se deba a la reducida variabilidad climática y de valores extremos.

El rango de temperatura a partir del cual existe significación en los RR oscila entre los 11 °C y los 27 °C (Tab. 7.11). Además, el RR máximo comprende aumentos del riesgo de hospitalización entre el 9 % y el 15 % entre todos los grupos. Con una temperatura máxima de 26 °C (retardo 1-5) se registra un aumento del 8 % en los totales. El riesgo de ingreso baja un 6 % con la misma temperatura y un retardo de 1-3 días. Esta diferencia de riesgos entre los dos retardos se observa en la Figura 7.22, donde el retardo 1-5 días se caracteriza por un mayor grado de crecimiento exponencial. En los mayores de 64 años se observan riesgos de ingreso del 8 % con una temperatura máxima de 26 °C un día después (Fig. 7.23).

## 7.2. A Coruña

Tampoco se puede confirmar la tendencia detectada en Vigo, con mayores efectos en retardos medios que en los absolutos.



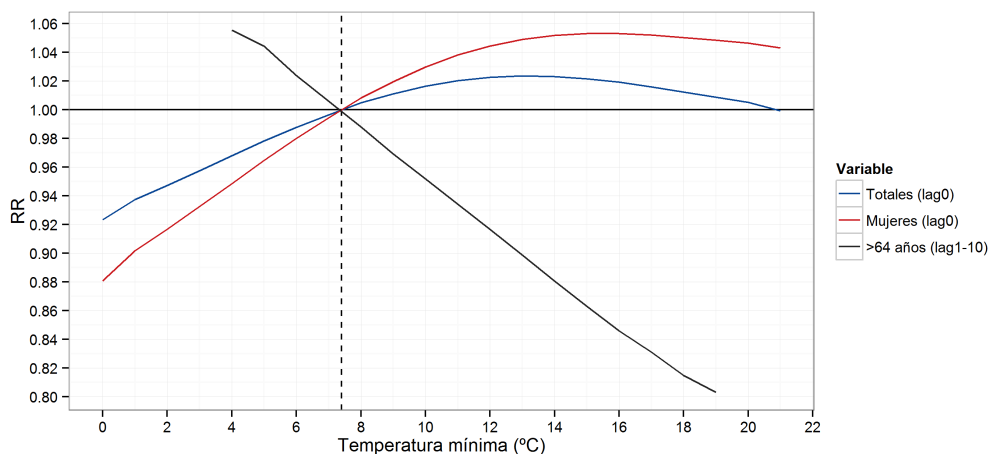
**Figura 7.23:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso por todas las causas en los mayores de 64 años, en A Coruña. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

### 7.2.1.2. Temperatura mínima

La relación entre la temperatura mínima y los ingresos hospitalarios es poco consistente y no muestra una forma conocida de tipo “J” o “U” (Fig. 7.24). Entre las tres curvas destacan la de las mujeres y la de los totales, donde se identifica un RR cuasi-constante, con un ligero descenso para altas temperaturas. En ambos casos se observa una reducción de riesgos de ingreso por bajas temperaturas.

El comportamiento opuesto se encuentra en los mayores de 64 años. Es visible una repercusión por bajas temperaturas de las mínimas, aunque ésta no es significativa. En consecuencia, no se han encontrado efectos por frío. La Tabla 7.12 resume los resultados obtenidos de esta relación entre la temperatura mínima y las hospitalizaciones en A Coruña. La relación entre el ambiente térmico y las hospitalizaciones totales en A Coruña no es del todo clara, por lo que quizás sería necesario analizar una serie más larga de datos.

En definitiva, los efectos del ambiente térmico en A Coruña en todas las causas quedarían sintetizados en la Tabla 7.13, incluyendo únicamente los casos más llamativos.



**Figura 7.24:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, las mujeres y los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y retardos, en A Coruña. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral, (lag = retardo).

**Tabla 7.12:** Relación entre la temperatura mínima y todas las causas de hospitalización en A Coruña

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales	0	55.5	7.4	≤12 [1,02]	0,92 (0,86;0,98) [0]	A.77
Mujeres	0	44.2	7.4	≤15 [1,05]	0,88 (0,81;0,96) [0]	A.78
>64 años	1-10	44.3	7.3	>8 [0,98]	0,80 (0,65;0,98) [19]	A.79

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

**Tabla 7.13:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de A Coruña

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	11 (1-22)	31	1-3
	Mujeres	5 (0-10)	23	1
	Hombres	15 (-1-32)	29	1-5
	<5 años	-	-	-
	>64 años	9 (0-17)	27	1
<b>Mínimas</b>				
	Totales	2 (0-5)	13	0
	Mujeres	5 (0-10)	15	0
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-

### **7.2.2. Enfermedades respiratorias**

A pesar de la estrecha relación observada en Vigo entre las patologías respiratorias y el ambiente térmico, en A Coruña no se han encontrado relaciones. Para todas las causas ya se ha comprobado que las relaciones son poco consistentes. Sin embargo, en un trabajo de Taracido Trunk et al. (2009) se observó un mayor riesgo de mortalidad por enfermedades respiratorias, del 27,6 %, con una temperatura media de 24 °C en los mayores de 70 años. En consecuencia se deben barajar algunas explicaciones de este comportamiento detectado. En primer lugar, se podría pensar en una insuficiente representación de datos de dicha patología, así como de su desglose por edades o género.

En segundo lugar, relacionado con lo primero, sería el tamaño de la muestra que depende de la población y se reduce sensiblemente en los subgrupos de las patologías analizadas. No obstante, A Coruña es la segunda ciudad en número de habitantes de Galicia. Por tanto, sería plausible pensar que no existiera una cantidad mínima de personas con relación al ambiente térmico necesaria para que la asociación sea detectable por el método estadístico usado. Lo que finalmente explicaría asociaciones en otras ciudades más pequeñas.

En tercer lugar, la posible influencia de un corto periodo de estudio, lo que influye especialmente en los valores extremos en el ambiente térmico, podría llevar a un reducido número de asociaciones.

En cuarto lugar, en este complejo ambiente se debería recordar la importancia del papel de otras variables de confusión, como la contaminación o el polen, que no ha sido posible incorporar en el presente trabajo.

### **7.2.3. Enfermedades cardiovasculares**

No se han encontrado asociaciones entre las enfermedades cardiovasculares y el ambiente térmico en A Coruña. La ausencia de efectos en este grupo de patologías ha sido discutida ampliamente en la ciudad de Vigo.

## 7.3 Ourense

### 7.3.1. Todas las causas

#### 7.3.1.1. Temperatura máxima

La relación entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios urgentes en Ourense se aproxima a una forma lineal. No obstante, se ha observado en los totales con un retardo de cuatro días una forma de tipo “J” (Fig. 7.25). Además en los hombres con un retardo de tres días, es visible un comportamiento que se parece a una variante suave de una función logarítmica. No obstante, en términos generales todas las relaciones indican un ascenso continuo del riesgo por altas temperaturas a partir de la temperatura termoneutral. Únicamente se han encontrado asociaciones en los grupos de los totales y de los hombres.

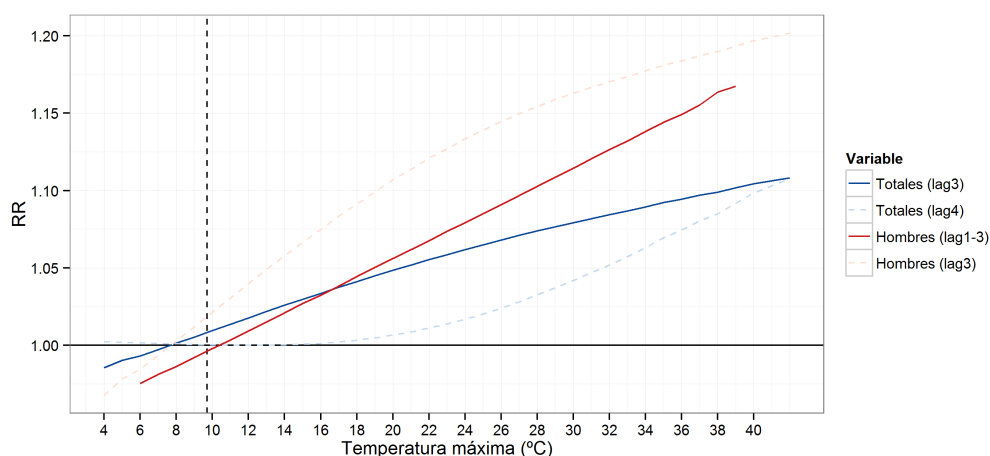
La Tabla 7.14 resume los resultados significativos de las relaciones entre la temperatura máxima y las hospitalizaciones. Los puntos termoneutrales se sitúan entre los 7,7 °C y los 13 °C en todas las agrupaciones y retardos, destacando especialmente el primero, por los bajos valores con un retardo de 3 días. Los efectos se limitan a los valores elevados de las temperaturas máximas, no habiéndose observado efectos por frío.

**Tabla 7.14:** Relación entre la temperatura máxima y todas las causas de hospitalización en Ourense

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	3	36,3	7,7	≥25 [1,06]	1,11 (1,01;1,21) [42]	7.27
	4	36,3	13	>31 [1,05]	1,11 (1,02;1,20) [42]	A.80
Hombre						
	1-3	27,5	10,4	≥27 [1,10]	1,17 (1,03;1,33) [39]	A.81
	3	27,6	7,7	4 [0,97] a 42 [1,20]	1,20(1,06;1,36) [42]	7.26

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura



**Figura 7.25:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales y los hombres, y en función de la temperatura máxima y retardos, en Ourense. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral, (lag = retardo).

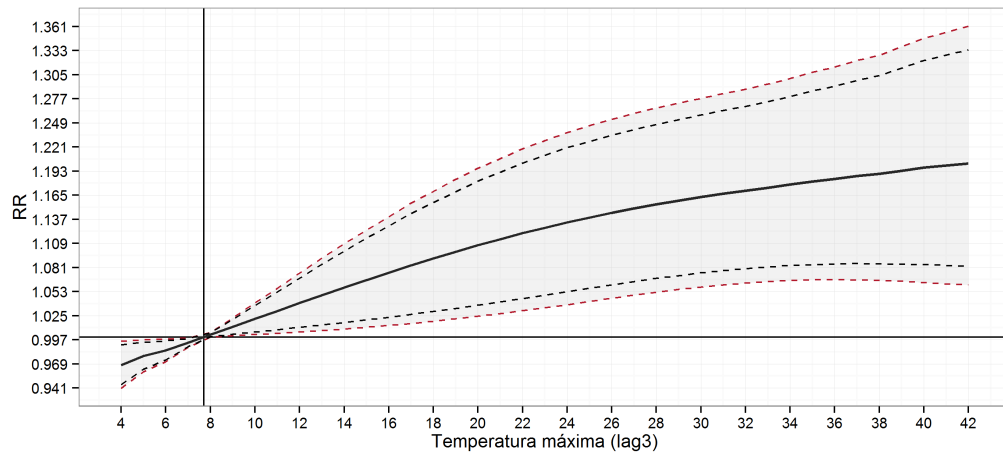
La estructura de los retardos muestra que no se producen efectos en las hospitalizaciones de forma directa, sino a partir del tercer y cuarto día. Únicamente en los hombres es posible observar un efecto en los dos primeros días, con un retardo medio de 1-3 días. La ausencia de efectos directos por exposiciones al calor parece contraria a lo que se esperaría en estos casos. Sin embargo, dado que se trata del conjunto de enfermedades, podrían ser clave las posibles reacciones diferenciadas según los subgrupos de patologías ante el ambiente térmico (Ye et al. 2012).

El rango de temperatura a partir del cual existe significación en los RR, oscila entre los 4 y los 31 °C (Tab. 7.14). El RR máximo comprende aumentos del riesgo de hospitalización desde el 11 % hasta el 20 % en todos los grupos. Los RR más elevados por temperaturas máximas se observan en los hombres (Fig. 7.26).

Una temperatura máxima de 30 °C (retardo 3) eleva el riesgo de un ingreso hospitalario en los hombres en un 16 %. En el caso de un retardo medio de 1-3 días con la misma temperatura se manifiesta un riesgo del 11 % (Fig. A.81). Con una temperatura más extrema, 38 °C, el aumento sería del 19 % y 16 %, respectivamente. En ambos casos la magnitud más importante se concentra en el tercer día después de dichas temperaturas.

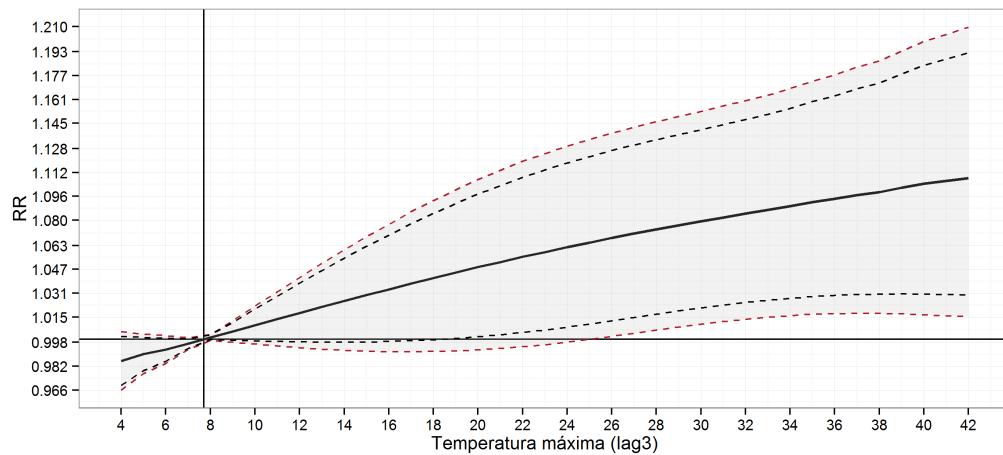
En comparación, el grupo de los totales muestra riesgos inferiores, lo que es consecuencia final de la inclusión de la suma de todos los subgrupos. En los to-

### 7.3. Ourense



**Figura 7.26:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, en Ourense. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

tales, con una temperatura de 30 °C y un retardo de tres días, se ha observado un riesgo del 8 %, y con 38 °C, del 10 % (Fig. 7.27). En este caso también se registra el mayor efecto tres días después. Los riesgos con una exposición a las mismas temperaturas y con un retardo de cuatro días bajan a 4 % y 8 %, respectivamente.



**Figura 7.27:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ourense. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

### 7.3.1.2. Temperatura mínima

Por exposición a las temperaturas mínimas, únicamente se ha observado una asociación en los mayores de 64 años, con una tendencia negativa por temperaturas mínimas más elevadas (Tab. 7.15, Fig. 7.28). En términos generales indican descensos continuos del riesgo con valores altos de las mínimas.

No se han observado efectos de estrés por frío o calor. Con una temperatura mínima de 20 °C disminuye el riesgo de hospitalización un 14 %. La ausencia general de asociación en Ourense con altos valores de la temperatura mínima podría deberse, aparte de cuestiones estadísticas anteriormente explicadas, a un reducido número de este tipo de situaciones térmicas (Royé y Martí 2015). Respecto a la falta de efectos con bajas temperaturas estaría en coherencia con otros resultados obtenidos.

**Tabla 7.15:** Relación entre la temperatura mínima y todas las causas de hospitalización en Ourense

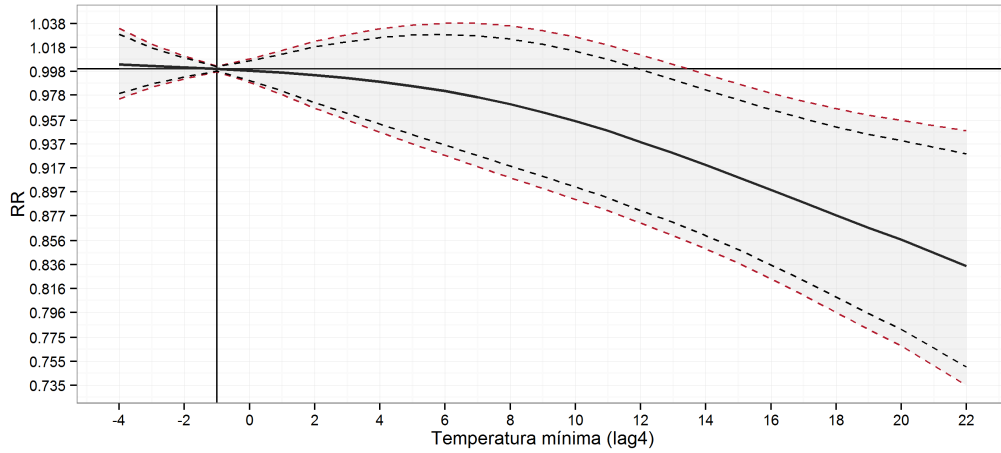
Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
>64 años	4	26	-1	>14 [0,91]	0,83 (0,74;0,95) [22]	7.28

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

En definitiva, los efectos del ambiente térmico en Ourense en todas las causas quedarían sintetizados en la Tabla 7.16, incluyendo únicamente los casos más llamativos.

### 7.3. Ourense



**Figura 7.28:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, en Ourense. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

**Tabla 7.16:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de Ourense

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	11 (1-21)	42	3
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	20 (6-36)	42	3
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-
<b>Mínimas</b>				
	Totales	-	-	-
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-

## 7.3.2. Enfermedades respiratorias

### 7.3.2.1. Temperatura máxima

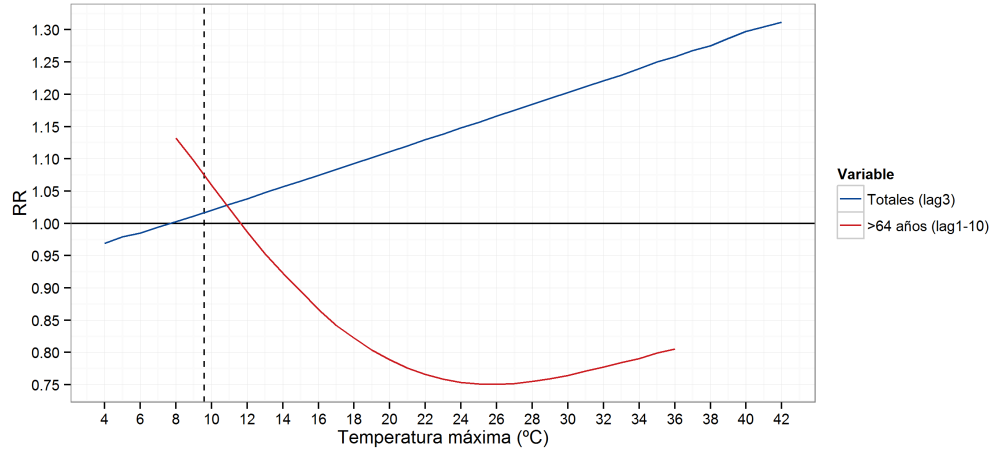
En la relación de las enfermedades respiratorias y el ambiente térmico, únicamente se han observado dos asociaciones entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios en los totales y en los mayores de 64 años. El comportamiento en los dos casos es inverso (Tab. 7.17, Fig. 7.29). Los totales muestran, con un retardo de tres días, una forma lineal. En cambio, las personas con edad avanzada se caracterizan por una forma de "U". En los primeros, los efectos se limitan a las altas temperaturas, significativos a partir de los 28 °C.

En los segundos, se observa un importante descenso del riesgo entre los 11,6 y los 36 °C. Este descenso del riesgo con altas temperaturas es evidente dado que se trata de un retardo medio de 1-10 días, y los efectos suelen aparecer con un carácter más inmediato. No obstante, con temperaturas máximas inferiores a los 11,6 °C se han encontrado riesgos por frío.

En los mayores de 64 años se ha observado un riesgo de hospitalización del 10 % con una temperatura máxima media de 9 °C durante 10 días. Un resultado que refleja la relación de las enfermedades respiratorias con bajas temperaturas. Es más, se puede suponer que en estas situaciones de bajas temperaturas máximas, la humedad relativa se sitúa también en valores inferiores a lo normal. Justamente, hay estudios que han mostrado la dependencia de la transmisión y sobrevivencia de los virus en un ambiente frío y seco (Lowen et al. 2007, Shaman y Kohn 2009, Tamerius et al. 2011).

Con una temperatura máxima de 30 °C los totales muestran un riesgo de ingreso del 20 %, un efecto superior al observado en todas las causas. Una característica que también se ha encontrado en la ciudad de Vigo. El riesgo se eleva al 27 % en un ambiente térmico más caluroso, de 38 °C.

### 7.3. Ourense



**Figura 7.29:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales y los mayores de 64 años, y en función de la temperatura máxima y retardos, en Ourense. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral, (lag = retardo)

**Tabla 7.17:** Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Ourense

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	3	17,7	7,7	≥28 [1,18]	1,31 (1,04;1,65) [42]	A.82
>64 años						
	1-10	14,3	11,6	≤26 [0,75]	0,75 (0,57;0,99) [26]	A.83

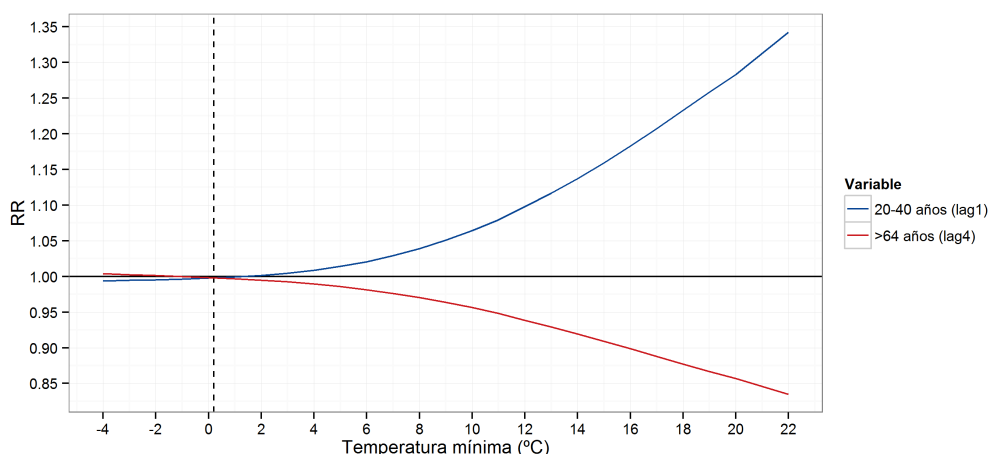
*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

### 7.3.2.2. Temperatura mínima

La exposición a las temperaturas mínimas y su relación con las enfermedades respiratorias muestra una mayor asociación que la observada anteriormente en Ourense. Las asociaciones se limitan a los grupos de los totales, los hombres y los mayores de 64 años. Además, se han encontrado efectos por bajas temperaturas de las mínimas con retardos de 1-10 días, y también efectos con altos valores de las mínimas con un retardo de un día.

Las formas de las relaciones muestran en su mayor parte una forma de “J” (Fig. 7.30), indicando ascensos muy pronunciados hacia los valores altos de las mínimas en los retardos de un día, y un comportamiento inverso, con descensos importantes en los retardos medios de 1-10 días. Los ascensos del riesgo con bajos valores de las mínimas son más suaves o incluso inexistentes.



**Figura 7.30:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, los hombres y los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y retardos, en Ourense. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral, (lag = retardo)

La Tabla 7.18 resume los resultados significativos obtenidos de la relación entre la temperatura mínima y los ingresos hospitalarios. Las temperaturas termoneutrales se sitúan entre los 1,4 °C y los 3 °C. El rango de temperatura a partir del cual existe significación en los riesgos se divide, por un lado, en aquellos con efectos por frío (-2 a 19 °C) y, por otro, en aquellos por calor (11-13 °C). La magnitud de los efectos oscila entre el 25 % y el 56 %, en ambos casos en los mayores de 64

### 7.3. Ourense

años. No obstante, se debe subrayar que los riesgos son sensiblemente inferiores con las bajas temperaturas (14 % a 20 %) que con las altas (25 % a 56 %).

**Tabla 7.18:** Relación entre la temperatura mínima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Ourense

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	<i>1-10</i>	17,8	3	2 [1,14] a 19 [0,66]	0,66 (0,46;0,95) [19]	A.84
	<i>1</i>	17,8	1,4	>11 [1,10]	1,36 (1,08;1,70) [22]	A.85
Hombres						
	<i>1-10</i>	12,6	3	-2 [1,17] a 19 [0,50]	0,50 (0,31;0,79) [19]	A.86
>64 años						
	<i>1-10</i>	14,5	3	-2 [1,20] a 19 [0,52]	0,52 (0,33;0,83) [19]	7.31
	<i>1</i>	14,5	1,4	>13 [1,15]	1,56 (1,17;2,07) [22]	7.32

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

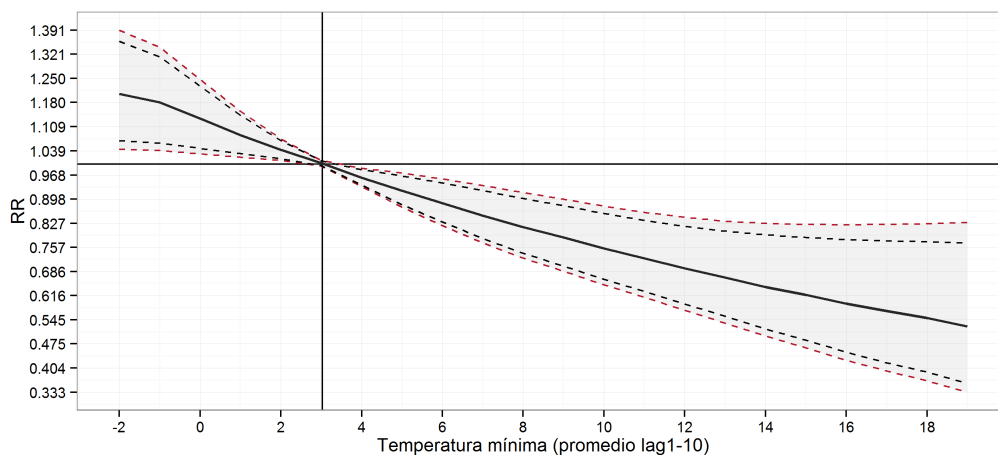
<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

Respecto a los efectos por calor, se ha observado un riesgo de ingreso del 44 % con una temperatura mínima de 20 °C un día después en las personas de edad avanzada (Fig. 7.32). Este efecto se reduce a 30 % en los totales con las mismas condiciones térmicas. Una diferencia evidente dada la condición del grupo de riesgo de los mayores de 64 años. La asociación de la salud con altas temperaturas mínimas ya se ha observado en otras áreas de estudio.

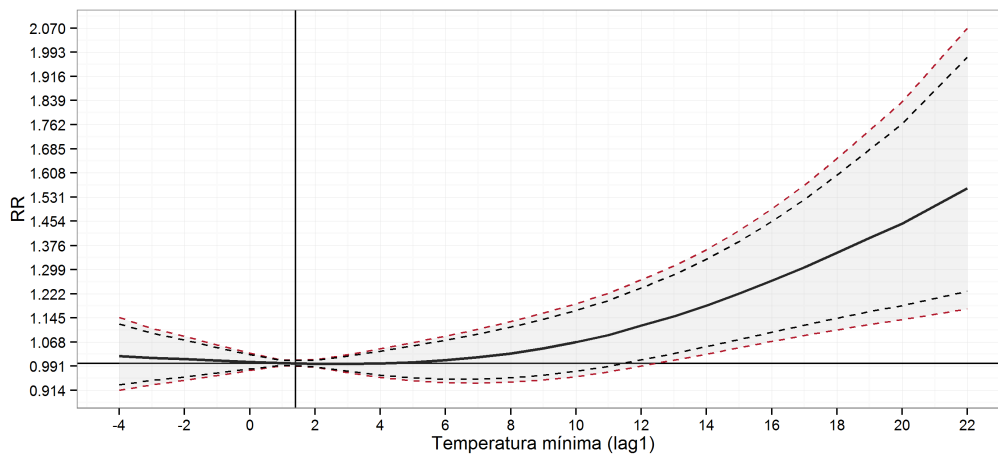
Los riesgos por valores bajos de las mínimas muestran aumentos del 13 % en los mayores de 64 años, con una temperatura mínima media de 0 °C durante un periodo de 10 días (Fig. 7.31). En cambio, los totales con la misma condición registran riesgos de ingreso del 9 %. Los hombres muestran mayores riesgos que los totales, con un aumento del 11 %.

No obstante, se han encontrado reducciones del riesgo de hospitalización del 20 % (totales) y 30 % (hombres y mayores de 64 años) con una temperatura mínima de 12 °C. Una temperatura que probablemente entraría en un rango de confort térmico.

En definitiva, los efectos del ambiente térmico en Ourense en las enfermedades respiratorias quedarían sintetizados en la Tabla 7.19, incluyendo únicamente los casos más llamativos.



**Figura 7.31:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, en Ourense. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



**Figura 7.32:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, en Ourense. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

### 7.3. Ourense

**Tabla 7.19:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias de Ourense

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	31 (4-65)	42	3
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	13 (1-27)	8	1-10
<b>Mínimas</b>				
	Totales	36 (8-70)	22	1
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	17 (0-36)	-2	1-10
	<5 años	-	-	-
	>64 años	56 (17-107)	22	1

### 7.3.3. Enfermedades cardiovasculares

No se han encontrado asociaciones de las enfermedades cardiovasculares con el ambiente térmico en la ciudad de Ourense. La ausencia de efecto en este grupo de patologías ha sido discutida ampliamente en la ciudad de Vigo.

## 7.4 Lugo

### 7.4.1. Todas las causas

#### 7.4.1.1. Temperatura máxima

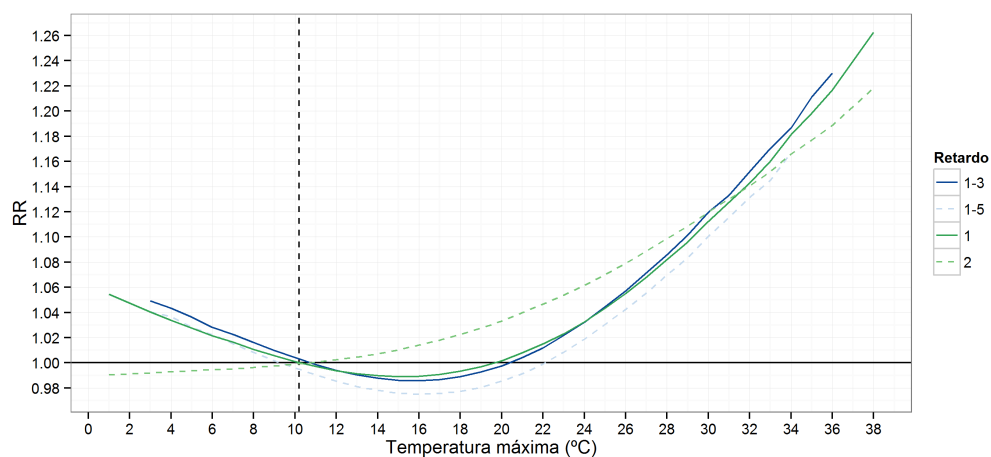
La relación no-lineal entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios urgentes es también evidente en Lugo y muestra una forma de “J” o “U”. Las formas de las asociaciones en todas las causas, ilustradas para los mayores de 64 años en la Figura 7.33, visualizan este comportamiento. Asimismo, se han observado las mismas relaciones en los menores de 5 años y en los totales.

En términos generales, indican un ascenso del riesgo por altas temperaturas a partir de la temperatura termoneutral, primero de forma suave y posteriormente de forma muy acentuada. No obstante, se observa una tendencia a aumento de riesgo por bajas temperaturas no significativo. El aumento del RR con temperaturas superiores al punto termoneutral es exponencial. En los totales, la asociación con 2 días de retardo destaca por una forma próxima a un comportamiento lineal (Fig. A.87).

La Tabla 7.20 resume los resultados significativos obtenidos de las asociaciones entre la temperatura máxima y las hospitalizaciones. Los puntos termoneutrales se sitúan entre los 6,7°C y los 11,2°C. Los menores de 5 años destacan por una temperatura termoneutral más baja que los otros grupos, lo que se podría considerar una mayor sensibilidad de este grupo ante el estrés por calor. Respecto a la desviación explicada resaltan los valores bajos de los menores de 5 años con un 9%, lo que podría ser reflejo del reducido tamaño de la muestra, y en consecuencia una limitada representación de los datos.

La estructura de los retardos muestra efectos más regulares en los mayores de 64 años que en otros grupos. Los efectos se concentran principalmente en los

## 7.4. Lugo



**Figura 7.33:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los mayores de 64 años y en función de la temperatura máxima y retardos, en Lugo. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

**Tabla 7.20:** Relación entre la temperatura máxima y todas las causas de hospitalización en Lugo

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales	2	37,4	11,2	≥14 [1,01]	1,10 (1,00;1,21) [38]	A.87
<5 años	1-10	8,8	9,2	>25 [1,37]	1,95 (1,21;3,14) [33]	A.88
	3	8,7	6,7	≥34 [1,29]	1,45 (1,06;1,99) [38]	7.34
>64 años	1-3	25,5	10,7	≥30 [1,12]	1,23 (1,05;1,45) [36]	A.89
	1-5	25,4	9,3			A.90
	1	25,5	10,3	≥29 [1,09]	1,26 (1,09;1,46) [38]	A.91
	2	25,4	10,8	≥25 [1,07]	1,22 (1,05;1,41) [38]	A.92

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

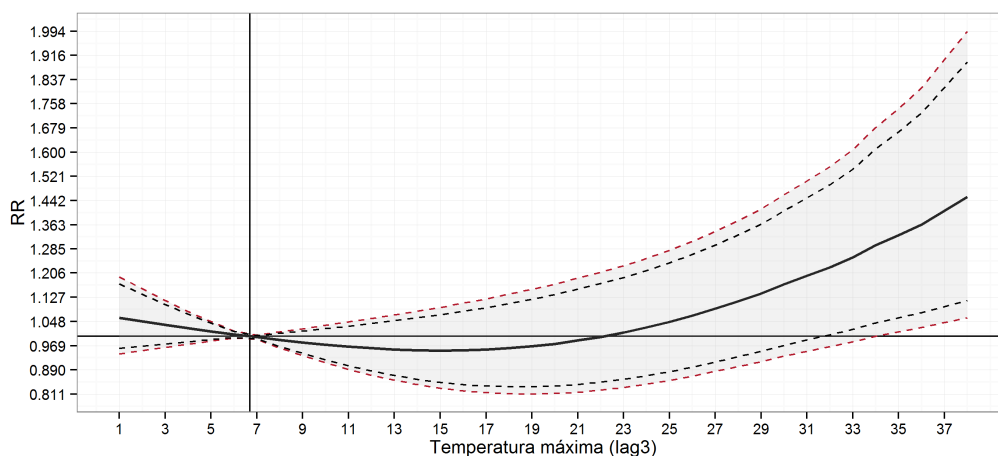
<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

primeros 3 días. En la Figura 7.33 se observan los RR más elevados con altas temperaturas y con un retardo medio de 1-3 días. Una observación que también se ha encontrado en otras ciudades, como por ejemplo Vigo.

Los valores de temperatura a partir de los cuales existe significación en los riesgos, oscilan entre los 14 °C y los 34 °C (Tab. 7.20). El riesgo máximo comprende aumentos de las hospitalizaciones entre el 10 % en los totales y el 95 % en los menores de 5 años. Por tanto, los efectos más importantes se cuantifican en el grupo de los menores y en menor grado en el de las personas con edad avanzada.

Con una temperatura máxima de 35 °C y con un retardo de 3 días, que corresponde a un ambiente térmico típico de una ola de calor, se registra un aumento del riesgo de hospitalización del 33 % en los menores (Fig. A.88). En cambio, en los mayores de 64 años se observa un riesgo inferior, del 18 %, con la misma temperatura dos días después. Hay que tener en cuenta que en Lugo únicamente el 5 % de las temperaturas máximas en verano superan los 30,5 °C.

Los riesgos detectados en estos grupos son sensiblemente mayores que de los totales, donde se ha encontrado un aumento del 9 % con un retardo de 2 días y una temperatura máxima de 35 °C. Una observación que corresponde con el hecho de que ambos grupos de edad pertenecen a grupos de riesgo bajo ambientes térmicos extremos.



**Figura 7.34:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los menores de 5 años, en Lugo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

## 7.4. Lugo

### 7.4.1.2. Temperatura mínima

Bajo la exposición a las temperaturas mínimas únicamente se ha observado una asociación en los hombres, con un comportamiento próximo a la linealidad (Tab. 7.21, Fig. 7.35). En términos generales, indican ascensos continuos hacia los altos valores térmicos. Los efectos se concentran en el estrés por calor y son inexistentes los impactos por frío. La temperatura termoneutral de  $-2,4^{\circ}\text{C}$  destaca en comparación con otras ciudades, aunque es coherente con el clima de Lugo.

**Tabla 7.21:** Relación entre la temperatura mínima y todas las causas de hospitalización en Lugo

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral ( $^{\circ}\text{C}$ )	Rango de temperatura <sup>1</sup> ( $^{\circ}\text{C}$ ) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [ $\text{Ta}^2$ $^{\circ}\text{C}$ ]	Figura
Hombres	<i>I</i>	23,6	-2,4	$\geq 8$ [1,07]	1,18 (1,06;1,32) [18]	7.35

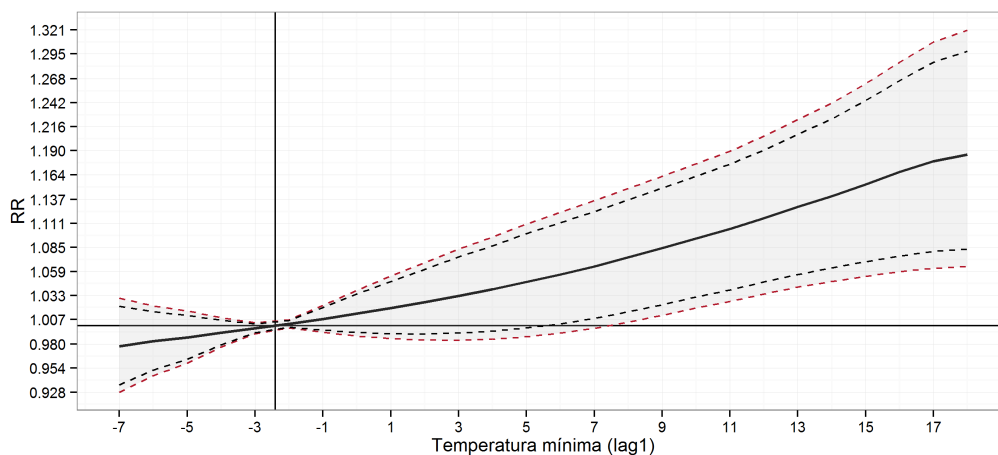
*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

Los hombres muestran incrementos de riesgo de hospitalización con un retardo de 1 día. El rango de temperatura significativo comprende temperaturas mínimas superiores a los  $18^{\circ}\text{C}$ . Por ejemplo, una mínima de  $10^{\circ}\text{C}$  supone un riesgo del 9 %, en cambio, el efecto más elevado se registra con una temperatura de  $18^{\circ}\text{C}$  y un correspondiente aumento del riesgo del 18 %.

El último dato sería interpretable en un contexto de altas temperaturas máximas, ya que sólo el 5 % de las mínimas superan los  $15,8^{\circ}\text{C}$  en verano, lo que finalmente correspondería a episodios de una ola de calor. Los autores Royé y Martí (2015) indican que Lugo es una de las ciudades con menos frecuencia de noches tropicales (temperatura mínima  $\geq 20^{\circ}\text{C}$ ).

Sin embargo, en este caso concreto puede aumentar el riesgo con temperaturas inferiores, lo que viene a recordar el tema de la aclimatación de la población local (Ballester et al. 2011), así como la posibilidad de una temperatura superior o igual a  $20^{\circ}\text{C}$  durante muchas horas de la noche sin registrar esta mínima (Royé y Martí 2015, Royé 2015).



**Figura 7.35:** Efectos de la temperatura mínima con retraso de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, en Lugo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

En definitiva, los efectos del ambiente térmico en Lugo en todas las causas quedarían sintetizados en la Tabla 7.22, incluyendo únicamente los casos más llamativos.

## 7.4. Lugo

**Tabla 7.22:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de Lugo

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	10 (0-21)	38	2
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	-	-	-
	<5 años	95 (21-214)	33	1-10
	>64 años	26 (9-46)	38	1
<b>Mínimas</b>				
	Totales	-	-	-
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	18 (6-32)	18	1
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-

### 7.4.2. Enfermedades respiratorias

#### 7.4.2.1. Temperatura máxima

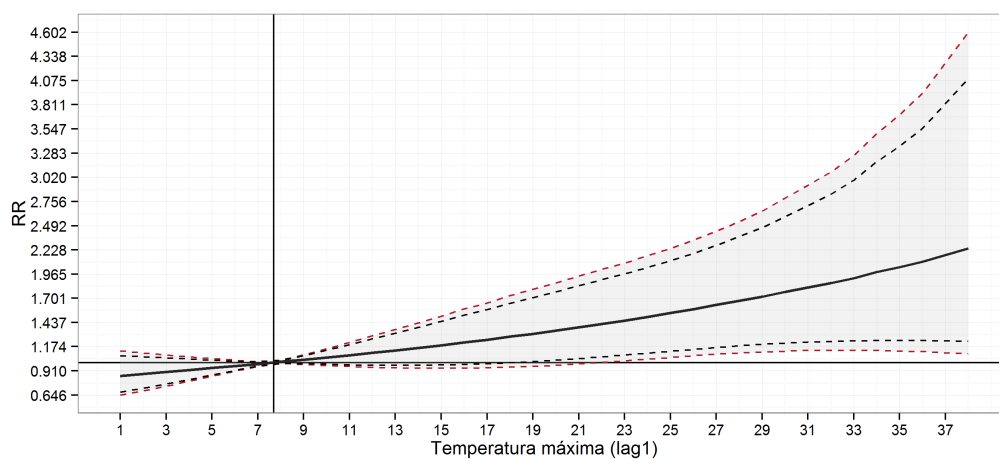
La posible asociación en las enfermedades respiratorias con el ambiente térmico, únicamente se ha observado entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios en los menores de 5 años. El comportamiento se aproxima a una forma lineal (Tab. 7.23, Fig. 7.36). En términos generales, indican ascensos continuos del riesgo hacia altos valores de la temperatura. Los efectos se concentran en el estrés por calor y son inexistentes en impactos por frío. Algo que se ve reflejado en el riesgo de ingreso máximo, que llega a ser del 125 % con una temperatura máxima de 38 °C un día después. Así, los menores muestran mayores riesgos de ingreso hospitalario con un retardo de 1 día, y con una temperatura superior a los 22 °C. Por ejemplo, una máxima de 25 °C supone un riesgo del 54 % para este grupo. Un aumento muy importante a temperaturas relativamente bajas y sensiblemente mayor que en todas las causas.

**Tabla 7.23:** Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Lugo

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
<5 años	1	17	7,7	≥22 [1,42]	2,25 (1,10;4,6) [38]	7.36

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura



**Figura 7.36:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los menores de 5 años, en Lugo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

## 7.4. Lugo

### 7.4.2.2. Temperatura mínima

Con las temperaturas mínimas únicamente se han observado asociaciones no-lineales en los totales y con una forma suave de “J” (Tab. 7.24, Fig. 7.37). En términos generales, indican ascensos con un bajo grado de crecimiento exponencial hacia valores altos. Los efectos se concentran en el estrés por calor y son inexistentes en impactos por frío.

Los totales muestran incrementos de riesgo de hospitalización con en el mismo día. Una mínima de 15 °C supone un aumento de riesgo del 20 %; el mayor efecto se registra con una temperatura de 18 °C, lo que aumenta el riesgo un 27 %. Un comportamiento similar al observado en los hombres en todas las causas.

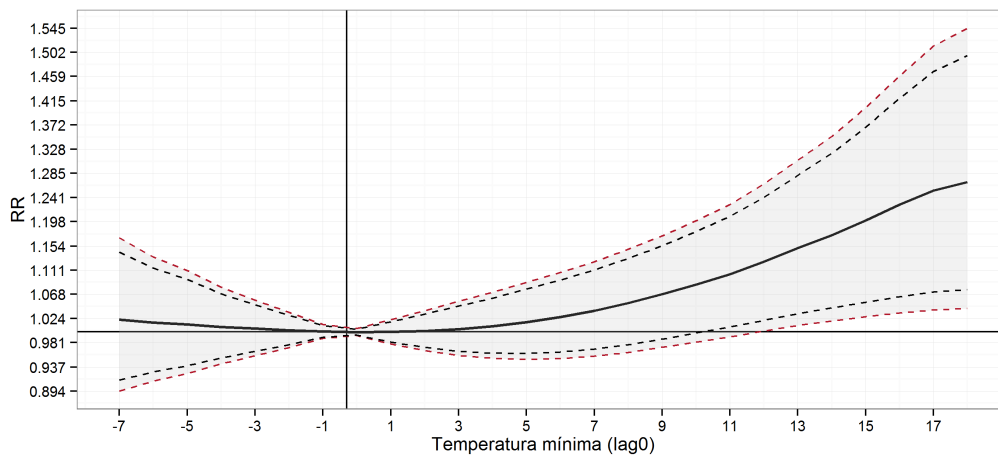
**Tabla 7.24:** Relación entre la temperatura mínima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Lugo

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales	1-3	14,9	-3			A.93
	0	15	-0,3	>12 [1,12]	1,27 (1,04;1,54) [18]	7.37

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

En definitiva, los efectos del ambiente térmico en Lugo en las enfermedades respiratorias quedarían sintetizados en la Tabla 7.25, incluyendo únicamente los casos más llamativos.



**Figura 7.37:** Efectos de la temperatura mínima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, en Lugo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

**Tabla 7.25:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias de Lugo

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	-	-	-
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	-	-	-
	<5 años	125 (10-360)	38	1
	>64 años	-	-	-
<b>Mínimas</b>				
	Totales	27 (4-54)	18	0
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-

### 7.4.3. Enfermedades cardiovasculares

Los resultados en las enfermedades cardiovasculares son similares a los que se ha observado en la ciudad de Vigo. En general, no se ha encontrado una relación clara entre el ambiente térmico y las hospitalizaciones (Tab. 7.26). Se trata de efectos beneficiosos, pero contradictorios, ya que con una temperatura máxima de 38 °C se reduce el riesgo de hospitalización hasta un 28 %. Justamente este comportamiento inverso también se ha podido ver en Vigo, donde ha sido discutido ampliamente.

**Tabla 7.26:** Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades cardiovasculares de hospitalización en Lugo

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	4	10.9	6,7	≥31 [0,82]	0,73 (0,56;0,93) [38]	A.94
	5	10.9	7,7	≥27 [0,85]	0,72 (0,56;0,92) [38]	A.95
Hombres						
	4	7.7	7,7			A.96
>64 años						
	4	9.11	6,7	≥34 [0,79]	0,72 (0,54;0,96) [38]	A.97

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

## 7.5

## Santiago

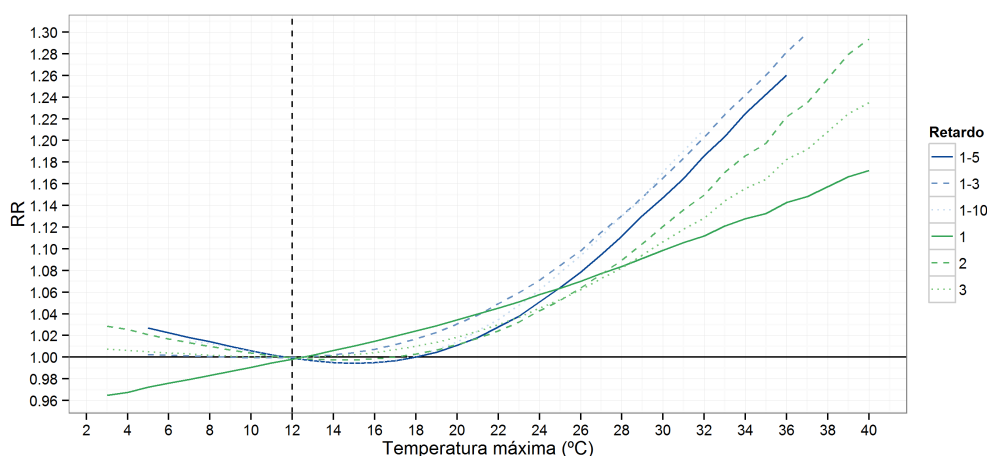
### 7.5.1. Todas las causas

#### 7.5.1.1. Temperatura máxima

La relación entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios urgentes es evidente y muestra una forma de “J” o “U”. Las formas de las relaciones en todas las causas, ilustradas para los totales en la Figura 7.38, muestran este comportamiento. En términos generales indican un ascenso del riesgo por altas

temperaturas a partir de la temperatura termoneutral, primero de forma suave y posteriormente de forma muy acentuada. El ascenso del riesgo relativo con temperaturas superiores al punto termoneutral es exponencial.

Entre todas las curvas destaca la forma de los efectos con un retardo de un día en los totales, donde se identifica un riesgo relativo que se aproxima a una tendencia lineal (Fig. 7.38). Se han encontrado efectos por frío poco consistentes y prácticamente inexistentes. Además, sólo los totales y las mujeres muestran una asociación por exposición a las temperaturas máximas.



**Figura 7.38:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, y en función de la temperatura máxima y retardos, en Santiago. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

La Tabla 7.27 resume los resultados significativos obtenidos de las asociaciones entre la temperatura máxima y las hospitalizaciones, permitiendo resaltar varias observaciones importantes. Los puntos termoneutrales se sitúan entre los 11,7 °C y 12,8 °C en todas las agrupaciones y retardos. La desviación explicada varía entre el 19 % en las mujeres y el 31 % en los totales, lo que la sitúa en un valor inferior al de otras áreas de estudio, como en el caso de Vigo.

La estructura de los retardos indica efectos regulares que se concentran principalmente en los primeros tres días de forma sucesiva. En cambio no se observan efectos en el mismo día en ningún grupo respecto a los retardos absolutos. Los resultados se corresponden a lo esperado en un ambiente de estrés térmico por calor. Los valores de temperatura a partir de los cuales existe significación en

## 7.5. Santiago

**Tabla 7.27:** Relación entre la temperatura máxima y todas las causas de hospitalización en Santiago

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	<i>1-5</i>	31,2	11,7	≥26 [1,08]	1,26 (1,10;1,43) [36]	A.98
	<i>1-3</i>	31,3	12,3	≥23 [1,06]	1,30 (1,15;1,46) [37]	A.99
	<i>1-10</i>	31	11,5	≥28 [1,13]	1,21 (1,04;1,40) [32]	A.100
	<i>1</i>	31	12,5	≥22 [1,04]	1,17 (1,04;1,32) [40]	A.101
	<i>2</i>	31,3	11,7	>25 [1,05]	1,29 (1,15;1,46) [40]	A.102
	<i>3</i>	31,1	12,8	≥25 [1,05]	1,23 (1,09;1,39) [40]	A.103
Mujeres						
	<i>1-3</i>	19	12,3	≥22 [1,07]	1,36 (1,16;1,59) [37]	A.104
	<i>1-5</i>	18,9	11,7	≥26 [1,10]	1,32 (1,11;1,56) [36]	A.105
	<i>3</i>	19	12,8	≥23 [1,06]	1,33 (1,14;1,56) [40]	A.106
	<i>2</i>	19	11,7	≥24 [1,07]	1,34 (1,15;1,57) [40]	A.107

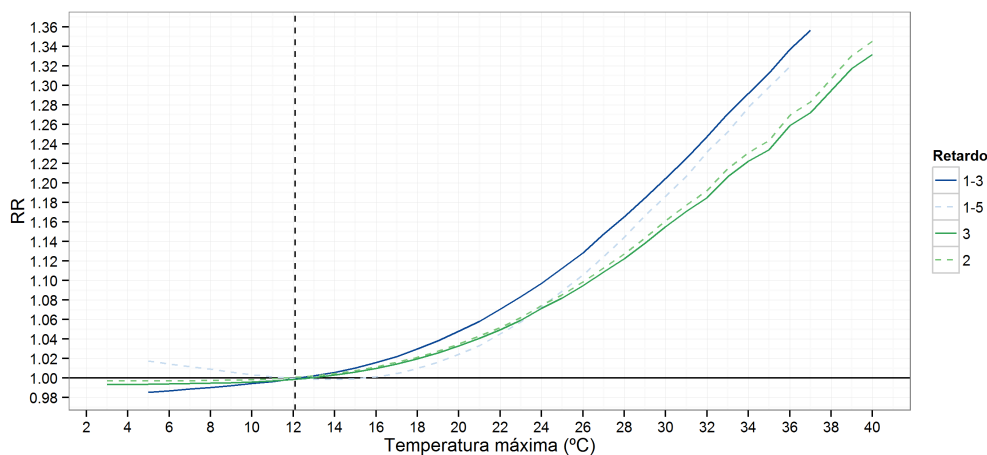
*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

los riesgos, oscilan entre los 22 °C y los 28 °C (Tab. 7.27). El riesgo máximo comprende aumentos de las hospitalizaciones entre el 17 % y el 36 %.

Por ejemplo, en los totales se han observado aumento de riesgos de hospitalización del 16 % con una temperatura máxima de 30 °C (retardo 1-3). Con retardos medios de 1-5 y 1-10 días el aumento es del 15 % y 17 %, respectivamente. El efecto más importante se registra con un retardo medio de 1-3 días, con un riesgo máximo del 30 % (37 °C). En cambio, los riesgos de ingreso con los retardos absolutos (1, 2 y 3 días) se sitúan sensiblemente por debajo, registrando aumentos del 10 %, 12 % y 10 %, respectivamente. El mayor efecto en los retardos absolutos corresponde a un retardo de dos días.

En las mujeres se han observado los niveles de riesgo más elevados (Fig. 7.39). Con una temperatura máxima de 30 °C (retardo 1-3) se ha registrado un aumento del 20 %. Además, con un ambiente térmico muy caluroso ( 37 °C) el riesgo se eleva al 36 % con el mismo retardo medio. En las mujeres los efectos con los retardos absolutos también son menores. El riesgo de hospitalización se sitúa en el 16 % con una temperatura máxima de 30 °C y un retardo de dos días.



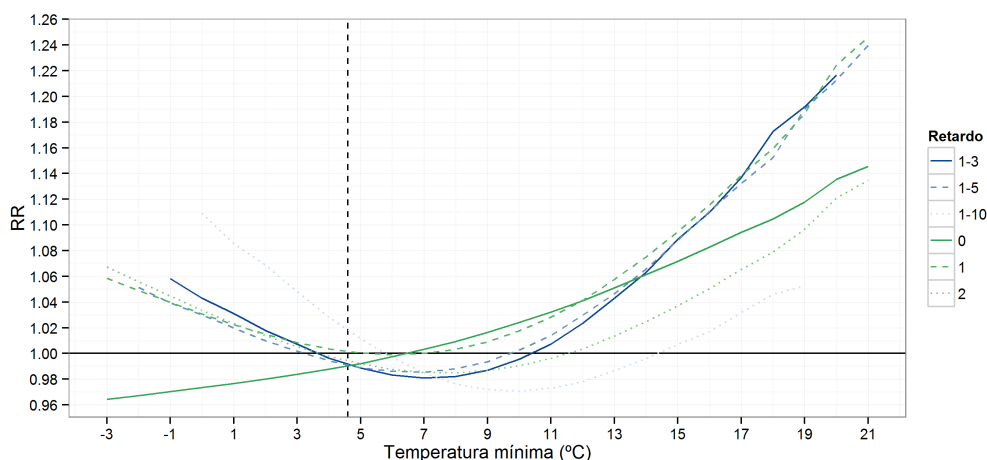
**Figura 7.39:** Riesgo de ingreso por todas las causas en las mujeres, y en función de la temperatura máxima y retardos, en Santiago. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

### 7.5.1.2. Temperatura mínima

La relación entre la temperatura mínima y los ingresos hospitalarios se confirma y muestra mayoritariamente una forma "U". Además de los totales y las mujeres, se ha encontrado una asociación clara en los mayores de 64 años. Las formas de las relaciones, ilustradas para los totales en la Figura 7.40, visualizan este comportamiento. En términos generales, indican ascensos muy pronunciados hacia altos valores y más suaves hacia bajos valores de la temperatura mínima. Los efectos se concentran en el estrés por calor y son menos visibles, e incluso inexistentes, en impactos por frío.

La Tabla 7.28 resume los resultados significativos de la relación entre la temperatura mínima y los ingresos hospitalarios. Las temperaturas termoneutrales se sitúan entre 3,2 °C y 6,5 °C un rango termométrico amplio en comparación con los resultados de otras áreas de estudio. La estructura de los retardos indica efectos dentro de los primeros 5 días, con referencia al estrés térmico por calor. Los retardos más largos, 1-10 días, muestran impactos por exposiciones al frío. La diferencia de retardo en impactos por frío, con efectos más largos, se presenta de forma clara y evidente. El rango de temperatura a partir del cual existe significación en los riesgos se divide, por un lado, en aquellos con efectos por frío (5-10 °C) y, por otro, en aquellos por calor (12-20 °C). El riesgo máximo entre todos los

## 7.5. Santiago



**Figura 7.40:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, y en función de la temperatura mínima y retardos, en Santiago. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

grupos y retardos oscila entre el 11 % y el 25 %. En los totales se registra un riesgo de hospitalización del 22 % y 21 % para los retardos medios 1-5 y 1-3 días con una temperatura mínima de 20 °C, respectivamente. En cambio, desciende el riesgo registrado un 13 % en el mismo día. No obstante, se ha observado el mayor riesgo en los retardos absolutos el primer día, con un aumento del 22 %, un valor similar a los retardos medios. En el segundo día se reduce el riesgo de hospitalización considerablemente a un 12 %. Las mujeres muestran el riesgo más elevado, del 26 % con un retardo medio de 1-5 días en las mismas condiciones térmicas (Fig. 7.41). En los otros casos el riesgo se reduce al 21 %. Los mayores de 64 años no muestran efectos por calor. Respecto a los efectos por frío, se han observado aumentos de riesgos de ingreso hospitalario del 5 % en los totales con una temperatura mínima media de 2 °C durante un período de 10 días. En cambio, en los mayores de 64 años, un claro grupo de riesgo, se manifiesta un aumento del 10 % con las mismas condiciones térmicas (Fig. 7.42). No obstante, el riesgo de ingreso en este grupo baja a al 5 % con una temperatura mínima media de 2 °C durante 5 días. En las mujeres no se han encontrado efectos por frío.

En definitiva, los efectos del ambiente térmico en Santiago en todas las causas quedarían sintetizados en la Tabla 7.29, incluyendo únicamente los casos más llamativos.

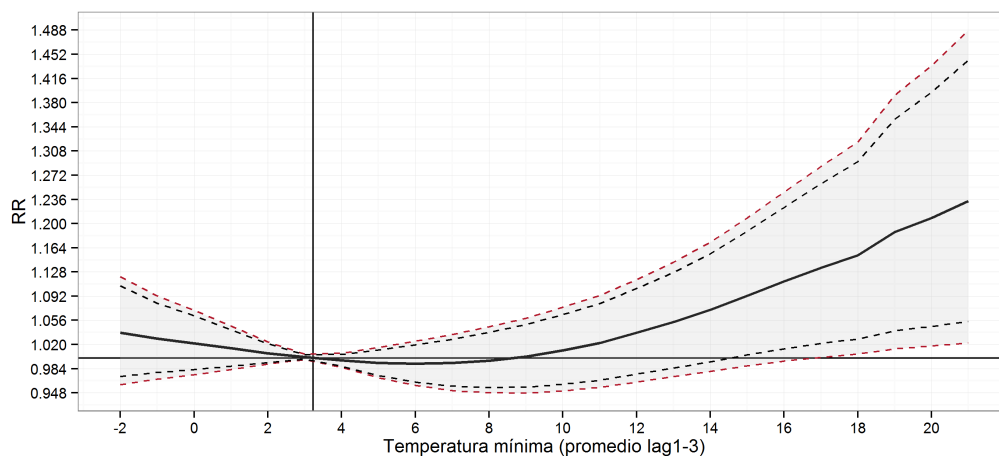
## Capítulo 7. Aplicación del modelo aditivo generalizado a las ciudades gallegas

**Tabla 7.28:** Relación entre la temperatura mínima y todas las causas de hospitalización en Santiago

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	1-5	31,1	3,6	≥16 [1,11]	1,22 (1,04;1,41) [20]	A.108
	1-3	31,1	3,2	≥15 [1,09]	1,24 (1,07;1,43) [21]	A.109
	1-10	30,9	5,7	≤5 [1,01]	1,11 (1,02;1,20) [0]	A.110
	0	31	6,5	≥9 [1,02]	1,14 (1,01;1,29) [21]	A.111
	1	31,2	5,1	≥12 [1,04]	1,25 (1,10;1,40) [21]	A.112
	2	31	3,7	≥20 [1,12]	1,13 (1,00;1,28) [21]	A.113
Mujeres						
	1-3	18,7	3,2	≥17 [1,13]	1,23 (1,02;1,49) [21]	7.41
	1-5	18,7	3,6	≥16 [1,14]	1,26 (1,03;1,53) [20]	A.114
	1	18,7	5,1	≥14 [1,07]	1,23 (1,05;1,44) [21]	A.115
>64 años						
	1-5	19,2	4,2	<9 [0,94]	1,14 (1,03;1,27) [-1]	A.116
	1-10	19,4	5,4	<10 [0,92]	1,24 (1,09;1,42) [0]	7.42

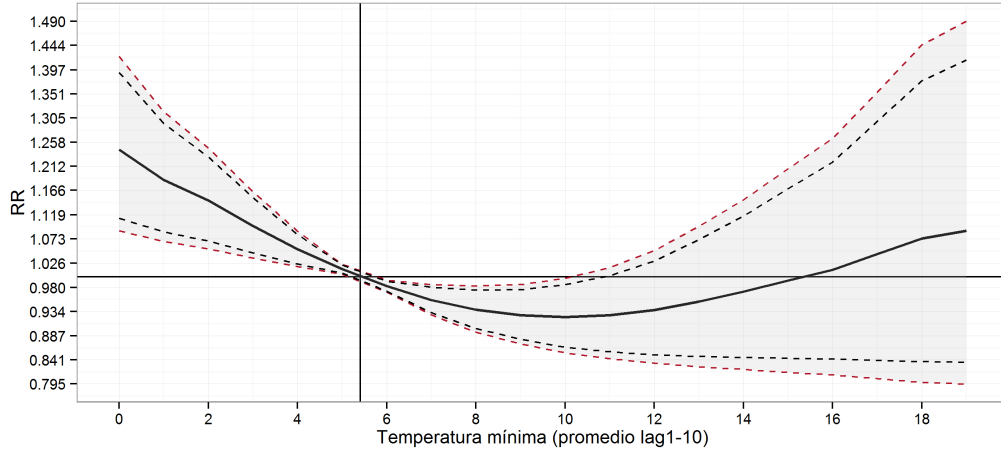
*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura



**Figura 7.41:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Santiago. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

## 7.5. Santiago



**Figura 7.42:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, en Santiago. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

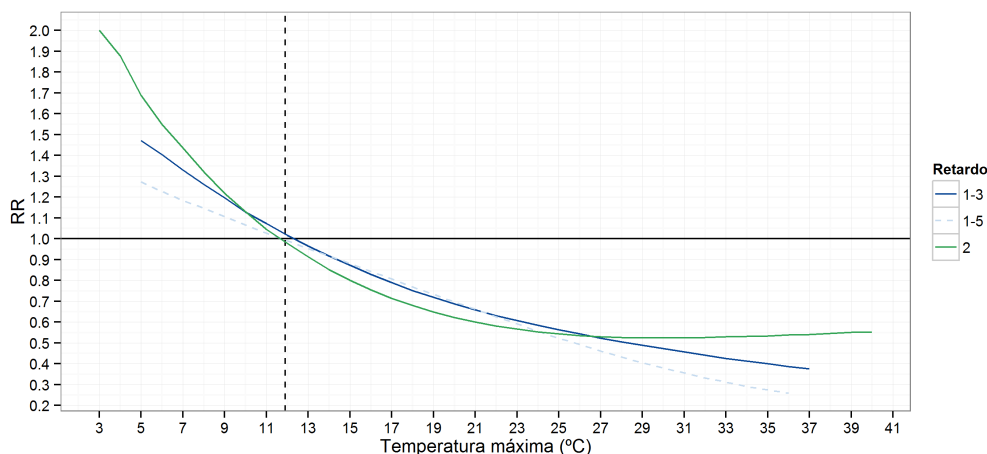
**Tabla 7.29:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de Santiago

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	30 (15-46)	37	1-3
	Mujeres	36 (16-59)	37	1-3
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-
<b>Mínimas</b>				
	Totales	25 (10-40)	21	1
	Mujeres	26 (3-53)	20	1-5
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	24 (9-42)	0	1-10

## 7.5.2. Enfermedades respiratorias

### 7.5.2.1. Temperatura máxima

Los resultados en las enfermedades respiratorias se presentan con una imagen diferente a lo que se ha podido ver en todas las causas. Existe una relación entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios urgentes, si bien muestra únicamente asociación en los menores de 5 años (Fig. 7.43). Además, los efectos se limitan a las bajas temperaturas de las máximas. Las formas siguen un comportamiento que recuerda una forma de “J”, en términos generales, indican una tendencia exponencial descendente.



**Figura 7.43:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los menores de 5 años, y en función de la temperatura máxima y retardos, en Santiago. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

La tabla 7.30 resume los resultados significativos de la relación entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios. Las temperaturas termoneutrales se sitúan entre los 11,7 °C y 12,3 °C, correspondiente al rango termométrico que se ha observado en todas las causas. La estructura de los retardos indica efectos dentro de los primeros tres días. Las enfermedades respiratorias muestran un reducido número de asociaciones, sensiblemente inferior al de la variable de exposición anterior examinada.

## 7.5. Santiago

**Tabla 7.30:** Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Santiago

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
<5 años	1-3	17,9	12,3	17 [0,79] a 30 [0,47]	0,38 (0,11;1,30) [37]	A.117
	1-5	17,9	11,7	≥22 [0,62]	0,26 (0,07;1,00) [36]	A.118
	2	18,2	11,7	<31 [0,52]	2,00 (1,19;3,35) [3]	A.119

*cursiva: p <0,05; no-cursiva: p <0,1 con referencia a la variable de exposición*

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

Los efectos significativos se dividen en dos grupos, uno se refiere a los retardos medios, donde se registran reducciones importantes de riesgos de hospitalización. Aunque también existen riesgos en valores bajos de las máximas, éstos no son significativos. El otro grupo se limita al retardo absoluto de dos días, donde se han observado riesgos significativos con temperaturas máximas inferiores a 11,7 °C.

Con una temperatura máxima de 8 °C se ha encontrado un aumento de los ingresos del 32 %. Un resultado que corresponde a lo esperado en este grupo de riesgo. Con temperaturas máximas superiores a los 11,7 °C y un retardo de 2 días, se registran disminuciones del riesgo; por ejemplo, con una temperatura de 20 °C corresponde un descenso del 38 %. La razón de que no se incremente el riesgo con altas temperaturas máximas, podría estar relacionada con una insuficiencia en la representación de datos correspondiente a este rango de valores termométricos.

### 7.5.2.2. Temperatura mínima

Por la exposición a las temperaturas mínimas únicamente se ha observado una asociación clara en los menores de 5 años, con una forma suave de “J” (Tab. 7.31, Fig. 128). En términos generales indica un comportamiento exponencial descendente. Los efectos se concentran en el estrés por frío y son inexistentes en impactos por calor. La relación observada indica efectos con un retraso de cuatro días, un comportamiento coherente a los efectos por frío. Una temperatura mínima de 3 °C aumenta el riesgo de ingresos un 14 %, e incluso puede elevarse al 37 % con una temperatura de 0 °C.

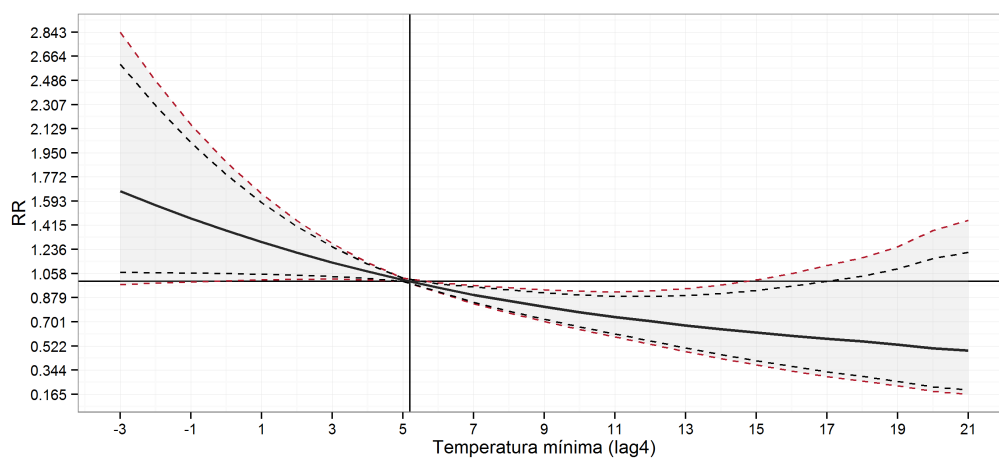
En definitiva, los efectos del ambiente térmico en Santiago en las enfermedades respiratorias quedarían sintetizados en la Tabla 7.32, incluyendo únicamente los casos más llamativos.

**Tabla 7.31:** Relación entre la temperatura mínima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Santiago

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
>5 años	4	18,1	5,2	≤14 [0,64] ≥0 [1,37]	1,37 (1,00;1,88) [0]	7.44

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura



**Figura 7.44:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los menores de 5 años, en Santiago. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

## 7.6. Pontevedra

**Tabla 7.32:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias de Santiago

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	-	-	-
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	-	-	-
	<5 años	100 (19-235)	3	2
	>64 años	-	-	-
<b>Mínimas</b>				
	Totales	-	-	-
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	-	-	-
	<5 años	37 (0-88)	0	4
	>64 años	-	-	-

### 7.5.3. Enfermedades cardiovasculares

No se han encontrado asociaciones claras entre las enfermedades cardiovasculares y el ambiente térmico en la ciudad de Santiago. La ausencia de un efecto en este grupo de patologías ha sido discutida ampliamente en la ciudad de Vigo.

## 7.6 Pontevedra

### 7.6.1. Todas las causas

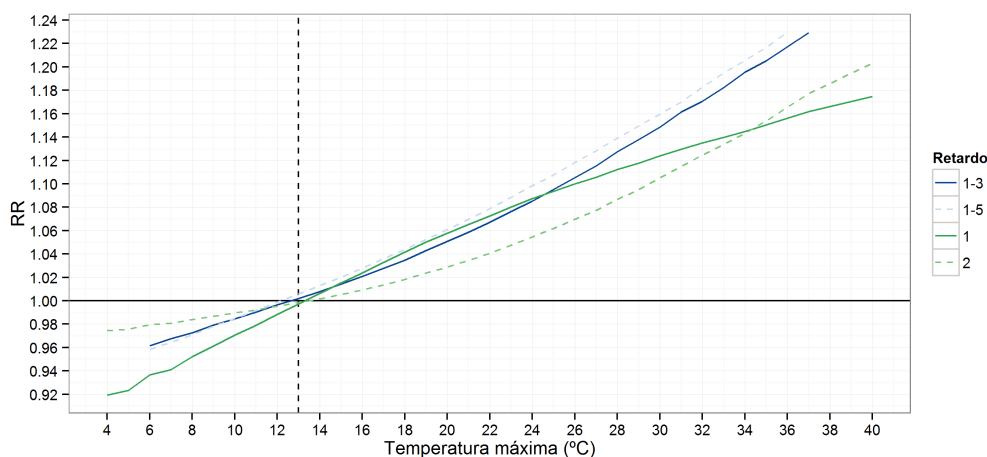
#### 7.6.1.1. Temperatura máxima

La relación entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios urgentes es evidente y muestra mayoritariamente una forma próxima a la linealidad. Las formas de las relaciones en todas las causas, ilustradas para las mujeres en la Figu-

ra 7.45, muestran este comportamiento. En términos generales indican un ascenso continuo del riesgo de hospitalización sobre todo el rango temperaturas máximas a partir de la temperatura termoneutral. Además de las mujeres, se ha observado una asociación en los totales, con un retardo de un día. Los efectos registrados significativos se limitan al estrés por calor.

La Tabla 7.33 resume los resultados significativos obtenidos de las asociaciones entre la temperatura máxima y las hospitalizaciones. Los puntos termoneutrales se sitúan entre los 12,2 °C y 13,5 °C en las dos agrupaciones. La estructura de los retardos muestra que se producen efectos dentro de un margen de tres días en el grupo de las mujeres, y en los totales únicamente se observan efectos con un día de retraso.

El rango de temperatura a partir del cual existe significación en los RR oscila entre los 18 °C y los 28 °C. El riesgo relativo máximo comprende aumentos del riesgo de hospitalización desde el 16 % hasta el 23 %. Una temperatura máxima de 30 °C con un retardo de un día produce un aumento del riesgo del 9 % y 12 % en los totales y las mujeres, respectivamente. En las mujeres el mayor riesgo de ingresos se ha registrado con los retardos medios (1-3 y 1-5 días), de un 15-16 % con la misma condición térmica.



**Figura 7.45:** Riesgo de ingreso por todas las causas en las mujeres y en función de la temperatura máxima y retardos, en Pontevedra. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

## 7.6. Pontevedra

**Tabla 7.33:** Relación entre la temperatura máxima y todas las causas de hospitalización en Pontevedra

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	<i>1</i>	25.7	13.5	≥20 [1,04] ≤37 [1,11]	1,12 (1,00;1,25) [37]	A.120
Mujeres						
	<i>1-3</i>	17	12.7	≥25 [1,09]	1,23 (1,04;1,45) [37]	A.121
	1-5	16.9	12.2	≥26 [1,12]	1,23 (1,02;1,48) [36]	A.122
	<i>1</i>	17	13.3	≥18 [1,04]	1,16 (1,00;1,34) [37]	A.123
	2	16.9	13,5	≥28[1,09]	1,20 (1,02;1,42) [40]	A.124

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

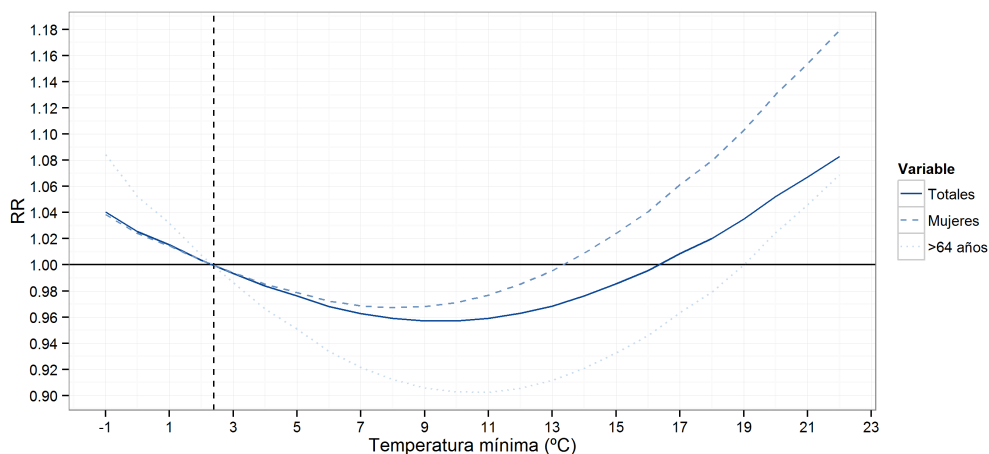
<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

### 7.6.1.2. Temperatura mínima

Debido a la exposición a las temperaturas mínimas se han observado relaciones con una forma de "U" (Tab. 7.34, Fig. 7.46). En términos generales, indican ascensos muy pronunciados hacia valores altos y más suaves hacia los valores inferiores de la temperatura mínima.

Los efectos se concentran en el estrés por frío, y únicamente las mujeres han mostrado riesgos significativos por calor. Con una temperatura mínima de 0 °C se ha observado un aumento del riesgo del 2 % en los totales, mientras que los mayores de 64 años muestran un riesgo más elevado, del 5 %. En el grupo de las mujeres se ha observado un riesgo del 18 % con una temperatura mínima de 22 °C. En este caso se vuelven a observar los mayores efectos con un ambiente térmico caluroso.

En definitiva, los efectos del ambiente térmico en Pontevedra en todas las causas quedarían sintetizados en la Tabla 7.35, incluyendo únicamente los casos más llamativos.



**Figura 7.46:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, las mujeres y los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y retardo de 3 días, en Pontevedra. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

**Tabla 7.34:** Relación entre la temperatura mínima y todas las causas de hospitalización en Pontevedra

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales	3	25,7	2,4	≤1 [1,01]	1,04 (1,00;1,08) [-1]	A.125
Mujeres	3	17	2,4	22 [1,18]	1,18 (1,01;1,38) [22]	A.126
>64 años	3	17,1	2,4	≤12 [0,90]	0,90 (0,83;0,98) [11]	A.127

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

## 7.6. Pontevedra

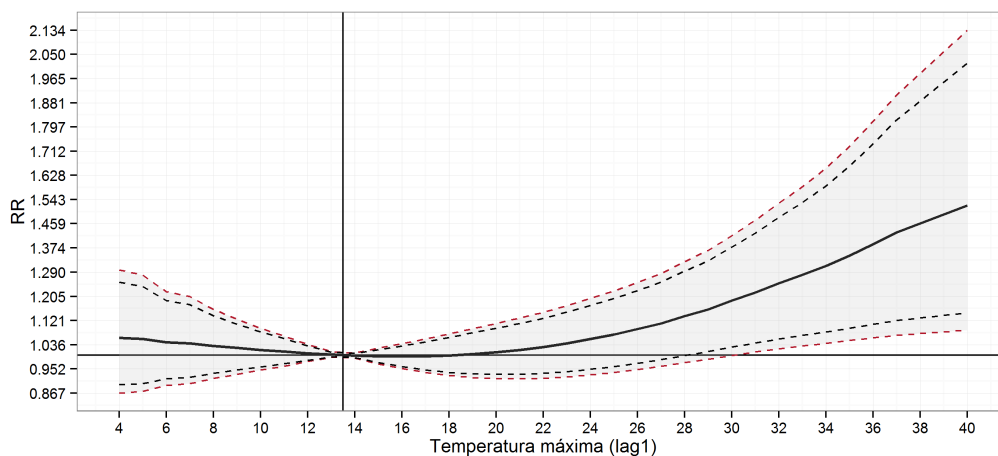
**Tabla 7.35:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de Pontevedra

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	12 (0-25)	37	1
	Mujeres	23 (4-45)	37	1-3
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-
<b>Mínimas</b>				
	Totales	4 (0-8)	-1	3
	Mujeres	18 (1-38)	22	3
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	8 (2-15)	-1	3

## 7.6.2. Enfermedades respiratorias

### 7.6.2.1. Temperatura máxima

La relación de las enfermedades respiratorias con la exposición a las temperaturas máximas se limita a los totales con un retardo de uno y tres días. La forma sigue un comportamiento conocido de tipo “J” (Tab. 7.36, Fig. 7.47). En términos generales indican ascensos pronunciados hacia valores altos, y los efectos se concentran en el estrés por calor. Con una temperatura máxima de 32 °C se ha observado un aumento del riesgo del 25 % en los totales. Este efecto alcanza su máximo en el 52 %, con una temperatura de 40 °C.



**Figura 7.47:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, en Pontevedra. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

## 7.6. Pontevedra

**Tabla 7.36:** Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Pontevedra

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	1	12,6	13,5	≥31 [1,22]	1,52 (1,09;2,13) [40]	7.47
	3	12,5	11			A.128

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

### 7.6.2.2. Temperatura mínima

No se han encontrado relaciones entre las patologías respiratorias y la temperatura mínima en la ciudad de Pontevedra. Sin embargo este grupo ha mostrado una estrecha asociación con el ambiente térmico en la ciudad de Vigo, a una distancia de 22 km. Además, en un estudio de Taracido Trunk et al. (2009) se obtuvo un mayor riesgo de mortalidad por enfermedades respiratorias, del 39,8 % con una temperatura media de 24 °C en los mayores de 70 años. No obstante, el mismo estudio resaltó la ausencia de efectos por frío para la misma ciudad y grupo de edad.

En este contexto se podrían barajar las mismas explicaciones dadas en A Coaña. Probablemente el tamaño de la muestra no es suficiente para detectar los posibles efectos, lo que estaría en coherencia con el reducido número de asociaciones en las enfermedades respiratorias con la temperatura máxima. El único resultado significativo muestra efectos en los totales con un retardo de 1 día.

En definitiva, los efectos del ambiente térmico en Pontevedra en todas las causas quedarían sintetizados en la Tabla 7.37, incluyendo únicamente los casos más llamativos.

**Tabla 7.37:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias de Pontevedra

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	52 (9-113)	40	1
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-
<b>Mínimas</b>				
	Totales	-	-	-
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-

### 7.6.3. Enfermedades cardiovasculares

Los resultados en las enfermedades cardiovasculares se presentan con una imagen similar a la que se ha observado en otras ciudades. En general no se ha encontrado una relación entre el ambiente térmico y las hospitalizaciones (Tab. 7.38). Se trata de efectos beneficiosos, pero contradictorios, ya que, por ejemplo, con una temperatura máxima de 37 °C se reduce el riesgo de hospitalización hasta un 61 %. Justamente este comportamiento inverso también se ha podido ver en Vigo y A Coruña.

**Tabla 7.38:** Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades cardiovasculares de hospitalización en Pontevedra

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
>64 años						
	1-3	8,4	11,9	≥26 [0,64]	0,39 (0,19;0,80) [37]	A.129
	2	8,4	11,3	≥29 [0,65]	0,39 (0,19;0,81) [40]	A.130
	3	8,5	11	≥23 [0,69]	0,35 (0,17;0,72) [40]	A.131

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

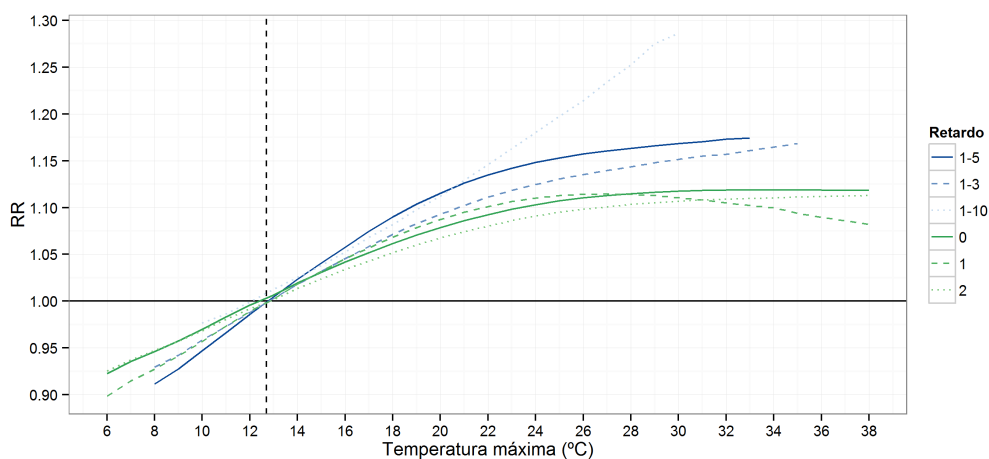
## 7.7 Ferrol

### 7.7.1. Todas las causas

#### 7.7.1.1. Temperatura máxima

La relación entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios urgentes es menos evidente, ya que muestra mayoritariamente un comportamiento que únicamente se ha podido ver en casos aislados. Aunque existe un aumento de los riesgos a partir de la temperatura termoneutral, la forma de los efectos con temperaturas superiores a 22 °C, es cuasi-constante e incluso con un ligero descenso (Fig. 7.48, 7.49).

Los efectos se concentran en todos los casos en el estrés por calor. La explicación dada sobre el comportamiento observado se refiere a una representación de datos insuficiente en altas temperaturas, algo que se refleja en un amplio IC95 %. Este es un fenómeno que también se ha visto en la ciudad de A Coruña. El carácter climático de Ferrol subraya esta explicación, ya que se registra sólo un 5 % de las temperaturas máximas con valores superiores a 28,1 °C. Algo que dejaría un importante margen de valores extremos y por tanto confirmaría la baja representación de los datos en esta franja. En general, únicamente se ha encontrado una asociación en el grupo de los totales y en las mujeres.



**Figura 7.48:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, y en función de la temperatura máxima y retardos, en Ferrol. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

La Tabla 7.39 resume los resultados significativos obtenidos de las asociaciones entre la temperatura máxima y las hospitalizaciones, permitiendo resaltar varias observaciones importantes. Las temperaturas termoneutrales se sitúan entre los 12,1 °C y 13,4 °C en los dos grupos y los retardos correspondientes. La estructura de los retardos muestra que se producen efectos en la hospitalización dentro de un margen de tres a cinco días. Efectos en el mismo día sólo se observan en el grupo de los totales.

El rango de temperatura a partir del cual existe significación en los RR oscila entre los 13 °C y los 33 °C (Tab. 7.39). En el grupo de los totales se puede observar un aumento del riesgo del 14 % con una temperatura máxima de 28 °C (retardo

## 7.7. Ferrol

**Tabla 7.39:** Relación entre la temperatura máxima y todas las causas de hospitalización en Ferrol

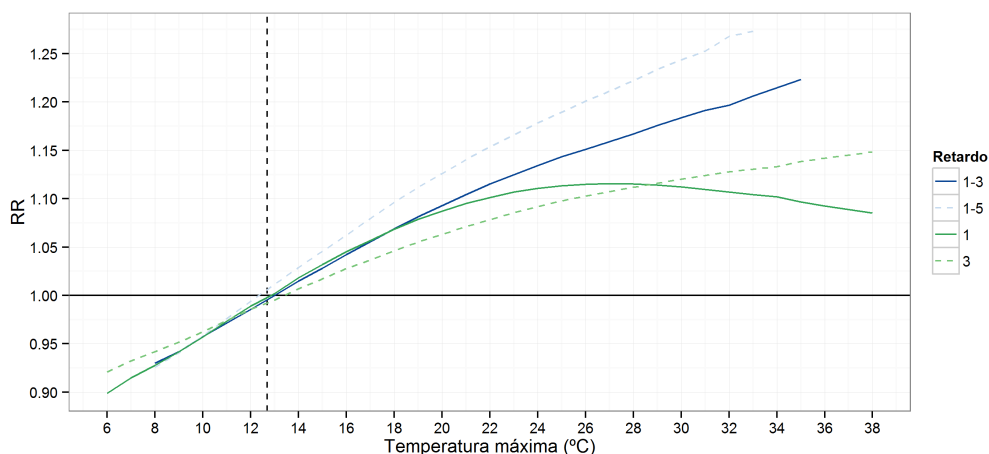
Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
<b>Totales</b>						
	<i>1-5</i>	21	12,8	≤32 [1,17]	1,17 (1,00;1,37) [32]	A.132
	<i>1-3</i>	20,9	12,8	≤33 [1,16]	1,16 (1,01;1,33) [33]	A.133
	<i>1-10</i>	20,3	12,1	≥20 [1,11]	1,29 (1,07;1,55) [30]	A.134
	<i>0</i>	20,9	12,4	≤33 [1,12]	1,12 (1,00;1,25) [33]	A.135
	<i>1</i>	21	12,8	≤31 [1,11]	1,11 (1,04;1,19) [27]	A.136
	<i>2</i>	20,9	12,8	≤32 [1,11]	1,11 (1,00;1,23) [32]	A.137
<b>Mujeres</b>						
	<i>1-3</i>	13,6	13	≤33 [1,21] ≥13 [1,00]	1,21 (1,00;1,45) [33]	A.138
	<i>1-5</i>	13,7	12,4	≥13 [1,01]	1,27 (1,03;1,58) [33]	A.139
	<i>1</i>	13,6	12,8	≤29 [1,11]	1,11 (1,02;1,22) [27]	A.140
	<i>3</i>	13,6	13,4	≤30 [1,12] ≥19 [1,05]	1,12 (1,00;1,25) [30]	A.141

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

1-3). Este efecto se eleva al 16 % con la misma temperatura y un retardo de 1-5 días. Es más, con un ambiente térmico de 28 °C durante 10 días el riesgo de ingresos alcanza el 25 %. En los totales el riesgo de hospitalización es del 11 % en el mismo día y el día siguiente con una temperatura máxima de 28 °C.

Este comportamiento también se ha observado en las mujeres. En ambos retardos absolutos (1 y 3 días) el riesgo es del 11 %. No obstante, se eleva al 17 % con un retardo de 1-3 días, un efecto mayor que en los totales. Además se registra un aumento mayor del 22 %, con la misma temperatura en el retardo de 1-5 días.



**Figura 7.49:** Riesgo de ingreso por todas las causas en las mujeres, y en función de la temperatura máxima y retardos, en Ferrol. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

### 7.7.1.2. Temperatura mínima

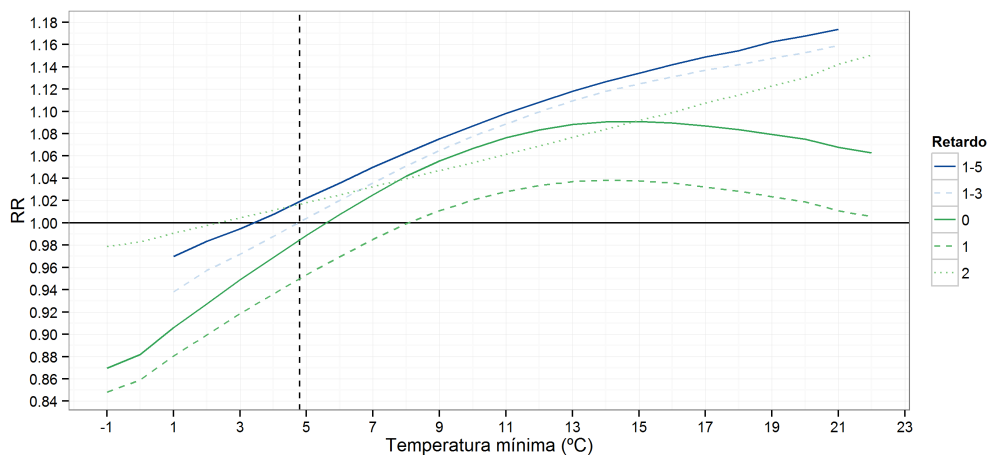
La relación entre la temperatura mínima y los ingresos hospitalarios urgentes muestra un comportamiento similar al observado con la temperatura máxima. Entre todas las formas destacan especialmente los retardos medios por una forma más lineal (Fig. 7.50). Los efectos se concentran en las situaciones de estrés por calor.

La Tabla 7.40 resume los resultados significativos obtenidos de esta asociación. Los puntos termoneutrales se sitúan entre los 2,4 °C y 8,1 °C, un intervalo termométrico más amplio que el observado en las máximas.

## 7.7. Ferrol

La estructura de los retardos muestra efectos dentro de los primeros cinco días. Los retardos medios nuevamente se caracterizan por tener mayores riesgos que los absolutos. No se han encontrado efectos con retardos de más de cinco días, lo que podría explicar la ausencia de riesgos con bajas temperaturas. El valor de temperatura a partir del cual existe significación en los riesgos es variable y se sitúa entre 20 °C y 10 °C.

Aunque existen riesgos significativos con temperaturas mínimas de 20 °C, como es el caso del retardo medio 1-3 días con un aumento del 15 %, el comportamiento de las asociaciones dejan serias dudas sobre la fiabilidad en este rango de temperaturas.



**Figura 7.50:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los totales, y en función de la temperatura mínima y retardos, en Ferrol. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

En definitiva, los efectos del ambiente térmico en Ferrol en todas las causas quedarían sintetizados en la Tabla 7.41, incluyendo únicamente los casos más llamativos.

**Tabla 7.40:** Relación entre la temperatura mínima y todas las causas de hospitalización en Ferrol

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	1-5	20,8	3,4	≤19 [1,16] ≥10 [1,09]	1,16 (1,00;1,35) [19]	A.142
	1-3	20,9	4,7	≤20 [1,15]	1,15 (1,00;1,32) [20]	A.143
	0	21,1	5,6	<18 [1,08]	1,09 (1,03;1,15) [15]	A.144
	1	21	8,1	<14 [1,04]	0,85 (0,77;0,94) [-1]	A.145
	2	20,8	2,4	≥14 [1,08]	1,15 (1,00;1,32) [22]	A.146

*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

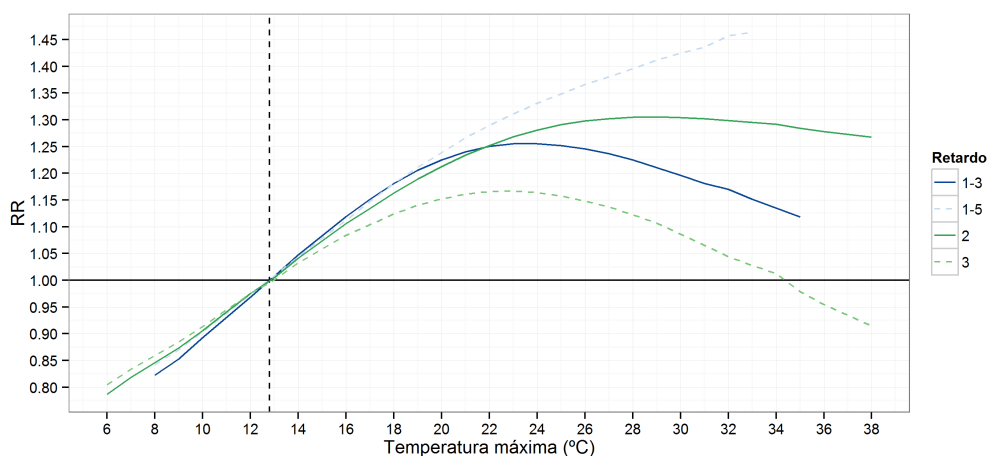
**Tabla 7.41:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en todas las causas de Ferrol

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	29 (7-55)	30	1-10
	Mujeres	27 (3-58)	33	1-5
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-
<b>Mínimas</b>				
	Totales	15 (0-32)	20	1-3
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-

## 7.7.2. Enfermedades respiratorias

### 7.7.2.1. Temperatura máxima

La imagen obtenida en todas las causas de Ferrol se confirma en las enfermedades respiratorias. La relación entre la temperatura máxima y los ingresos hospitalarios urgentes es evidente, pero muestra un comportamiento particular, como se ha podido ver anteriormente. Las asociaciones encontradas en los totales y los hombres muestran un aumento de los riesgos a partir de la temperatura termoneutral hasta un umbral termométrico de 22 °C (Fig. 7.51). En todos los casos se refleja un amplio IC95 % sobre el completo rango de temperaturas (p.j. Fig. 7.52). Los efectos se concentran en todos los casos en el estrés por calor, y es inexistente con bajas temperaturas.



**Figura 7.51:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, y en función de la temperatura máxima y retardos, en Ferrol. Línea discontinua vertical: promedio del punto termoneutral.

La Tabla 7.42 resume los resultados significativos obtenidos de esta asociación entre la temperatura máxima y las hospitalizaciones. La temperatura termoneutral se sitúa en los 12,8 °C para los totales y los hombres. La estructura de los retardos es similar a la vista anteriormente, mostrando efectos dentro de los primeros cinco días. El valor de temperatura a partir del cual existe significación en los riesgos se sitúa entre temperaturas inferiores a 18 y 31 °C. La magnitud de RR oscila entre el 17 % y el 41 %.

**Tabla 7.42:** Relación entre la temperatura máxima y las enfermedades respiratorias de hospitalización en Ferrol

Agrupaciones	Retardos	Desviación explicada (%)	Temperatura termoneutral (°C)	Rango de temperatura <sup>1</sup> (°C) [RR]	Riesgo Relativo máximo (IC95 %) [Ta <sup>2</sup> °C]	Figura
Totales						
	1-3	11,2	12,8	<26 [1,24]	1,25 (1,04;1,51) [23]	7.52
	1-5	11,2	12,8	≤29 [1,41]	1,41 (1,01;1,98) [29]	A.147
	2	11,3	12,8	<31 [1,30]	1,30 (1,05;1,63) [29]	A.148
	3	11,2	12,9	<23 [1,17]	1,17 (1,00;1,35) [22]	A.149
Hombres						
	1-3	10,4	12,8	≤21 [1,25]	1,25 (1,02;1,54) [20]	A.150
	1-5	10,3	12,8	≤18 [1,21]	1,21 (1,00;1,47) [18]	A.151
	2	10,4	12,8	<26 [1,27]	1,30 (1,06;1,60) [23]	A.152

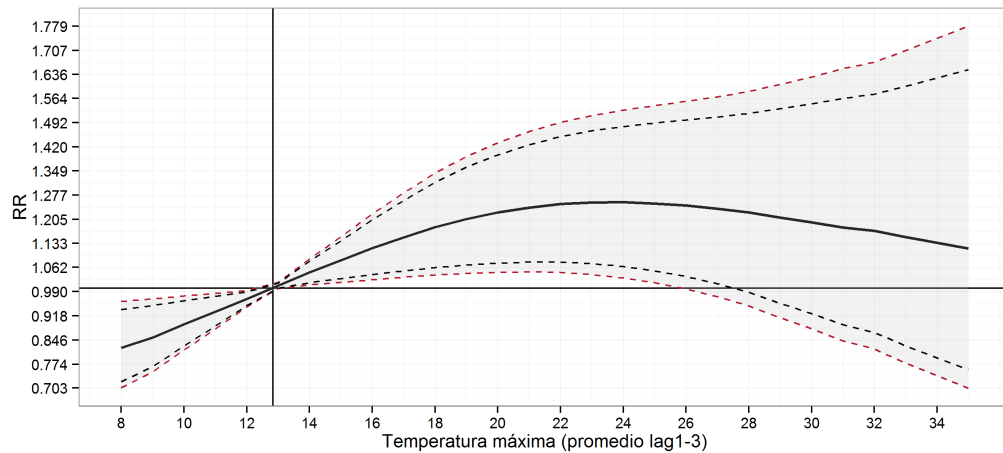
*cursiva:*  $p < 0,05$ ; no-cursiva:  $p < 0,1$  con referencia a la variable de exposición

<sup>1</sup> con significación para el IC95 %; <sup>2</sup>Temperatura

Con una temperatura máxima de 22 °C y un retardo medio de 1-3 días se ha observado un riesgo de ingreso del 25 % en los totales. El mismo riesgo se ha detectado con un retardo de dos días. Con un retardo medio 1-5 días el riesgo se eleva a un 29 %.

En el caso de los hombres, el efecto es mayor dos días después de una temperatura máxima de 22 °C (30 % de RR). Se registran riesgos del 25 % y 21 % con temperaturas máximas de 20 y 18 °C, respectivamente.

## 7.7. Ferrol



**Figura 7.52:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los hombres, en Ferrol. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

### 7.7.2.2. Temperatura mínima

A pesar de una estrecha relación encontrada en otras áreas de estudio con el ambiente térmico, las patologías respiratorias no han mostrado ningunas asociaciones en la ciudad de Ferrol. En este contexto se podrían barajar las mismas explicaciones que se dieron para el caso de A Coruña. Probablemente el tamaño de la muestra y la representación de los datos no serían suficientes para detectar los posibles efectos.

En definitiva, los efectos del ambiente térmico en Ferrol en las enfermedades respiratorias quedarían sintetizados en la Tabla 7.43, incluyendo únicamente los casos más llamativos.

**Tabla 7.43:** Síntesis de la influencia del ambiente térmico en las enfermedades respiratorias de Ferrol

Variable de exposición	Agrupación	RR máximo (IC95 %) (%)	Temperatura (°C)	Retardo
<b>Máximas</b>				
	Totales	41 (1-98)	29	1-5
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-
<b>Mínimas</b>				
	Totales	-	-	-
	Mujeres	-	-	-
	Hombres	-	-	-
	<5 años	-	-	-
	>64 años	-	-	-

### 7.7.3. Enfermedades cardiovasculares

No se han encontrado asociaciones entre las enfermedades cardiovasculares y el ambiente térmico en la ciudad de Ferrol. La ausencia de efectos en este grupo de patologías ha sido discutida ampliamente en la ciudad de Vigo.

## 7.8 Limitaciones metodológicas

El análisis se ha desarrollado con una metodología científica, con base en la modelización estadística de los efectos de la temperatura sobre el riesgo de ingreso hospitalario. El ajuste del GAM ha enfrentado a un problema importante, el tamaño de la muestra, relacionado con el número de habitantes de cada área de estudio. Como consecuencia, la ciudad de Vigo, la más poblada, ha mostrado los resultados más consistentes. Además, el tamaño de la muestra está condicionado por una representatividad mínima de casos asociados al ambiente térmico. Esta conclusión debería servir para intentar implementar en el futuro otras metodologías que pudieran ser más aptas para estos casos con un reducido tamaño de la muestra.

La ausencia de asociación observada en algunas agrupaciones y patologías de varias áreas de estudio podría tener origen en una falta efectiva de efectos del ambiente térmico sobre la morbilidad, pero tampoco se debería descartar una insuficiente representación de los datos, especialmente en los extremos, o el efecto de variables de confusión desconocidas.

Los factores de confusión no incorporados en este trabajo, la contaminación atmosférica y la concentración de polen, representan una clara limitación. Por consiguiente, se haría necesario conducir futuros estudios con estas covariables para poder identificar su impacto.

El ambiente térmico ha sido descrito a través de las temperaturas máximas y mínimas, permitiendo incluir ambos extremos del rango de temperaturas diarias. Un enfoque que ha revelado los importantes efectos de los elevados valores de las temperaturas mínimas. No obstante, se debería plantear el uso de un índice biometeorológico en futuras investigaciones en el que se fusionen todos los elementos relevantes, es decir, incluir otras variables atmosféricas, como la humedad relativa, que dependen de la temperatura misma.

A raíz de la alta variabilidad registrada en los meses de primavera y otoño se debería considerar la introducción de una división estacional, en lugar de un periodo semestral, con una época cálida y otra fría, lo que podría reducir posibles efectos no deseados en la modelización. El supuesto de la independencia entre un invierno y el verano siguiente implica que no existe un posible *harvesting effect*, alta morbilidad durante un invierno induce baja morbilidad en verano.

Respecto a las olas de frío y calor que no han sido objeto de estudio ni han sido incorporadas explícitamente, parece que sus efectos son visibles en los retardos medios de 1-10 días, lo que se podría considerar como indicadores de estos eventos extremos. No obstante, el uso del promedio ha permitido incluir episodios de frío o calor con una cierta variabilidad térmica. Sería de gran interés ampliar en futuros trabajos a los efectos específicos de las olas de calor y frío.



# 8

## Análisis de las variaciones territoriales

---

El análisis de las variaciones espaciales en este capítulo está esencialmente limitado, debido a la heterogeneidad de los resultados obtenidos en el capítulo anterior. Como consecuencia, se hace muy complicado alcanzar un análisis comparativo en profundidad de todas las áreas de estudio. Las razones se han comentado en varios apartados de los resultados anteriormente expuestos.

### 8.1 Todas las causas

En todas las causas, así como en las enfermedades respiratorias, se ha observado claramente una relación no-lineal entre la temperatura y los ingresos hospitalarios urgentes. En la mayoría de las ciudades gallegas la asociación encontrada muestra una forma de “J” o “U”, lo que se encuentra en coherencia con los resultados de otros estudios de morbi-mortalidad (Kovats et al. 2004, Baccini et al. 2008, Linares y Díaz 2008, Lin et al. 2009, Bayentin et al. 2010). Evidentemente, el grado de asociación y las relaciones con el ambiente térmico han demostrado diferentes respuestas en cada área. En líneas generales, los efectos registrados sobre la salud se han relacionado de forma predominante con el calor. Con la exposición a temperaturas máximas se ha encontrado, mayoritariamente, un ascenso exponencial del riesgo a partir del valor termoneutral. En cambio, con la exposición a temperaturas mínimas se han observado aumentos de los RR con altas y bajas temperaturas.

En este estudio se pone de manifiesto que cada ciudad se caracteriza por una

temperatura termoneutral diferente, que a su vez muestra una estrecha relación con el clima regional del área de estudio. La adaptación fisiológica de la población local a las temperaturas medias de verano e invierno tiene reflejo en las temperaturas termoneutrales (McMichael et al. 2008, Taracido Trunk et al. 2009, Hajat y Kosatky 2010). Esencialmente se ha podido observar una relación con la temperatura mínima y máxima del invierno (Tab. 8.1).

Además, destaca una asociación importante con la desviación de las temperaturas: a mayor variabilidad de las temperaturas (como en Ourense y Lugo), más bajos se sitúan los valores termoneutrales. Ambas ciudades representan una zona climática oceánica con matices continentales, lo que implica una alta variabilidad térmica. Por el contrario, A Coruña y Ferrol, ciudades costeras septentrionales, son las que registran con menor desviación registrada, especialmente en verano, y muestran las temperaturas termoneutrales más altas. En una forma funcional de “V”, un cambio del punto termoneutral provocaría por una parte mayores riesgos de ingreso, bien por altas o bien por bajas temperaturas, por otra, un retraso de efecto en el lado opuesto.

La baja variabilidad de estas últimas ciudades podría considerarse un factor fundamental para la poca asociación encontrada. En el estudio sobre los efectos de la temperatura media en la mortalidad en Galicia (Taracido Trunk et al. 2009), destaca que la ciudad con mayor temperatura termoneutral (16 °C) fue Ourense; en cambio la más baja se registró en de Vigo, con 8 °C. Un comportamiento que contrasta con lo observado en este trabajo, aunque las diferencias pueden ser influidas de forma considerable por el tipo de datos usados, las variables de exposición o el período de estudio.

En todas las ciudades gallegas se han obtenido temperaturas termoneutrales notablemente inferiores a las cuantificadas en otros estudios, lo que podría deberse a no limitar el análisis únicamente a los meses cálidos. Esta observación se podría ver confirmada por la asociación de los puntos termoneutrales con la temperatura ambiental que se ve reflejada de forma más evidente en el semestre frío que en el cálido. Parece que los valores bajos de las temperaturas en invierno influyen considerablemente en los puntos termoneutrales.

Otra observación sustancial es que las temperaturas termoneutrales se sitúan, en líneas generales, cerca entre sí, independientemente del retardo y el grupo pa-

## 8.1. Todas las causas

tológico, un resultado que también se pudo constatar en la mortalidad (Baccini et al. 2008). No obstante, también existen indicios de temperaturas termoneutrales diferenciadas según los grupos patológicos en la morbilidad (Ye et al. 2012). Algo que sería plausible y probable en un desglose más detallado, con una diferenciación en subgrupos patológicos, lo que podría mostrar distintos comportamientos al ambiente térmico.

**Tabla 8.1:** Temperaturas termoneutrales según la variable de exposición y la ciudad en todas las causas

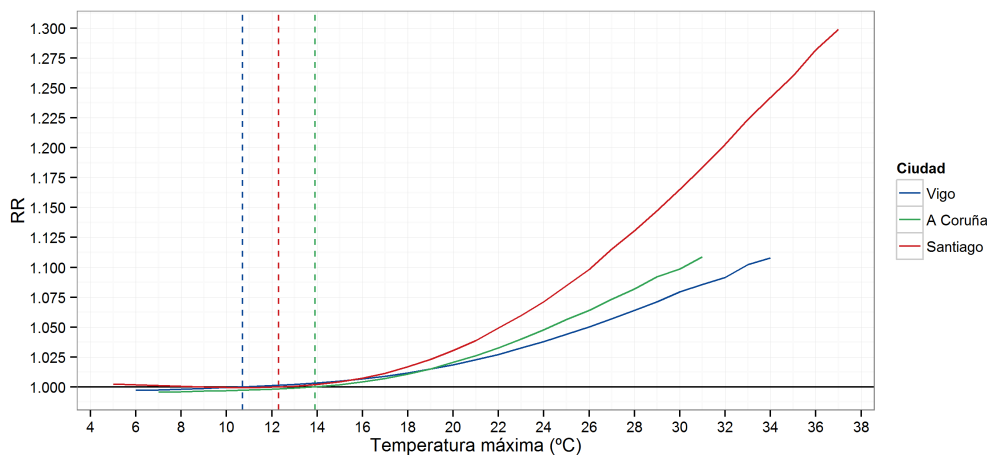
Ciudades <sup>3</sup>	Temperatura termoneutral <sup>1</sup> (°C)		Ambiente térmico (°C)			
	Variable de exposición		Invierno <sup>2</sup>		Verano <sup>2</sup>	
	Ta mx	Ta mín	Ta mín ( $\sigma$ )	Ta mx ( $\sigma$ )	Ta mín ( $\sigma$ )	Ta mx ( $\sigma$ )
Lugo	9,7	-2,4	3,52 (4,00)	13,31 (4,61)	10,61 (3,50)	22,88 (4,72)
Ourense	9,7	0,2	5,71 (4,00)	15,58 (5,07)	13,11 (3,30)	26,07 (5,22)
Vigo	10,4	3,3	6,99 (3,34)	14,38 (3,86)	13,02 (2,87)	22,31 (4,32)
Santiago	12,1	4,4	6,35 (3,48)	14,2 (4,24)	12,51 (2,80)	22,47 (4,76)
Ferrol	12,7	4,8	8,35 (3,18)	15,29 (3,51)	14,28 (2,70)	22,07 (3,65)
Pontevedra	13	2,4	7,53 (3,42)	15,02 (3,98)	13,57 (2,80)	23,53 (4,38)
A Coruña	13,4	7,4	9,27 (2,84)	15,32 (3,07)	14,84 (2,30)	21,56 (3,01)

Definiciones: Ta mx = Temperatura máxima; Ta mín = Temperatura mínima. <sup>1</sup>En referencia al promedio de las agrupaciones y retardos observados. <sup>2</sup>Verano: mayo a octubre; Invierno: noviembre a abril. <sup>3</sup>Ordenadas según la temperatura termoneutral (Ta mx).

En todas las causas, así como en las enfermedades respiratorias, se ha podido observar en todas las ciudades una estructura de los retardos con efectos en la hospitalización dentro de los primeros tres y cinco días. Unos resultados que corresponden a lo esperado con el estrés térmico por calor: efectos cuasi-directos de pocos días. Efectos en el mismo día se han observado únicamente en casos aislados, como por ejemplo en los totales de Vigo o Santiago. Los efectos más frecuentes se han registrado en todas las áreas de estudio, por un lado con retardos de 2 y 3 días, y por otro con retardos de 1-3 días.

Por el contrario, los por frío, que destacan por su escasa presencia, se han encontrado principalmente con retardos largos, de 1-10 días con la temperatura mínima. Un comportamiento que es coherente con resultados de otros estudios de morbi-mortalidad (Hajat et al. 2004, Turner et al. 2012b). No obstante, en algu-

nos casos, como en Pontevedra, se han podido observar efectos por frío con un retardo de 3 días, o en Santiago y Vigo con un retardo de 1-5 días. Finalmente el impacto por frío no ha supuesto un riesgo muy importante en ningún área, y no se ha presentado de forma clara y evidente. Algo que sorprende especialmente en algunas zonas geográficas como la ciudad de Lugo, donde la temperatura media en invierno se sitúa en 8 °C. De todas maneras, la evidencia no es clara en los efectos por frío, especialmente en aquellos casos de las olas de frío (Barnett et al. 2012).



**Figura 8.1:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los datos totales, y en función de la temperatura máxima y con retardo de 1-3 días, en Vigo, A Coruña y Santiago. Línea discontinua vertical: punto termoneutral.

La magnitud de los efectos en los ingresos hospitalarios se manifiesta con variaciones importantes según cada área de estudio, un hecho que fue observado en otros estudios con una variada representación de zonas climáticas (McMichael et al. 2008). En la Figura 8.1 se pueden ver las diferencias, con distintos grados de crecimiento exponencial, entre los RR de Vigo, A Coruña y Santiago y la temperatura máxima (retardo 1-3). El umbral termométrico significativo con mayor riesgo en conjunto para los tres municipios se sitúa a partir de los 26 °C. Así pues, con unas temperaturas de 27 °C y de 31 °C se observan en Vigo aumentos de ingresos del 6 % (IC95 %: 0-11) y del 8 % (IC95 %: 2-15), respectivamente. En A Coruña el riesgo se sitúa ligeramente por encima, en el 7 % (IC95 %: 1-14) y 11 % (IC95 %: 1-22), mientras que, el riesgo de hospitalización en Santiago

## 8.1. Todas las causas

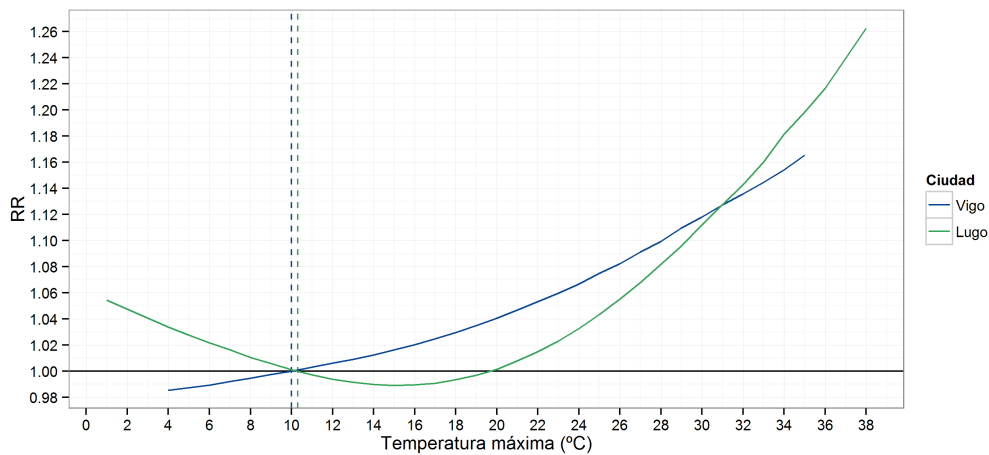
---

es considerablemente mayor, y se cuantifica en un aumento del 11 % (IC95 %: 5-19) y 18 % (IC95 %: 9-28), respectivamente. Estos resultados sugieren que la población local de Santiago se ve más afectada, posiblemente debido a un menor grado de adaptación. En esta comparación, Santiago es la única ciudad del interior, lo que implica una mayor variabilidad térmica. Por el contrario, Vigo pertenece a una región donde el estrés por calor es más frecuente (Royé et al. 2012), y en consecuencia la población local estaría más adaptada. Sin embargo, tampoco es descartable que, por lo menos, parcialmente las diferencias se deban a circunstancias demográficas, socioeconómicas o tecnológicas (Baccini et al. 2008). Asimismo, sería posible que algún subgrupo patológico en los totales sea el responsable de esta diferencia detectada, aunque no se han podido ver indicios claros de ello.

Un hecho ampliamente conocido y confirmado también en este trabajo se refiere a los grupos de mayor vulnerabilidad, entre otros, los mayores de 64 años y los menores de 5 años. Con una tendencia positiva con el ambiente térmico, estos grupos han sido los que más riesgos de hospitalización han mostrado en cualquier área de estudio.

Con una temperatura máxima de 32 °C se ha registrado un aumento del riesgo de hospitalización un día después del 13 % (IC95 %: 3-24) en Vigo y 14 % (IC95 %: 3-26) en Lugo (Fig. 8.2). El valor a partir del cual existe significación se sitúa en 25 y 29 °C, respectivamente. Así pues, se pueden observar riesgos más elevados en Vigo en un rango termométrico inferior a 31 °C. Por el contrario, con temperaturas superiores es Lugo donde existen mayores riesgos de ingreso. Parece que en ciertos rangos de temperatura los riesgos detectados son relativamente cercanos, pero es en los extremos donde más diferencia se puede observar. Los valores más extremos en las temperaturas de Lugo son el resultado de la mayor distancia al mar, valores que no se alcanzan en Vigo. Probablemente los riesgos de Vigo se acercarían a los de Lugo en una situación térmica muy extrema. Los autores Michelozzi (2008) indican que incluso en zonas geográficas donde la población debería estar mejor adaptada, el impacto por calor o frío puede llegar a ser considerable en ciertas condiciones térmicas.

Respecto a los efectos de la temperatura mínima y sus riesgos por valores bajos, se pueden observar en personas de avanzada edad mayores aumentos en



**Figura 8.2:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los mayores de 64 años, y en función de la temperatura máxima y con retardo de 1 día, en Vigo y Lugo. Línea discontinua vertical: punto termoneutral.

Santiago que en Vigo (Fig. 8.3). Con una temperatura mínima media de 2C de los últimos 10 días, se registra un riesgo de hospitalización del 7 % (IC95 %: 2-11) en Vigo y del 15 % (IC95 %: 5-25) en Santiago. Se debería esperar que, a raíz del clima local, los riesgos en Vigo debidos a temperaturas bajas fueran más elevados que en Santiago. Otro factor que podría provocar esta diferencia es la variabilidad térmica en los 10 días previos a un riesgo de ingreso hospitalario. Además, sería importante no olvidar que los datos meteorológicos de Vigo tienen su origen en un observatorio a 261 m.

En relación con la temperatura mínima, destacan en varias ciudades importantes efectos con altas temperaturas de la misma: Lugo, Santiago, Vigo y Pontevedra. Se han encontrado efectos con retardos de hasta 3 días y en varias agrupaciones, desde los totales hasta los menores de 5 años o mayores de 64 años. Dada la alta heterogeneidad de los resultados, especialmente en las mínimas, no es posible mostrar una comparación entre las distintas áreas de estudio. No obstante, en líneas generales se pueden señalar algunas tendencias. En todas las ciudades el aumento de riesgo de hospitalización es considerable a partir de una temperatura mínima de 18C, en un contexto meteorológico de noches tropicales (con una temperatura mínima  $\geq 20^{\circ}\text{C}$ ).

En Lugo, donde este tipo de situaciones térmicas son extremadamente raras

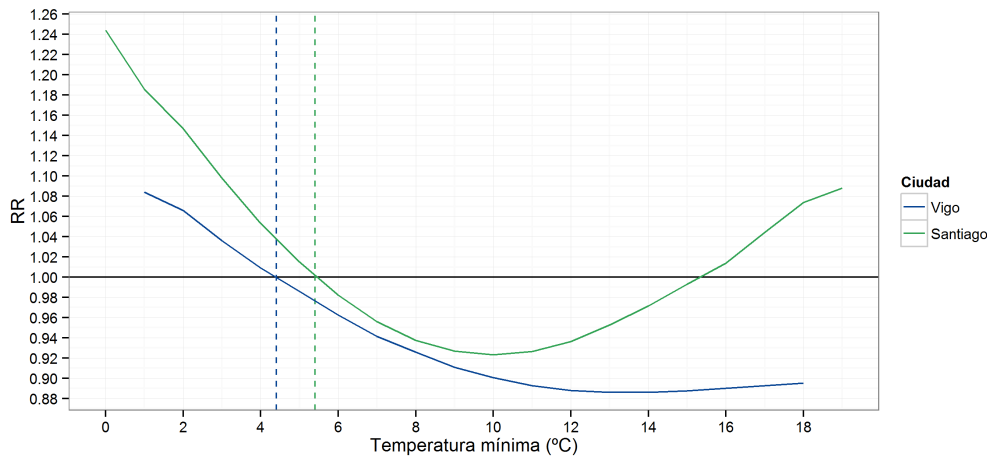
## 8.1. Todas las causas

---

(Royé y Martí 2015), ya se pueden observar riesgos del 18 % con una temperatura mínima de 18 °C (retardo 1). Es un dato a destacar, pues en otras áreas este riesgo se manifiesta con temperaturas iguales o superiores a 20 °C.

Así, en Vigo el riesgo más alto registrado en los menores es del 30 % con una temperatura mínima de 20 °C (retardo 2). En los totales de Santiago, el riesgo es del 20 % con la misma temperatura mínima (retardo 1). Los riesgos de altas temperaturas nocturnas se han registrado mayoritariamente un día o dos días después de alcanzar este alto valor térmico.

Se ha podido constatar que, con excepción de A Coruña, en todas las áreas de estudio las altas temperaturas mínimas representan un riesgo importante para la salud humana. Estos resultados son muy relevantes, ya que el IPCC (2014) destaca como muy probable que los días y noches cálidos sean más numerosos y más cálidos, y no siempre asociados a las olas de calor. Además, en las ciudades, los impactos negativos del calor sobre el confort y la salud se ven agravados por el fenómeno urbano de "isla de calor". Temperaturas más elevadas que en el entorno, favorecidas por diversos factores urbanos (López et al. 1993, Moreno García 1999), y el más lento enfriamiento nocturno, generan durante los episodios de calor unas condiciones de mayor estrés térmico. Teniendo en cuenta las proyecciones del cambio climático, en las que se estima una mayor frecuencia, duración e intensidad de olas de calor para Europa, con mayores impactos en la Península Ibérica y el Mediterráneo (Fischer y Schär 2010, IPCC 2014), es de gran interés la evaluación del riesgo de impacto por calor nocturno sobre la salud y el bienestar de la población.



**Figura 8.3:** Riesgo de ingreso por todas las causas en los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y retardo de 1-10 días, en Vigo y Santiago. Línea discontinua vertical: punto termoneutral.

## 8.2 Enfermedades respiratorias

Previamente se ha hecho referencia a la relación no-lineal entre la temperatura y los ingresos hospitalarios urgentes por enfermedades respiratorias. En la mayoría de las ciudades gallegas la asociación también ha mostrado una forma de “J” o “U”. La diferencia más importante con todas las causas, y encontrada en todas las áreas del estudio, es que los ingresos por problemas respiratorios se ven afectados por las temperaturas de forma más pronunciada y son sensiblemente más elevados. Una observación que corresponde, evidentemente, a la mayor asociación entre las enfermedades respiratorias y el ambiente atmosférico.

Asimismo, se pone de manifiesto que cada ciudad se caracteriza por una temperatura termoneutral diferente, que a su vez muestra una estrecha relación con el clima local-regional del área de estudio (Tab. 8.2). Se ha observado especialmente una correlación general con las temperaturas mínima y máxima del invierno. La temperatura termoneutral se incrementa con cada aumento en la temperatura mínima media y con un descenso en la variabilidad del invierno. En el caso de la temperatura máxima media en invierno, se manifiesta un menor grado de relación. La misma situación se ha encontrado con las temperaturas del verano, mostrando un menor grado de asociación aparente. Esta observación sobre la relación de la

## 8.2. Enfermedades respiratorias

temperatura termoneutral con los valores termométricos del invierno subrayan su influencia.

Las ciudades de Ourense y Lugo nuevamente muestran los puntos termoneutrales más bajos, que correlaciona con la alta variabilidad térmica de estas áreas. Por el contrario, A Coruña no ha mostrado una asociación clara en las causas respiratorias, y Ferrol así como Pontevedra destacan con la temperatura termoneutral más alta en la exposición de la temperatura máxima. En cambio, en estas últimas no se ha encontrado asociación ninguna con la temperatura mínima. La baja variabilidad térmica debe considerarse un elemento fundamental para la poca asociación encontrada. Sería importante profundizar en futuros estudios este aspecto de la variabilidad térmica, desde la amplitud diaria hasta las variabilidades de un período específico (Lim et al. 2012).

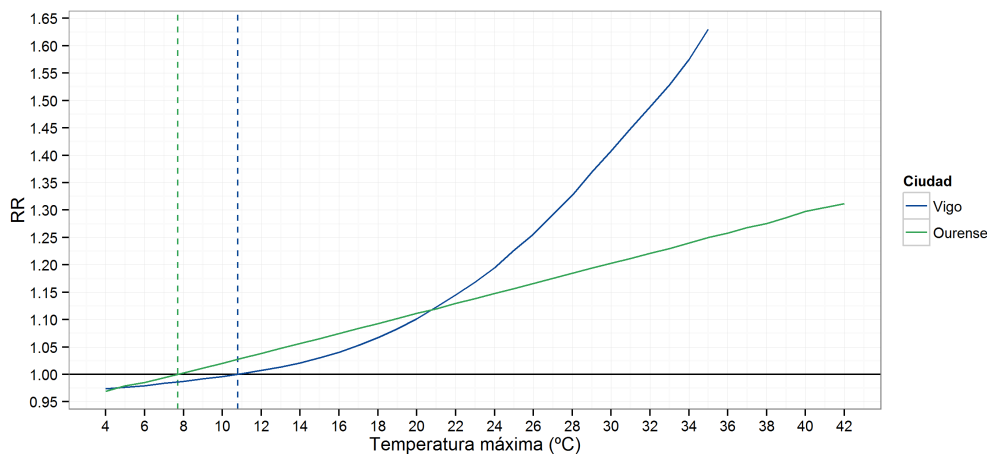
**Tabla 8.2:** Temperaturas termoneutrales según la variable de exposición y la ciudad en las enfermedades respiratorias

Ciudades <sup>3</sup>	Temperatura termoneutral <sup>1</sup> (°C)		Ambiente térmico (°C)			
	Variable de exposición		Invierno <sup>2</sup>		Verano <sup>2</sup>	
	Ta mx	Ta mín	Ta mín ( $\sigma$ )	Ta mx ( $\sigma$ )	Ta mín ( $\sigma$ )	Ta mx ( $\sigma$ )
Lugo	7,7	-1,6	3,52 (4,00)	13,31 (4,61)	10,61 (3,50)	22,88 (4,72)
Ourense	9,6	2,2	5,71 (4,00)	15,58 (5,07)	13,11 (3,30)	26,07 (5,22)
Vigo	11,3	3,9	6,99 (3,34)	14,38 (3,86)	13,02 (2,87)	22,31 (4,32)
Santiago	11,9	5,5	6,35 (3,48)	14,2 (4,24)	12,51 (2,80)	22,47 (4,76)
Pontevedra	12,2	-	7,53 (3,42)	15,02 (3,98)	13,57 (2,80)	23,53 (4,38)
Ferrol	12,8	-	8,35 (3,18)	15,29 (3,51)	14,28 (2,70)	22,07 (3,65)
A Coruña	-	-	9,27 (2,84)	15,32 (3,07)	14,84 (2,30)	21,56 (3,01)

Definiciones: Ta mx = Temperatura máxima media; Ta mín = Temperatura mínima media. <sup>1</sup>En referencia al promedio de las agrupaciones y retardos observados. <sup>2</sup>Verano: mayo a octubre; Invierno: noviembre a abril. <sup>3</sup>Ordenadas según la temperatura termoneutral (Ta mx).

La magnitud de los efectos en los ingresos hospitalarios también se manifiesta con variaciones territoriales. En la Figura 8.4 se pueden ver las diferencias, con distintos grados de crecimiento exponencial, entre los RR de Vigo y Ourense y la temperatura máxima (retardo de 3 días). El rango termométrico significativo en conjunto para los dos municipios se sitúa a partir de los 28 °C. Así pues, con una temperatura de 30 °C se observan aumentos de ingresos del 41 % (IC95 %:

22-63) en Vigo y del 20 % (IC95 %: 1-42) en Ourense. Esta diferente respuesta de la población ante las altas temperaturas podría deberse a una mayor adaptación fisiológica de los habitantes en Ourense que en Vigo. Algo que se puede ver confirmado si se tiene en cuenta que la temperatura máxima media del verano en Ourense es de 26 °C y en Vigo sólo de 22 °C (Tab.8.2).



**Figura 8.4:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los totales, y en función de la temperatura máxima y con retardo de 3 días, en Vigo, Ourense y Pontevedra. Línea discontinua vertical: punto termoneutral.

Las comparaciones directas en las causas respiratorias están limitadas al grupo de los totales. No obstante, hay que señalar los efectos registrados en los menores de 5 años en las ciudades de Vigo y Lugo. Con una temperatura máxima de 32 °C, se ha observado un incremento del riesgo de hospitalización del 76 % (IC95 %: 15-170) y del 87 % (IC95 %: 13-208), respectivamente. No obstante, en el caso de Vigo se trata de un efecto retardado de 3 días y en Lugo sólo de un día. La diferencia en los riesgos y también en el retardo, probablemente se deba a la mayor persistencia de altas temperaturas en Vigo, y con ello a una mayor adaptación fisiológica de los menores, lo que llevaría a una respuesta más atrasada y de menor magnitud. A pesar de ello, en ambas ciudades los efectos muestran claramente un impacto de gran relevancia ante un ambiente caluroso por parte de los menores.

Por el contrario, en Santiago, aunque se ha podido observar una asociación en los menores con la temperatura máxima (retardo 2), el efecto por calor se caracteriza por una tendencia negativa. Sin embargo, más relevante es el hecho de

## 8.2. Enfermedades respiratorias

---

que se han registrado efectos por frío. Con una temperatura máxima de 5 °C, se incrementa el riesgo de ingreso un 70 % (IC95 %: 14-150).

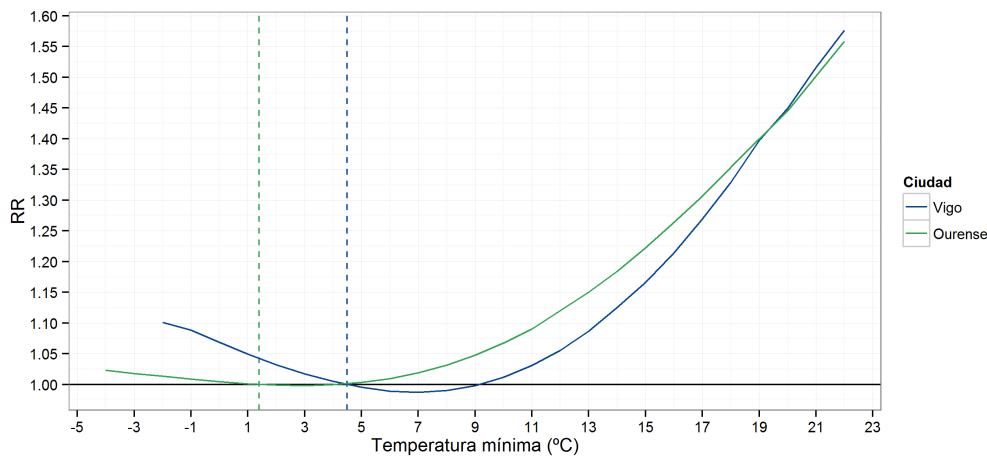
Respecto a los efectos de la temperatura mínima por frío o calor, la realidad territorial se manifiesta complicada, consecuencia de un reducido número de asociaciones encontradas en las áreas de estudio. No obstante, un efecto muy relevante y encontrado en varias ciudades se refiere a los impactos por altas temperaturas de las mínimas. Un comportamiento que anteriormente se ha visto en todas las causas y se repite también en las respiratorias, aunque con mayores riesgos. Este hecho es un reflejo considerable de la importancia de las temperaturas nocturnas. Por ejemplo, en la Figura 8.5 se pueden ver las diferencias de los RR entre Vigo y Ourense para los mayores de 64 años. En ambas ciudades los efectos se han registrado con un retardo de un día. La respuesta con una temperatura mínima de 20C, se manifiesta en un incremento del 45 % (IC95 %: 11-89) y 44 % (IC95 %: 14-83), respectivamente.

En las diferencias destacan dos comportamientos particulares: por una parte los mayores riesgos en Ourense para temperaturas inferiores a 20 °C, y, por otra, el acercamiento entre ambas ciudades en valores termométricos extremos. La explicación podría estar en un menor grado de adaptación de la población en Ourense en la franja inferior a este umbral. De hecho, aunque Ourense es la ciudad gallega con las temperaturas más altas, el número de noches cálidas o tropicales es reducido (Royé y Martí 2015). En Ourense las temperaturas veraniegas sufren importantes oscilaciones, con temperaturas máximas muy elevadas, pero con un descenso térmico rápido a partir de la puesta de sol.

Al comparar los riesgos con los totales se observa claramente la mayor vulnerabilidad de los mayores de 64 años. Con una temperatura mínima de 20 °C, se incrementa el riesgo de ingreso el 40 % (IC95 %: 16-70) en Vigo y el 30 % (IC95 %: 7-57) en Ourense.

En general, los impactos por altas temperaturas nocturnas se han podido ver de forma clara y evidente especialmente en Vigo, pero también en otras ciudades gallegas. Además, Vigo es la ciudad de Galicia con más probabilidad de noches cálidas (Royé y Martí 2015).

Un aspecto todavía no comentado en este capítulo se refiere a otras variables de confusión que podrían explicar las diferencias encontradas en los niveles de riesgo



**Figura 8.5:** Riesgo de ingreso por enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, y en función de la temperatura mínima y con retardo de 1 día, en Vigo y Ourense. Línea discontinua vertical: punto termoneutral.

debidos al ambiente térmico. La contaminación atmosférica y la concentración de polen son especialmente relevantes en las enfermedades respiratorias. Es más, debido a probables efectos sinérgicos es muy probable que, al menos parcialmente, las diferencias territoriales se deban a estos factores. A raíz de la limitación de este presente trabajo no es posible realizar valoraciones respecto al peso que pudieran tener dichas variables, algo que podría ser objeto de una futura investigación.

### 8.3 Enfermedades cardiovasculares

En todas las ciudades gallegas se ha observado la ausencia de una asociación clara entre el ambiente térmico y el aumento de ingreso por enfermedades cardiovasculares. A pesar de que en algunos casos como Vigo, Lugo y Pontevedra, se han encontrado efectos con una tendencia negativa, estos riesgos han consistido en una disminución con altas temperaturas. No se ha podido encontrar, sin embargo, ninguna relación con bajas temperaturas. En ningún caso se debería suponer que se tratase de un efecto protector. Por el contrario, el comportamiento observado confirmaría la hipótesis de que, en la mayoría de casos de morbilidad por enfermedades cardiovasculares, éstas pudieran llevar directamente a la muerte antes de una posible atención médica, o sea, una hospitalización, especialmente

### 8.3. Enfermedades cardiovasculares

---

con exposiciones a altas temperaturas (Kovats et al. 2004, Michelozzi et al. 2009). Este tipo de situaciones es fiel reflejo del carácter crónico de las enfermedades cardiovasculares y sus efectos agudos y repentinos (Chang et al. 2004).

La explicación patofisiológica de este efecto no está clara. No obstante, una posible hipótesis de la muerte súbita sería una insuficiencia cardíaca congestiva, que ha sido identificada como el factor pronóstico más importante en golpes de calor (Michelozzi et al. 2009).

Para dar más peso a la hipótesis de los efectos agudos, los autores Michelozzi et al. (2009) condujeron un análisis adicional en el que se llegó a confirmar un aumento del 12,4 % de mortalidad y un descenso del 1,2 % en hospitalizaciones durante episodios de altas temperaturas. Es necesario realizar estudios más específicos para aclarar o confirmar esta hipótesis. Sería necesario analizar estos casos agudos de problemas cardiovasculares con otros indicadores de salud, como pueden ser las visitas a urgencias.

Este fenómeno se limita a enfermedades cardiovasculares agudas, no obstante, los autores Ye et al. (2012) indican también otro aspecto relevante para las personas con enfermedades cardiovasculares crónicas; éstas probablemente evitarían situaciones de exposición térmica desfavorable, lo que lleva en la modelización a una asociación negativa o nula.

Además, este fenómeno se vería completado por el hecho de que los múltiples subgrupos existentes en las agrupaciones principales se caracterizan por diferentes reacciones ante el ambiente térmico (Ye et al. 2012). Un ejemplo se puede encontrar en el estudio realizado por Green et al. (2010), en el que un derrame cerebral, hemorragia e ictus isquémico han mostrado asociaciones opuestas. No obstante, un problema existente en los estudios consiste en la limitación debida a tamaño mínimo de la muestra en los análisis estadísticos, ya que un mayor desglose en subgrupos por patologías en la morbilidad implicaría un menor número de ingresos. Algo que se hace muy visible en el análisis de ciudades pequeñas, como algunas analizadas en el presente trabajo. Este comportamiento también ha sido detectado en otros trabajos a nivel internacional.

Los autores Wichmann et al. (2011) indican un descenso del 28 % por cada incremento de 8 °C en el promedio acumulativo de la temperatura máxima aparente, además de que no han encontrado ningún efecto en el subgrupo de las cerebro-

vasculares. Otros autores confirman esta tendencia en un estudio de 12 ciudades europeas, Michelozzi et al. (2009) han señalado, aunque sin significación estadística, que la relación tiende a ser negativa en los ingresos hospitalarios respecto a causas cardiovasculares y cerebrovasculares. En España, para la ciudad de Madrid, los autores Linares y Díaz (2008) tampoco han observado efectos en enfermedades del corazón.

El único estudio realizado en Galicia sobre los efectos de la temperatura media en la mortalidad (Taracido Trunk et al. 2009), ha revelado relaciones no significativas con el calor y el frío en las ciudades de Lugo, Santiago y Vigo. En cambio, en Ourense se observó un aumento de riesgos de muerte del 37 % y del 18 % con unas temperaturas medias de 24 y de 5 °C, respectivamente. También existen estudios a nivel internacional que muestran efectos significativos en los ingresos hospitalarios. Por ejemplo, los autores Lin et al. (2009) han mostrado para la ciudad de Nueva York aumento de riesgos del 3,6 % en las enfermedades cardiovasculares por cada incremento de 1 °C, a partir de 29,4 °C de la temperatura media y con un retardo de 3 días, que a su vez representa el mayor efecto. Por otra parte, Green et al. (2010) han señalado un riesgo de ingreso del 3,5 % para eventos cerebrovasculares isquémicos en los mayores de 65 años por cada incremento de 5,6 °C en la temperatura media aparente.

Otro aspecto no indicado todavía en este contexto se refiere a la influencia mutua de las enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Por ejemplo, Eeden et al. (2012) describen cómo una inflamación pulmonar aguda o crónica puede suponer un riesgo para desarrollar eventos cardiovasculares. En una revisión realizada por Warren-Gash et al. (2009) destacan las posibles consecuencias, como una miocarditis a causa de una infección por influenza. Pues bien, sería plausible pensar que, parcialmente, el aumento observado en la mortalidad se debiera a esta influencia. Por tanto, sería posible que un paciente ingresara a causa de un problema respiratorio pero muriera finalmente debido a un evento cardiovascular. Esta hipótesis podría, por lo menos parcialmente, dar una explicación a la disminución estacional observada y expuesta en el Capítulo 6.2. En todas las áreas de estudio se ha encontrado una disminución estacional de ingresos hospitalarios por 10.000 habitantes en los mayores de 64 años, con mayor efecto en Ourense -400 que en las restantes ciudades con sólo -50 a -100. Para terminar, el comportamiento en

### 8.3. Enfermedades cardiovasculares

---

las enfermedades cardiovasculares es poco claro y precisa una mayor atención en futuras investigaciones.





# 9

## Conclusiones

---

Este estudio constituye una primera aportación sobre la relación entre el ambiente térmico y los ingresos hospitalarios urgentes en las ciudades de Galicia. Es innegable que el ambiente térmico influye de forma importante y directa en el estado de salud de los habitantes. Los resultados de este trabajo subrayan la influencia mutua entre el ser humano y su entorno, así como la gran diversidad de condiciones ambientales de carácter altamente complejo. Un mayor conocimiento de estas relaciones garantiza una mejora de la salud humana en un ambiente cada vez más complejo, especialmente ante el reto del cambio global.

### *Características generales*

Se ha observado una alta variabilidad de los ingresos hospitalarios entre los municipios analizados, que está estrechamente relacionada con las características demográficas. La tasa de hospitalización más elevada se ha registrado en las ciudades de Ourense y Lugo. Un hecho que podría deberse a su situación geográfica en el interior de Galicia y, por ende, a sus características climáticas. No obstante, se han encontrado patrones en las características generales que en estos momentos no tienen una explicación satisfactoria y requieren una investigación futura.

Se ha observado una disminución generalizada y recurrente de ingresos durante todos los veranos, especialmente marcada en las patologías respiratorias, lo que confirma el comportamiento estacional. Las diferencias estacionales y la variabilidad espacio-temporal de las hospitalizaciones se han manifestado visiblemente en los grupos de edad. Así, los menores de 5 años y los mayores de 64 son los más

vulnerables en todas las causas y en las enfermedades respiratorias, mientras que los mayores de 64 años representan el grupo más vulnerable para las patologías cardiovasculares.

Solamente en las enfermedades respiratorias y cardiovasculares se han observado diferencias de género. La explicación de este comportamiento podría estar relacionada con el hecho de que los hombres padecen con mayor probabilidad enfermedades cardio-respiratorias. Una observación que coincide con condiciones de salud en las que los hombres tienden a ser hospitalizados y morir con mayor probabilidad en comparación con las mujeres en las mismas condiciones.

### *Los riesgos de hospitalización*

En la modelización de los efectos del ambiente térmico en cada área de estudio se ha encontrado una importante relación entre las temperaturas máximas y mínimas con los ingresos hospitalarios urgentes. Los resultados reflejan la compleja interacción entre ambiente térmico y salud humana. La conclusión más general que se puede establecer es que la temperatura ambiental se correlaciona de forma significativa con la morbilidad por todas las causas y las enfermedades respiratorias, donde se ha observado una relación exposición-respuesta no-lineal, que en la mayoría de las ciudades gallegas se presenta en una forma de “J” o “U”.

Sin embargo, las enfermedades cardiovasculares han mostrado una escasa correlación con el ambiente térmico. Solamente en Vigo, Lugo y Pontevedra se han encontrado efectos con una tendencia negativa, donde el RR de hospitalización se asociaba a una disminución en las altas temperaturas.

En ningún caso se debería suponer que se trata de un efecto protector. Por el contrario, el comportamiento observado subrayaría la hipótesis de que las enfermedades cardiovasculares agudas pudieran llevar directamente a la muerte antes de una posible atención médica en la mayoría de los casos. No obstante, también sería plausible, por lo menos parcialmente, que las personas con enfermedades cardiovasculares crónicas evitaran situaciones de exposición térmica desfavorable, lo que llevaría en la modelización a una asociación negativa o nula. Este fenómeno se vería completado por el hecho de que los múltiples subgrupos patológicos existentes en las agrupaciones principales se podrían caracterizar por diferentes reacciones ante el ambiente térmico. En consecuencia, es necesario realizar estudios más

---

específicos con las enfermedades cardiovasculares para aclarar o confirmar estas hipótesis, especialmente con los antecedentes encontrados en estudios de la mortalidad en Galicia. Además, sería muy importante realizar estudios comparativos con los datos de la mortalidad en Galicia.

Evidentemente el grado de asociación y las relaciones con el ambiente térmico en todas las causas y las enfermedades respiratorias han demostrado diferentes respuestas en cada área. En líneas generales, los efectos registrados se han relacionado de forma predominante con el calor, y en menor grado con el frío. Con la exposición a temperaturas máximas se ha observado un ascenso mayoritariamente exponencial del riesgo por altas temperaturas a partir del valor termoneutral. En cambio, con la exposición a temperaturas mínimas se han observado aumentos de los riesgos relativos con altos y bajos valores, aunque en este último caso los efectos se han concentrado sobre todo en altos valores termométricos.

En este trabajo se ha puesto de manifiesto que cada ciudad se caracteriza por una temperatura termoneutral diferente, que a su vez muestra una estrecha relación con el clima regional-local de cada área de estudio. Por un lado, destaca la relación con la desviación de las temperaturas: con mayor variabilidad termométrica, como por ejemplo en Ourense y Lugo, las temperaturas termoneutrales se sitúan en valores más bajos. Por otro lado se ha observado una correlación general con las temperaturas mínima y máxima del invierno. Así, la temperatura termoneutral se incrementa con el aumento de la temperatura mínima media y con una disminución en la variabilidad del invierno. Se debe destacar que las temperaturas termoneutrales son notablemente inferiores a las cuantificadas en otros estudios, lo que podría deberse a no limitar el análisis únicamente a los meses cálidos.

En todas las causas y en las enfermedades respiratorias se ha podido observar mayoritariamente en todas las ciudades que los mayores efectos en la morbilidad han tenido lugar dentro de los primeros cinco días. Unos resultados que corresponden a lo esperado con el estrés térmico por calor: efectos cuasi-directos de pocos días. Sobresale la ausencia generalizada de efectos en los ingresos en el mismo día. No obstante sus efectos están incluidos en los distintos retardos medios, que en términos generales han mostrado una asociación importante con el ambiente térmico. Los mayores aumentos del riesgo relativo de ingresos se han registrado mayoritariamente con retardos de 2 y 3 días, y con un retardo medio de 1-3 días.

Por el contrario, los efectos por frío, que destacan por su escasa frecuencia, aparecen principalmente con retardos largos de 1-10 días de la temperatura mínima. El impacto por frío no se ha constatado en ninguna ciudad de forma clara y evidente. Algo que sorprende especialmente en algunas zonas geográficas como la ciudad de Lugo, donde la temperatura media en invierno es muy baja. Todo ello hace necesario realizar un análisis más detallado sobre estas observaciones.

Los resultados obtenidos han mostrado en todas las ciudades un mayor riesgo de hospitalización en las enfermedades respiratorias que en todas las causas, una observación que subraya la mayor dependencia de estas patologías con respecto al ambiente atmosférico. El comportamiento mayoritario indica que los pequeños incrementos de la temperatura pueden suponer aumentos considerables del riesgo, especialmente con altas temperaturas.

- En la ciudad de Vigo se han cuantificado aumentos de riesgo en los totales con altas temperaturas máximas, del 76 % en las patologías respiratorias y del 12 % en todas las causas. Los riesgos son importantes en los grupos de mayor vulnerabilidad, los menores de 5 años y los mayores de 64, en todas las causas y se sitúan en el 17 % y el 31 %. Por el contrario, la temperatura mínima muestra riesgos de ingreso hospitalario sensiblemente inferiores, del 3-4 % con una temperatura de 0 °C y con un retardo medio de 1-5 días. En las enfermedades respiratorias de la ciudad de Vigo destacan dos observaciones importantes: por un lado el aumento de riesgo de hospitalización del 90 % en los menores con una temperatura máxima de 35 °C y un retardo de 3 días, y por otro, los efectos exclusivamente por altas temperaturas mínimas ( $\geq 20$  °C) con riesgos superiores a 44 % en todos los grupos con un retardo de un día. Estos últimos impactos también se han observado en otras ciudades como Lugo, Santiago, Ourense y Pontevedra. Hay que matizar que los efectos pueden centrarse especialmente en los grupos de riesgo, e incluso la temperatura mínima puede ser inferior a los 20 °C, como es el caso de Lugo. Una observación que está relacionada con la aclimatación de la población local.
- En A Coruña no se observa una relación clara entre las enfermedades respiratorias y el ambiente térmico. En cambio, en todas las causas los totales

---

han mostrado un riesgo de hospitalización del 11 % con una temperatura máxima de 31 °C.

- En Ourense, se ha podido observar un riesgo de ingreso del 11 % con una temperatura superior de 42 °C. Aunque en este caso se refiere a un retardo de 3 días, se podría considerar un claro reflejo de una mayor adaptación térmica de la población local. En las enfermedades respiratorias destaca un riesgo del 13 % con una temperatura máxima de 8 °C y con un retardo de 1-10 días. En líneas generales, se han encontrado pocos casos en las ciudades analizadas con aumentos del riesgo debidos a los bajos valores de las máximas. La temperatura mínima en Ourense no ha mostrado una relación relevante en todas las causas, pero la asociación en las respiratorias sí que ha mostrado una tendencia de aumento del riesgo con altas temperaturas mínimas, que se plasma en un riesgo del 56 % con valores de 22 °C.
- En Lugo, en todas las causas, se ha podido observar un importante riesgo de hospitalización en los mayores de 64 años, del 26 % un día después de una temperatura máxima de 38 °C. Además, es en Lugo donde se ha cuantificado en los hombres un riesgo del 18 % con una temperatura mínima de 18 °C. Un reflejo claro de un menor grado de adaptación térmica a estas condiciones atmosféricas. En las enfermedades respiratorias sobresale un riesgo de ingreso del 125 % en los menores con una temperatura máxima de 38 °C.
- En Santiago se ha obtenido en los totales un riesgo de hospitalización del 30 % con una temperatura de 37 °C y con un retardo de 1-3 días. En las enfermedades respiratorias se ha constatado uno de los pocos casos en los que el frío ha supuesto un importante incremento de las hospitalizaciones. Dos días después de una temperatura máxima de 3 °C se produjo un aumento del riesgo del 100 % en los menores de 5 años.
- En Pontevedra el riesgo de ingreso en los totales se sitúa en el 12 % un día después de una temperatura de 37 °C. Destaca el impacto por frío, con un aumento del riesgo del 8 % en los mayores de 64 años tres días después de una temperatura mínima de -1 °C. En las enfermedades respiratorias apenas

se ha encontrado una relación con la temperatura mínima. Por el contrario, sí se ha constatado un efecto muy importante en los totales, donde un día después de una temperatura máxima de 40 °C el riesgo de hospitalización asciende al 52 %.

- En Ferrol los resultados han mostrado un comportamiento particular, dada la falta de representación de los datos para los altos valores termométricos, mayoritariamente sin significación. En todas las causas destaca un riesgo del 15 % para los totales con una temperatura mínima del 20 °C. En las patologías respiratorias destaca en los totales un riesgo de ingreso del 41 % con una temperatura de 29 °C.

#### *Variaciones territoriales*

La realidad territorial se ha manifestado complicada, una consecuencia de la heterogeneidad de los resultados individuales obtenidos en las siete áreas de estudio. No obstante se han podido ver diferencias con distintos grados de crecimiento exponencial entre varias ciudades. Los resultados sugieren que existe una clara dependencia del grado de adaptación de la población local. Parece que en ciertos rangos de temperatura los riesgos de ingreso han sido similares, pero ha sido en los extremos donde más diferencia se puede observar. Otra observación destacada ha sido que en zonas geográficas donde la población debería estar mejor aclimatada, el impacto por calor o por frío en altas temperaturas también ha llegado a ser considerable.

La frecuencia del estrés térmico por frío o calor es un elemento esencial para entender estas diferencias. No obstante, tampoco es descartable que parcialmente las diferencias se hayan debido a circunstancias demográficas, socioeconómicas o tecnológicas. Sería de gran interés introducir variables socioeconómicas en la modelización para poder considerar los determinantes sociales. Además hay que tener en cuenta que la contaminación atmosférica y la concentración de polen son importantes variables de confusión con un gran potencial de influencia. Asimismo se podría barajar la posibilidad de que la composición de los grupos patológicos hayan producido estas diferencias detectadas. Sería necesario, pues, complementar esta observación con estudios sobre las variaciones territoriales de las patologías

---

principales y sus correspondientes subgrupos. En todas las ciudades gallegas se ha constatado la importante influencia de las temperaturas nocturnas sobre la salud, concretamente por altas temperaturas de las mínimas.

Estos resultados son muy relevantes ante el muy probable aumento de los días y las noches cálidos. Además, en las ciudades, los impactos negativos del calor sobre el confort y la salud se ven agravados por el fenómeno urbano de “isla de calor”. Los resultados de las altas temperaturas mínimas constituyen una conclusión muy relevante para la salud pública, y requieren una mayor investigación en el futuro. Todavía se hace más evidente cuando se tiene en cuenta el envejecimiento de la población y la tendencia a un proceso de concentración demográfica en las principales ciudades gallegas.

Además, un hecho ampliamente conocido, y confirmado también en este trabajo, se refiere a los grupos que presentan una mayor vulnerabilidad al ambiente térmico, los mayores de 64 años y los menores de 5 años.

Los resultados obtenidos en los análisis individuales de las siete ciudades no han permitido entrar en una comparación profunda de las variaciones territoriales. En este sentido los resultados no son suficientemente claros y requerirían más investigaciones en el futuro para establecer patrones espaciales.

#### *Consideraciones finales*

Los resultados de este trabajo ponen la base para futuros planes de alerta de los servicios sanitarios y también para la gestión hospitalaria. Especialmente relevantes para los servicios sanitarios y sus sistemas de alerta son las temperaturas termoneutrales, ya que con el objetivo de proteger eficazmente a la población, será necesaria la elaboración específica de un plan para cada área de estudio de forma independiente.

Los resultados de este trabajo abren nuevos interrogantes que requieren seguir investigando en esta línea para poder establecer patrones espaciales entre las diferentes áreas de estudio. Toda esta información ha de servir para optimizar la gestión del sistema sanitario, con la puesta en marcha de planes de alerta, que permitirán prever los posibles incrementos de ingresos hospitalarios por determinadas causas que pudieran estar asociados a los cambios del tiempo.

En definitiva, la ausencia de evidencia no es evidencia de ausencia.



## Bibliografía

---

- Aboal Viñas J. (2013): “Tendencias en los ingresos hospitalarios y mortalidad por asma en nuestra comunidad”, Tesis doct., Universidade de Santiago de Compostela.
- AEMET, ed. (2011): *Atlas climático ibérico*, Agencia Estatal de Meteorología & Instituto de Meteorología de Portugal.
- Alberdi Odriozola J. C. y Díaz Jiménez J. (1997): “Modelización de la mortalidad diaria en la Comunidad Autónoma de Madrid (1986-1991)”, *Gac Sanit*, 11, 9-15.
- Aldrey Vázquez J. A. y Durán Villa F. R. (2011): “As novas tendencias na poboación galega: da emigración á inmigración”, en: *Xeografía de Galicia*, ed. por Piñeira Mantiñán y Santos Solla, Vigo: Xerais.
- Allen R. A. y DeGaetano A. T. (2001): “Estimating missing daily temperature extremes using an optimized regression approach”, *International Journal of Climatology*, 21, 1305-1319.
- American Academy of Environmental Medicine (2014), URL: <http://aaemonline.org/> (visitado 5 de abr. de 2014).
- Analitis A., Katsouyanni K., Biggeri A., Baccini M., Forsberg B., Bisanti L., Kirchmayer U., Ballester F., Cadum E., Goodman P. G., Hojs A., Sunyer J., Tiittanen P. y Michelozzi P. (2008): “Effects of cold weather on mortality: results from 15 european cities within the PHEWE project”, *Am J Epidemiol*, 168, 1397-1408.
- Analitis A., Katsouyanni K., Dimakopoulou K., Samoli E., Nikoloulopoulos A. K., Petasakis Y., Touloumi G., Schwartz J., Anderson H., Cambra K., Forastiere F., Zmirou D., Vonk J., Clancy L., Kriz B., Bobvos J. y Pekkanen J. (2006):

- “Short-term effects of ambient particles on cardiovascular and respiratory mortality”, *Epidemiology*, 17, 230-233.
- Analitis A., Michelozzi P., D’Ippoliti D., de’Donato F., Menne B., Matthies F., Atkinson R. W., Iñiguez C., Basagaña X. y Schneide A. (2014): “Effects of heatwaves on mortality: effect modification and confounding by air pollutants”, *Epidemiology*, 25, 15-22.
- Andersen J. Z., Bønnelykke K., Hvidberg M., Jensen S. S., Ketzel M., Loft S., Sørensen M., Tjønneland A., Overvad K. y Raaschou-Nielsen O. (2012): “Long-term exposure to air pollution and asthma hospitalisations in older adults: a cohort study”, *Thorax*, 67, 6-11.
- Armstrong B. (2006): “Models for the relationship between ambient temperature and daily mortality”, *Epidemiology*, 17, 624-631.
- Asante K. A., Agusa T., Biney C. B., Agyekum W. A., Bello M., Otsuka M., Itai T., Takahashi S. y Tanabe S. (2012): “Multi-trace element levels and arsenic speciation in urine of e-waste recycling workers from Agbogbloshie, Accra in Ghana”, *Sci Total Environ*, 424, 63-73.
- Åström C., Orru H., Rocklöv J., Strandberg G., Ebi K. L. y Forsberg B. (2013): “Heat-related respiratory hospital admissions in Europe in a changing climate: a health impact assessment”, *BMJ Open*, 3.
- Baccini M., Biggeri A., Accetta G., Kosatsky T., Katsouyanni K., Analitis A., Anderson H. R., Bisanti L., D’Ippoliti D., Danova J., Forsberg B., Medina S., Paldy A., Rabczenko D., Schindler C. y Michelozzi P. (2008): “Heat effects on mortality in 15 European cities”, *Epidemiology*, 19, 711-719.
- Baccini M., Biggeri A., Accetta G., Kosatsky T., Katsouyanni K., Analitis A., Anderson H. R., Bisanti L., D’Ippoliti D., Danova J., Forsberg B., Medina S., Paldy A., Rabczenko D., Schindler C., Baccini M., Kosatsky T. y Biggeri A. (2013): “Impact of summer heat on urban population mortality in Europe during the 1990s: an evaluation of years of life lost adjusted for harvesting”, *PLoS ONE*, 8, 7.
- Baeke F., Takiishi T., Korf H., Gysemans C. y Mathieu C. (2010): “Vitamin D: modulator of the immune system”, *Curr Opin Pharmacol*, 10, 482-496.
- Ballester F. (1996): “Meteorología y salud. La relación entre la temperatura ambiental y la mortalidad”, *Revista Española de Salud Pública*, 70, 251-259.

## Bibliografía

---

- Ballester F., Corella D., Pérez-Hoyos S., Sáez M. y Hervás A. (1997): “Mortality as a function of temperature. A study in Valencia, Spain, 1991–1993”, *Int J Epidemiol*, 26, 551-561.
- Ballester F., Michelozzi P. e Iñiguez C. (2003): “Weather, climate, and public health”, *J Epidemiol Community Health*, 57, 759-760.
- Ballester F., Rodríguez P., Iñiguez C., Saez M., Daponte A., Galán I., Taracido M., Arribas F., Bellido J., Cirarda F. B., Cañada A., Guillén J. J., Guillén-Grima F., López E., Pérez-Hoyos S., Lertxundi A. y Toro S. (2006): “Air pollution and cardiovascular admissions association in Spain: results within the EMECAS project”, *J Epidemiol Community Health*, 60, 328-336.
- Ballester F., Saez M., Daponte A., María Ordóñez J., Taracido M., Cambra K., Arribas F., Bellido J. B., Guillén J. J., Aguinaga I., Cañada Á., López E., Iñiguez C., Rodríguez P., Pérez-Hoyos S., Barceló M. A., Ocaña R. y Aránguez E. (2005): “El proyecto EMECAS: protocolo del estudio multicéntrico en España de los efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la salud”, *Revista Española de Salud Pública*, 79, 229-242.
- Ballester F., Tenías J. M. y Pérez-Hoyos S. (2001): “Air pollution and emergency hospital admissions for cardiovascular diseases in Valencia, Spain”, *J Epidemiol Community Health*, 55, 57-65.
- Ballester J., Robine J.-M., Herrmann F. R. y Rodó X. (2011): “Long-term projections and acclimatization scenarios of temperature-related mortality in Europe”, *Nature Communications*, 2, 1-8.
- Barnett A. G., Loope d. M. y Fraser J. F. (2008): “The seasonality in heart failure deaths and total cardiovascular deaths”, *Aust NZ J Public Health*, 32, 408-413.
- Barnett A., Hajat S., Gasparrini A. y Rocklöv J. (2012): “Cold and heat waves in the United States”, *Environ. Res.* 212, 218-224.
- Bartra J., Mullol J., Cuvillo A. del, Dávila I., Ferrer M., Jáuregui I., Montoro J., Sastre J. y Valero A. (2007): “Air pollution and allergens”, *J Investig Allergol Clin Immunol*, 17, 3-8.
- Basagaña X., Sartini C., Barrera-Gómez J., Dadvand P., Cunillera J., Ostro B., Sunyer J. y Medina-Ramón M. (2011): “Heat waves and cause-specific mortality at all ages”, *Epidemiology*, 22, 765-772.

- Basu R. y Samet J. M. (2002): "Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence", *Epidemiol Rev*, 24, 190-202.
- Basu R. (2009): "High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008", *Environ Health*, 8, 40.
- Bayentin L., El Adlouni S., Ouarda T. B., Gosselin P., Doyon B. y Chebana F. (2010): "Spatial variability of climate effects on ischemic heart disease hospitalization rates for the period 1989-2006 in Quebec, Canada", *International Journal of Health Geographics*, 9, 5.
- Bell L. M. y Samet M. J. (2010): "Air pollution", en: *Environmental health: from global to local*, ed. por Frumkin, 2.<sup>a</sup> ed., San Francisco: Wiley, cap. 12, 387-416.
- Bell M. L., Ebisu K., Peng R. D., Samet J. M. y Dominici F. (2009): "Hospital admissions and chemical composition of fine particle air pollution", *Am J Respir Crit Care Med*, 179, 1115-1120.
- Bellinger D. C. (2014): "Mercury and pregnancy", *Birth Defects Research (PART A)*, 100, 1-3.
- Benach J., Muntaner C., Vergara M. y Sridharan S. (2009): "Informe de la Comisión de Determinantes Sociales en Salud de la OMS: una valoración crítica", en: *Primeras Jornadas sobre "Desigualdades Sociales en la Salud en la Comunidad de Madrid"*, ed. por Análisis de Políticas Sanitarias, 12-13 de noviembre de 2009, Madrid.
- Berlin M., Zalups R. K. y Fowler B. A. (2007): "Mercury", en: *Handbook on the Toxicology of Metals*, ed. por Nordberg, Fowler, Nordberg y Friberg, 3.<sup>a</sup> ed., Amsterdam: Elsevier, 675-729.
- Bhaskaran K., Hajat S., Haines A., Herrett E., Wilkinson P. y Smeeth L. (2009): "Effects of ambient temperature on the incidence of myocardial infarction", *Heart*, 95, 1760-1769.
- Bøkenes L., Alexandersen T. E., Tveita T., Østerud B. y Mercer J. B. (2004): "Physiological and hematological responses to cold exposure in young subjects", *Int J Circumpolar Health*, 63, 115-128.

## Bibliografía

---

- Boldo E., Medina S., Tertre A., Hurley F., Mücke H.-G., Ballester F. y Aguilera I. (2006): “Aphis: health impact assessment of long-term exposure to PM2.5 in 23 European cities”, *Eur J Epidemiol*, 21, 449-458.
- Borrell C., Marí-Dell’Olmo M., Rodríguez-Sanz M., Garcia-Olalla P., Cayla J. A., Benach J. y Muntaner C. (2006): “Socioeconomic position and excess mortality during the heat wave of 2003 in Barcelona”, *Eur J Epidemiol*, 21, 633-640.
- Bose-O’Reilly S., McCarty K. M., Steckling N. y Lettmeier B. (2010): “Mercury exposure and children’s health”, *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*, 40, 186-215.
- Braga A. L. F., Zanobetti A. y Schwartz J. (2002): “The effect of weather on respiratory and cardiovascular deaths in 12 U.S. cities”, *Environ Health Perspect*, 110, 859-863.
- Breitner S., Wolf K., Peters A. y Schneider A. (2014): “Short-term effects of air temperature on cause-specific cardiovascular mortality in Bavaria, Germany”, *Heart*, 100, 1272-1280.
- Brunekreef B., Hoek G., Fischer P. y Spijksma F. M. (2000): “Relation between airborne pollen concentrations and daily cardiovascular and respiratory-disease mortality”, *Lancet*, 355, 1517-1518.
- Buguet A. (2007): “Sleep under extreme environments: effects of heat and cold exposure, altitude, hyperbaric pressure and microgravity in space”, *J. Neurol. Sci.* 262, 145-152.
- Burton I., Ebi K. L. y McGregor G. (2009): “Biometeorology for adaptation to climate variability and change”, en: *Biometeorology for adaptation to climate variability and change*, ed. por Ebi, Burton y McGregor, Springer.
- Buttschardt T. (2002): “Umwelt”, en: *Lexikon de Geographie. In vier Bänden*, ed. por Brunotte, Gebhardt, Meurer, Meusburger y Nipper, vol. 3, Berlin: Spektrum, 397.
- Carracedo-Martinez E., Sanchez C., Taracido M., Saez M., Jato V. y Figueiras A. (2008): “Effect of short-term exposure to air pollution and pollen on medical emergency calls: a case-crossover study in Spain”, *Allergy*, 63, 347-353.
- Case A. y Paxson C. (2005): “Sex differences in morbidity and mortality”, *Demography*, 42, 189-214.

- Castaño A., Sánchez-Rodríguez J. E., Cañas A., Esteban M., Navarro C., Rodríguez-García A. C., Arribas M., Díaz G. y Jiménez-Guerrero J. A. (2012): “Mercury, lead and cadmium levels in the urine of 170 Spanish adults: a pilot human biomonitoring study”, *Int J Hyg Environ Health*, 215, 191-195.
- Castro M. de, Gomez-Gesteira M., Ramos A. M., Álvarez I. y Castro P. de (2011): “Effects of heat waves on human mortality, Galicia, Spain”, *Climate Research*, 48, 333-341.
- Cesaroni G., Badaloni C., Gariazzo C., Stafoggia M., Sozzi R., Davoli M. y Forastiere F. (2013): “Long-term exposure to urban air pollution and mortality in a cohort of more than a million adults in Rome”, *Environ Health Perspect*, 121, 324-331.
- Chang C. L., Shipley M., Marmot M. y Poulter N. (2004): “Lower ambient temperature was associated with an increased risk of hospitalization for stroke and acute myocardial infarction in young women”, *J Clin Epidemiol*, 57, 749-757.
- Chen A., Dietrich K. N., Huo A. y Ho S.-M. (2011): “Developmental neurotoxins in e-waste: an emerging health concern”, *Environ Health Perspect*, 119, 431-438.
- Chopra P. y Kanji G. (2011): “Environmental health: assessing risks to society”, *Total Quality Management*, 22, 461-489.
- Chung J.-Y., Honda Y., Hong Y.-C., Pan X.-C., Guo Y.-L. y Kim H. (2009): “Ambient temperature and mortality: an international study in four capital cities of East Asia”, *Sci Total Environ*, 408, 390-396.
- Clark W. C. (1985): “Scales of climate impacts”, *Climate Change*, 7, 5-27.
- Clarkson T. W. (1997): “The toxicology of mercury”, *Crit Rev Clin Lab Sci*, 34, 369-403.
- Clayton T. C., Thompson M. y Meade T. W. (2008): “Recent respiratory infection and risk of cardiovascular disease: case-control study through a general practice database”, *Eur Heart J*, 29, 96-103.
- Cleveland W., Grosse E. y Shyu W. (1992): “Local regression models”, en: *Statistical Models in S*, ed. por Chambers y Hastie, Wadsworth & Brooks/Cole.

- Conlon K. C., Rajkovich N. B., White-Newsome J. L., Larsen L. y O'Neill M. S. (2011): "Preventing cold-related morbidity and mortality in a changing climate", *Maturitas*, 69, 197-202.
- COPHES (2012): "Consortium to perform human biomonitoring on a european scale (COPHES)", *Cent Eur J Public Health*, 20, 300.
- Coumou D. y Rahmstorf S. (2012): "A decade of weather extremes", *Nature Climate Change*, 2, 491-496.
- Curriero F. C., Heiner K. S., Samet J. M., Zeger S. L., Strug L. y Patz J. A. (2002): "Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States", *Am J Epidemiol*, 155, 80-87.
- Cutolo M. (2013): "Further emergent evidence for the vitamin D endocrine system involvement in autoimmune rheumatic disease risk and prognosis", *Ann Rheum Dis*, 72, 473-475.
- Dahlgren G. y Whitehead M. (1991): *Policies and strategies to promote social equity in health. Background document to WHO - strategy paper for Europe*, Arbetsrapport 2007:14, Institute for Futures Studies, URL: [http://ideas.repec.org/p/hhs/ifswps/2007\\_014.html](http://ideas.repec.org/p/hhs/ifswps/2007_014.html).
- D'Amato G., Cecchi L., Bonini S., Nunes C., Annesi-Maesano I., Behrendt H., Liccardi G., Popov T. y Cauwenberge P. v. (2007): "Allergenic pollen and pollen allergy in Europe", *Allergy*, 62, 976-990.
- D'Amato G., Cecchi L., D'Amato M. y Liccardi G. (2010): "Urban air pollution and climate change as environmental risk factors of respiratory allergy: an update", *J Investig Allergol Clin Immunol*, 20, 95-102.
- D'Amato G., Liccardi G., D'Amato M. y Holgate S. (2005): "Environmental risk factors and allergic bronchial asthma", *Clin Exp Allergy*, 35, 1113-1124.
- Danet S., Richard F., Montaye M., Beauchant S., Lemaire B., Graux C., Cottel D., Marécaux N. y Amouyel P. (1999): "Unhealthy effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of myocardial infarction and coronary deaths", *Circulation*, 100, 1-7.
- Davidson P. W., Strain J. J., Myers G. J., Thurston S. W., Bonham M. P., Shamlaye C. F., Stokes-Riner A., Wallace J. M. W., Robson P. J., Duffy Emeir M., Georger L. A., Sloane-Reeves J., Cernichiari E., Canfield Richard L., Cox C., Huang L. S., Janciuras J. y Clarkson T. W. (2007): "Neurodevelopmental effects of

- maternal nutritional status and exposure to methylmercury from eating fish during pregnancy”, *Neurotoxicology*, 29, 767-775.
- De Pablo Dávila F., Rivas Soriano L., Sánchez Llorente J. M. y Nájera López A. (2013): “Effects of weather types on hospital admissions for respiratory diseases in Castilla-La Mancha, Spain”, *Atmósfera*, 26, 95-107.
- De Pablo Dávila F., Tomás C., Soriano L. R. y Diego L. (2009): “Winter circulation weather types and hospital admissions for cardiovascular, respiratory and digestive diseases in Salamanca, Spain”, *International Journal of Climatology*, 29, 1692-1703.
- DeGaetano A. T., Eggleston K. L. y Knapp W. W. A. (1995): “Method to estimate missing daily maximum and minimum temperature observations”, *J Appl Meteor*, 34, 371-380.
- DEMOCOPHES, ed. (2013): *Demonstration of a study to coordinate and perform human biomonitoring on a European scale, final project report*.
- Díaz J., García R., López C., Linares C., Tobías A. y Prieto L. (2005): “Mortality impact of extreme winter temperatures”, *Int J Biometeorol*, 49, 179-183.
- Díaz J., Linares C. y Tobías A. (2006): “Impact of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain) among the 45-64 age-group”, *Int J Biometeorol*, 50, 342-348.
- Díaz J., Linares C. y Tobías A. (2007): “Short-term effects of pollen species on hospital admissions in the city of Madrid in terms of specific causes and age”, *Aerobiologia*, 23, 231-238.
- Díaz-Sánchez D., Tsiens A., Fleming J. y Saxon A. (1997): “Combined diesel exhaust particulate and ragweed allergen challenge markedly enhance human in vivo nasal ragweed-specific IgE and skews cytokine production to a T helper cell 2-type pattern”, *The Journal of Immunology*, 158, 2406-2413.
- D’Ippoliti D., Michelozzi P., Marino C., De’Donato F., Menne B., Katsouyanni K., Kirchmayer U., Analitis A., Medina-Ramón M., Paldy A., Atkinson R., Kovats S., Bisanti L., Schneider A., Lefranc A., Iñiguez C. y Perucci C. A. (2010): “The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the Euro HEAT project”, *Environ Health*, 9, 37.
- Domínguez-Rodríguez A., Abreu-Afonso J., Rodríguez S., Juárez-Prera R. A., Arroyo-Ucar E., Jiménez-Sosa A., González Y., Abreu-González P. y Avanzas

## Bibliografía

---

- P. (2011): “Estudio comparativo de las partículas en aire ambiente en pacientes ingresados por insuficiencia cardiaca y síndrome coronario agudo”, *Revista Española de Cardiología*, 64, 661-666.
- Dominici F., Daniels M., McDermott A., Zeger S. L. y Samet J. (2003): “Shape of the exposure-response relation and mortality displacement in the NMMAPS database”, en: *Revised analyses of time-series of air pollution and health. Special report*. Boston: Health Effects Institute, 91-96.
- Dominici F., Peng R. D., Bell M. L., Pham L., McDermott A., Zeger S. L. y Samet J. M. (2006): “Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases”, *Journal of American Medical Association*, 295, 1126-1134.
- Ebi, Burton y McGregor, eds. (2009): *Biometeorology for adaptation to climate variability and change*, Springer.
- Ebi K. L., Exuzides K. A., Lau E., Kelsh M. y Barnston A. (2004): “Weather changes associated with hospitalizations for cardiovascular diseases and stroke in California, 1983-1998”, *Int J Biometeorol*, 49, 48-58.
- EC (2013): *Mercury, European Commission*, URL: <http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/> (visitado 8 de ago. de 2013).
- EC No 1881/2006: *Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs, 19 December 2006*, Commission Regulation.
- EC No 197/38 2012: *Waste electrical and electronic equipment (WEEE), 4 July 2012*, Commission Regulation.
- EC No 37/24 2002: *Waste electrical and electronic equipment (WEEE), 27 January 2003*, Commission Regulation.
- EC No 629/2008: *Amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs, 2 July 2008*, Commission Regulation.
- EC No 847/2012: *Amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards mercury, 19 September 2012*, Commission Regulation.
- Eccles R. (2002): “An explanation for the seasonality of acute upper respiratory tract viral infections”, *Acta Otolaryngol*, 122, 183-191.

- EEA (2013): *Environment and human health, Joint EEA-JRC report Nr 5 (Report EUR 25933 EN)*, inf. téc., European Environment Agency.
- Eeden V. E., Leipsic J., Man S. F. P. y Sin D. D. (2012): “The relationship between lung inflammation and cardiovascular disease”, *Am J Respir Crit Care Med*, 186, 11-16.
- EFSA (2012): “Scientific opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food”, *European Food Safety Authority (EFSA) Journal*, 10, 12, European Food Safety Authority, 2985.
- Eis, Helm, Laußmann y Stark, eds. (2010): *Klimawandel und Gesundheit – Ein Sachstandsbericht*. Berlin: Robert Koch-Institut.
- ERP (2014): *European Recycling Platform*, URL: <http://www.erp-recycling.es/> (visitado 20 de ene. de 2014).
- Espigares García M., Fernández-Crehuet Navajas M. y Moreno Abril O. (2008): “Factores ambientales determinantes de la salud”, en: *Medicina preventiva y salud pública*, ed. por Piédrola, Sierra López, Sáenz González, Fernández-Crehuet Navajas, Salleras Sanmartín, Cueto Espinar, Gestal Otero, Domínguez Rojas, Delgado Rodríguez, Bolúmar Montrull, Herruzo Cabrera y Serra Majem, 11.<sup>a</sup> ed., Barcelona: Masson, 311-319.
- Eurowinter-Group (1997): “Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe”, *Lancet*, 349, 1341-1346.
- Ewing R. H. (2008): “Characteristics, causes, and effects of sprawl: a literature review”, en: *Urban ecology*, ed. por Marzluff, Shulenberger, Endlicher, Alberti, Bradley, Ryan, Simon y ZumBrunnen, Springer, 519-535.
- Fernández de Arróyabe P. (2004): “Climate, weather and flu diagnoses incidence in the region of Santander (Northern Spain) during the 1999–2000 epidemic diffusion period”, *Aerobiologia*, 20, 223-228.
- Fernández de Arróyabe P. (2012): “Influenza epidemics and spanish climatic domains”, *Health*, 4, 941-945.
- Fernández-Camacho R., Rodríguez S., Rosa J. de la, Sánchez de la Campa A. M., Viana M., Alastuey A. y Querol X. (2010): “Ultrafine particle formation in the inland sea breeze airflow in Southwest Europe”, *Atmos Chem Phys*, 10, 9615-9630.

## Bibliografía

---

- Fernández-Raga M., Tomás C. y Fraile R. (2010): “Human mortality seasonality in Castile-León, Spain, between 1980 and 1998: the influence of temperature, pressure and humidity”, *Int J Biometeorol*, 54, 379-392.
- Fischer E. M. y Schär C. (2010): “Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves”, *Nature Geoscience*, 3, 398-403.
- Fisman D. N. (2007): “Seasonality of infectious diseases”, *Annu Rev Public Health*, 28, 127-143.
- Fleming D. M. (2000): “The contribution of influenza to combined acute respiratory infections, hospital admissions, and deaths in winter”, *Commun Dis Public Health*, 3, 32-38.
- Font Tullot I. (2000): *Climatología de España y Portugal*, 2.<sup>a</sup> ed., Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Fouillet A., Rey G., Wagner V., Laaidi K., Empereur-Bissonnet P., Le Tertre A., Frayssinet P., Bessemoulin P., Laurent F., DeCrouy-Chanel P., Jouglé E. y Hémon D. (2008): “Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave”, *Int J Epidemiol*, 37, 309-317.
- Foxman E. F., Storer J. A., Fitzgerald M. E., Wasik B. R., Hou L., Zhao H., Turner P. E., Pyle A. M. e Iwasaki A. (2015): “Temperature-dependent innate defense against the common cold virus limits viral replication at warm temperature in mouse airway cells”, *PNAS*, Early Edition.
- Frazzoli C., Orisakwe O. E., Dragone R. y Mantovani A. (2010): “Diagnostic health risk assessment of electronic waste on the general population in developing countries scenarios”, *Environmental Impact Assessment Review*, 30, 388-399.
- Fuhrman C., Sarter H., Thibaudon M., Delmas M.-C., Zeghnoun A., Lecadet J. y Caillaud D. (2007): “Short-term effect of pollen exposure on antiallergic drug consumption”, *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 99, 225-231.
- Gabriel K. y Endlicher W. (2011): “Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany”, *Environmental Pollution*, 159, 2044-2050.
- García Palomares J. C. y Alberdi J. C. (2005): “Mortalidad en la ciudad de Madrid durante la ola de calor del verano de 2003”, *GeoFocus*, 5, 19-39.

- Gasparrinia A., Armstrong B. y Kenward M. G. (2010): “Distributed lag non-linear models”, *Stat Med*, 29, 2224-2234.
- Gavidia V. y Talavera M. (2012): “La construcción del concepto de salud”, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 161-175.
- Ginsberg G. L. y Toal B. F. (2009): “Quantitative approach for incorporating methylmercury risks and omega-3 fatty acid benefits in developing species-specific fish consumption advice”, *Environ Health Perspect*, 117, 267-275.
- Gohlke J. y Portier C. (2007): “The forest for the trees: a systems approach to human health research”, *Environ Health Perspect*, 115, 1261-1263.
- Gómez-Acebo I., Llorca J., Rodríguez-Cundín P. y Dierssen-Sotos T. (2012): “Extreme temperatures and mortality in the north of Spain”, *International Journal of Public Health*, 57, 305-313.
- Gómez-Gesteira M., Gimeno L., Castro M. de, Lorenzo M. N., Alvarez I., Nieto R., Taboada J. J., Crespo A. J. C., Ramos A. M., Iglesias I., Gómez Gesteira J. L., Santo F. E., Barriopedro D. y Trigo I. F. (2011): “The state of climate in NW Iberia”, *Climate Research*, 48, 109-144.
- Goodchild M. F. y Quattrochi D. A. (1997): “Scale, multiscaling, remote sensing, and GIS”, en: *Scale in remote sensing and GIS*, ed. por Quattrochi y Goodchild, FL: CRC Lewis.: Boca Raton, 1-11.
- Grassly N. C. y Fraser C. (2006): “Seasonal infectious disease epidemiology”, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273, 2541-2550.
- Graves P. E. (2014): “The hedonic method of valuing environmental policies and quality”, en: *Handbook of regional science*, ed. por Nijkamp, Fisher y Batabyal, New York: Springer.
- Green R. S., Basu R., Malig B., Broadwin R., Kim J. J. y Ostro B. (2010): “The effect of temperature on hospital admissions in nine California counties”, *International Journal of Public Health*, 55, 113-121.
- Guyton y Hall, eds. (2011): *Tratado de fisiología médica*, 12.<sup>a</sup> ed., Barcelona: Elsevier.
- Hajat S. y Haines A. (2002): “Associations of cold temperatures with GP consultations for respiratory and cardiovascular disease amongst the elderly in London”, *Int J Epidemiol*, 31, 825-830.

## Bibliografía

---

- Hajat S. y Kosatky T. (2010): “Heat-related mortality: a review and exploration of heterogeneity”, *J Epidemiol Community Health*, 64, 753-760.
- Hajat S., Armstrong B. G., Gouveia N. y Wilkinson P. (2005): “Mortality displacement of heat-related deaths. A comparison of Delhi, São Paulo, and London”, *Epidemiology*, 16, 616-620.
- Hajat S., Bird W. y Haines A. (2004): “Cold weather and GP consultations for respiratory conditions by elderly people in 16 locations in the UK”, *Eur J*, 19, 959-968.
- Hajat S., Kovats R. S. y Lachowycz K. (2007): “Heat-related and cold-related deaths in England and Wales: who is at risk?”, *Occup Environ Med*, 64, 93-100.
- Hales S., Blakely T., Foster R. H., Baker M. G. y Howden-Chapman P. (2012): “Seasonal patterns of mortality in relation to social factors”, *J Epidemiol Community Health*, 66, 379-384.
- Hanigan I. C. y Johnston F. H. (2007): “Respiratory hospital admissions were associated with ambient airborne pollen in Darwin, Australia, 2004-2005”, *Clin Exp Allergy*, 37, 1556-1565.
- Hargreaves M. (2008): “Physiological limits to exercise performance in the heat”, *J Sci Med Sport*, 11, 66-71.
- Harlan S. L., Chowell G., Yang S., Petitti D. B., Morales Butler E. J., Ruddell B. L. y Ruddell D. M. (2014): “Heat-related deaths in hot cities: estimates of human tolerance to high temperature thresholds”, *Int J Environ Res Public Health*, 11, 3304-3326.
- Hassi J. (2005): “Cold extremes and impacts on health”, en: *Extreme weather events and public health responses*, ed. por Kirch, Bertollini y Menne, Berlin: Springer.
- Hastie T. J. y Tibshirani R. J. (1990): *A generalized additive models*, vol. 43, Monographs on Statistics & Applied Probability, Chapman & Hall/CRC.
- Havenith G. (2005): “Temperature regulation, heat balance and climatic stress”, en: *Extreme weather events and public health responses*, ed. por Kirch, Bertollini y Menne, Berlin: Springer.

- Healy J. D. (2003): “Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors”, *Journal of Epidemiology Community Health*, 57, 784-789.
- Hipócrates (1996): *Tratados hipocráticos*, Madrid: Alianza Editorial.
- Hoek G., Kirshnan R. M., Beelen R., Peters A., Ostro B., Brunekreef B. y Kaufman J. D. (2013): “Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review”, *Environ Health*, 12.
- Holick M. F. y Chen T. C. (2008): “Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences”, *Am J Clin Nutr*, 87, 1080-1086.
- Holmes P., James K. A. F. y Levy L. S. (2009): “Is low-level environmental mercury exposure of concern to human health?”, *Sci Total Environ*, 408, 171-182.
- Holt P. G., Upham J. W. y Sly P. D. (2005): “Contemporaneous maturation of immunologic and respiratory functions during early childhood: implications for development of asthma prevention strategies”, *J Allergy Clin Immunol*, 116, 16-24.
- Höppe P. (1997): “Aspects of human biometeorology in past, present and future”, *Int J Biometeorol*, 40, 19-23.
- Huber M., Knottnerus J. A., Green L., Horst van der H., Jadad A., Kromhout D., Leonard B., Lorig K., Loureiro M. I., Meer van der J. W. M., Schnabel P., Smith R., Weel van C. y Smid H. (2011): “How should we define health?”, *Br Med J*, 343, d4163.
- Humboldt A. (2005): *Cosmos, ó ensayo de una descripción física del mundo*, Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Huynen M. M. T. E., Martens P., Schram D., Weijenberg M. P. y Kunst A. E. (2001): “The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the dutch population”, *Environ Health Perspect*, 109, 463-470.
- Iñiguez C., Ballester F., Pérez-Hoyos S. y Saez (2001): “Estimación de los casos diarios de gripe a partir de los casos declarados al Sistema de Enfermedades de Declaración Obligatoria: utilidad en estudios de series temporales”, *Gac Sanit*, 15, 273-275.
- IPCC, ed. (2014): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Inter-*

## Bibliografía

---

- governmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Irala de J., Martínez-González M. Á. y Guillén Grima F. (2001): “¿Qué es una variable de confusión?”, *Medicina Clínica (Barc)*, 117, 377-385.
- Ishigami A., Hajat S., Kovats R. S., Bisanti L., Rognoni M., Russo A. y Paldy A. (2008): “An ecological time-series study of heat-related mortality in three European cities”, *Environ Health*, 7, 5.
- Itai T., Otsuka M., Asante K. A., Muto M., Opoku-Ankomah Y., Ansa-Asare O. D. y Tanabe S. (2014): “Variation and distribution of metals and metalloids in soil/ash mixtures from agbogbloshie e-waste recycling site in Accra, Ghana”, *Sci Total Environ*, 471, 707-716.
- Jackson D. J. y Lemanske J. R. F. (2010): “The role of respiratory virus infections in childhood asthma inception”, *Immunology and Allergy Clinics of North America*, 30, 513-522.
- Jamason P. F., Kalkstein L. S. y Gergen P. J. (1997): “A synoptic evaluation of asthma hospital admissions in New York City”, *Am J Respir Crit Care Med*, 156, 1781-1788.
- Jato V., Rodríguez-Rajo F. J., C. S. M. y Aira M. J. (2009): “Poaceae pollen in Galicia (N.W. Spain): characterisation and recent trends in atmospheric pollen season”, *Int J Biometeorol*, 53, 333-344.
- Jendritzky G. (1993): “The atmospheric environment – an introduction”, *Experientia*, 49, 733-740.
- Jendritzky G. (2009): “Folgen des Klimawandels für die Gesundheit”, *Geographische Rundschau*, 61, 36-42.
- Jendritzky G., Bucher K., Laschewski G. y Walther H. (2000): “Atmospheric heat exchange of the human being, bioclimate assessments, mortality and thermal stress”, *Int J Circumpolar Health*, 59, 222-227.
- Jendritzky G., Bucher K., Laschewski G., Schultz E. y Staiger H. (1998): “Medizinische Klimatologie”, en: *Handbuch der Balneologie und Medizinischen Klimatologie*, ed. por Gutenbrunner e Hildebrandt, Heidelberg: Springer.
- Jim C. y Chen W. Y. (2006): “Impacts of urban environmental elements on residential housing prices in Guangzhou (China)”, *Landscape and Urban Planning*, 78, 422-434.

- Jousilahti P., Vartiainen E., Tuomilehto J. y Puska P. (1999): “Sex, age, cardiovascular risk factors, and coronary heart disease. A prospective follow-up study of 14,786 middle-aged men and women in Finland”, *Circulation*, 99, 1165-1172.
- Kalkstein L. S. y Davis R. E. (1989): “Weather and human mortality: an evaluation of demographic and interregional responses in the United States”, *Annals of the Association of American Geographers*, 79, 44-64.
- Kalkstein L. S. (1991): “A new approach to evaluate the impact of climate upon human mortality”, *Environ Health Perspect*, 96, 145-50.
- Kalkstein L. S. (1993): “Direct impacts in cities”, *Lancet*, 342, 1397-1399.
- Kalkstein L. S. y Greene J. S. (1997): “An evaluation of climate/mortality relationships in large U.S. cities and the possible impacts of climate change”, *Environ Health Perspect*, 105, 85-93.
- Kampa M. y Castanas E. (2008): “Human health effects of air pollution”, *Environmental Pollution*, 151, 362-367.
- Karnania M. y Annala A. (2009): “Gaia again”, *Biosystems*, 95, 82-87.
- Katsouyanni K., Schwartz J., Spix C., Touloumi G., Zmirou D., Zanobetti A., Wojtyniak B., Vonk J. M., Tobías A., Ponka A., Medina S., Bacharova L. y Anderson H. R. (1996): “Short-term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiologic time series data. The APHEA protocol”, *J Epidemiol Community Health*, 50, 12-18.
- Katsouyanni K., Touloumi G., Samoli E., Gryparis A., Tertre Le A., Monopolis Y., Rossi G., Zmirou D., Ballester F., Boumghar A., Anderson H. R., Wojtyniak B., Paldy A., Braunstein R., Pekkanen J., Schindler C. y Schwartz J. (2001): “Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project”, *Epidemiology*, 12, 521-531.
- Katsouyanni K., Touloumi G., Samolu E., Petasakis Y., Analitis A., Le Tertre A., Rossi G., Zmirou D., Ballester F., Boumghar A., Anderson H. R., Wojtyniak B., Paldy A., Braustein R., Pekkanen J., Schindler C. y Schwartz J. (2003): “Sensitivity analysis of various models of short-term effects of ambient particles on total mortality in 29 cities in APHEA2”, en: *Revised analyses of time-series of air pollution and health. Special report*, ed. por Health Effects Institute, Boston: HEI Publications, 157-164.

- Keatinge W. R. (2002): “Winter mortality and its causes”, *Int J Circumpolar Health*, 61, 292-299.
- Khwarahm N., Dash J., Atkinson P., Newnham R., SkjÅ,th C., Adams-Groom B., Caulton E. y Head K. (2014): “Exploring the spatio-temporal relationship between two key aeroallergens and meteorological variables in the United Kingdom”, *International Journal of Biometeorology*, 58, 529-545.
- Kim H., Ha J. S. y Park J. (2006): “High temperature, heat index, and mortality in 6 major cities in South Korea”, *Arch Environ Occup Health*, 61, 265-270.
- Kinney P., Sheffield P. y Weinberger K. (2014): “Climate, air quality, and allergy: emerging methods for detecting linkages”, en: *Global climate change and public health*, ed. por Pinkerton y Rom, New York: Springer, 121-136.
- Knowlton K., Rotkin-Ellman M., King G., Margolis H. G., Smith D., Solomon G., Trent R. y English P. (2009): “The 2006 California heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits”, *Environ Health Perspect*, 117, 61-67.
- Kondo N., Taylor N. A. S., Shibasaki M., Aoki K. y Che Muhamed A. M. (2009): “Thermoregulatory adaptation in humans and its modifying factors”, *Global Environmental Research*, 13, 35-41.
- Kovats R. S. y Hajat S. (2008): “Heat stress and public health: a critical review”, *Annu Rev Public Health*, 29, 41-55.
- Kovats R. S., Hajat S. y Wilkinson P. (2004): “Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in Greater London, U.K.”, *Occup Environ Med*, 61, 893-898.
- Kue R. C. y Dyer K. S. (2013): “The impact of heat waves on transport volumes in an urban emergency medical services system: a retrospective review”, *Prehospital Disaster Medicine*, 28, 610-615.
- Kuneš J., Tremblay J., Bellavance F. y Hamet P. (1991): “Influence of environmental temperature on the blood pressure of hypertensive patients in Montréal”, *Am J Hypertens*, 4, 422-426.
- Kuttler W. (2004a): “Stadtklima. Teil 1: Grundzüge und Ursachen”, *UWSF – Z Umweltchem Ökotox*, 16, 187-199.
- Kuttler W. (2004b): “Stadtklima. Teil 2: Phänomene und Wirkungen”, *UWSF – Z Umweltchem Ökotox*, 16, 263-274.

- Laden F., Schwartz J., Speizer F. E. y Dockery D. W. (2006): "Reduction in fine particulate air pollution and mortality: extended follow-up of the harvard six cities study", *Am J Respir Crit Care Med*, 173, 667-672.
- Lage Ferrón M. B., Díaz Jiménez J., Gestal Otero J. J., Sierra Pajares Ortíz M. y Alberdi Odriozola C. J. (1999): "Influencia de los factores ambientales en el número de ingresos por urgencias en el complejo hospitalario "Juan Canalejo" de A Coruña: elaboración de un modelo de predicción", *Revista Española de Sa*, 73, 45-60.
- Lalonde M. (1974): *A new perspective on the health of Canadians. A working document*, Ottawa: Office of the Canadian Minister of National Health y Welfare.
- Laschewski G. y Jendritzky G. (2002): "Effects of the thermal environment on human health: an investigation of 30 years of daily mortality data from SW Germany", *Climate Research*, 21, 91-103.
- Levenson C. W. y Axelrad D. M. (2006): "Too much of a good thing? Update on fish consumption and mercury exposure", *Nutr Rev*, 64, 139-145.
- Liang W.-M., Liu W.-P. y Kuo H.-W. (2009): "Diurnal temperature range and emergency room admissions for chronic obstructive pulmonary disease in Taiwan", *Int J Biometeorol*, 53, 17-23.
- Lim Y.-H., Hong Y.-C. y Kim H. (2012): "Effects of diurnal temperature range on cardiovascular and respiratory hospital admissions in Korea", *Sci. Total Environ.* 417-418, 55-60.
- Lin S., Luo M., Walker R. J., Liu X., Hwang S. A. y Chinery R. (2009): "Extreme high temperatures and hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases", *Epidemiology*, 20, 738-746.
- Linares C. y Díaz J. (2008): "Impact of high temperatures on hospital admissions: comparative analysis with previous studies about mortality (Madrid)", *European Journal of Public Health*, 18, 317-332.
- Linares C. y Diaz J. (2010): "Short-term effect of PM(2.5) on daily hospital admissions in Madrid (2003-2005)", *International Journal of Environmental Health Research*, 20, 129-140.
- Linares C., Mirón I., Montero J., Criado-Álvarez J., Tobías A. y Díaz J. (2014): "The time trend temperature-mortality as a factor of uncertainty analysis of impacts of future heat waves", *Environ. Health Perspect.* 122, 118.

## Bibliografía

---

- Lips P. y Schoor van N. M. (2011): “The effect of vitamin D on bone and osteoporosis”, *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 25, 585-591.
- Lipsett M. J., Ostro B. D., Reynolds P., Goldberg D., Hertz A., Jerrett M., Smith D. F., Garcia C., Chang E. T. y Bernstein L. (2011): “Long-term exposure to air pollution and cardiorespiratory disease in the California teachers study cohort”, *Am J Respir Crit Care Med*, 184, 828-835.
- Lois González R. y Piñeira Mantiñán M. J. (2011): “A rede urbana e a rápida urbanización do territorio”, en: *Xeografía de Galicia*, ed. por Piñeira Mantiñán y Santos Solla, Vigo: Xerais.
- López A., Fernández F., Arroy F., Martín Vide J. y Cuadrat J. M. (1993): *El clima de las ciudades españolas*, Madrid: Catedra.
- Lowen A. C., Mubareka S., Steel J. y Palese P. (2007): “Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature”, *PLoS Pathog*, 3, 1470-1476.
- Luber G. y McGeehin M. (2008): “Climate change and extreme heat events”, *Am J Prev Med*, 35, 429-435.
- Luo C., Liu C., Wang Y., Liu X., Li F., Zhang G. y Li X. (2011): “Heavy metal contamination in soils and vegetables near an e-waste processing site, south China”, *J Hazard Mater*, 186, 481-490.
- Maantay J. y Becker S. (2012): “The health impacts of global climate change: a geographic perspective”, *Applied Geography*, 33, 1-3.
- Mackenbach J. P., Looman C. W. N. y Kunst A. E. (1993): “Air pollution, lagged effects of temperature, and mortality: the Netherlands 1979-87”, *J Epidemiol Community Health*, 47, 121-126.
- Maclure M. (1991): “The case-crossover design: a method for studying transient effects on the risk of acute events”, *Am J Epidemiol*, 133, 144-153.
- Mäkinen T., Juvonen R. y Jokelainen J. (2009): “Cold temperature and low humidity are associated with increased occurrence of respiratory tract infections”, *Respir Med*, 103, 456-462.
- Martí A. y Miragaya A. (1998): “Geometría urbana, temperaturas e isla de calor en Santiago de Compostela”, en: *Clima y ambiente urbano en ciudades ibéricas*

- e iberoamericanas*, ed. por Cañada Torrecilla, Galán Gallego y Fernández García, Madrid: Parteluz, 207-218.
- Martínez Cortizas y Pérez Alberti, eds. (1999): *Atlas climático de Galicia*, Xunta de Galicia.
- Massimo T., Blank C., Strasser B. y Schobersberger W. (2014): “Does climate therapy at moderate altitudes improve pulmonary function in asthma patients? A systematic review”, *Sleep and Breathing*, 18, 195-206.
- Mastrangelo G., Hajat S., Fadda E., Buja A., Fedeli U. y Spolaore P. (2006): “Contrasting patterns of hospital admissions and mortality during heat waves: are deaths from circulatory disease a real excess or an artifact?”, *Med. Hypotheses*, 66, 1025-1028.
- Maté T., Guaita R., Pichiule M., Linares C. y Díaz J. (2010): “Short-term effect of fine particulate matter (PM2.5) on daily mortality due to diseases of the circulatory system in Madrid (Spain)”, *Sci Total Environ*, 408, 5750-5757.
- Matzarakis A., Nastos P. y Gessner U. (2008): “Gefühltes Wetter und Erkältungskrankheiten”, *MMW-Fortschr. Med. Originalien*, 150, 166-170.
- McCullagh P. y Nelder J. A. (1989): *Generalized linear models*, 2.<sup>a</sup> ed., vol. 37, Monographs on Statistics & Applied Probability, Springer-Science+Business Media S.A.
- McGregor G. R., Walters S. y Wordley J. (1999): “Daily hospital respiratory admissions and winter air-mass types, Birmingham, UK”, *Int J Biometeorol*, 43, 21-30.
- McMichael A. J. (2003): “Climate change and human health: risk and responses”, en: *Global climate change and health: an old story writ large*, ed. por McMichael, Campbell-Lendrum y Ebi, Geneva: WHO, 1-17.
- McMichael A. J. (2013): “Globalization, climate change and human health”, *N Engl J Med*, 368, 1335-1343.
- McMichael, Campbell-Lendrum, Corvalán, Ebi, Githeko, Scheraga y Woodward, eds. (2003): *Climate change and human health: risks and responses*, Geneva: WHO.
- McMichael A. J., Wilkinson P., Kovats R. S., Pattenden S., Hajat S., Armstrong B., Vajanapoom N., Niciu E. M., Mahomed H., Kingkeow C., Kosnik M., O’Neill M. S., Romieu I., Ramirez-Aguilar M., Barreto M. L., Gouveia N. y Nikiforov

- B. (2008): "International study of temperature, heat and urban mortality: the ISOTHURM project", *Int J Epidemiol*, 37, 1121-1131.
- McMichael A. J., Woodruff R. E. y Hales S. (2006): "Climate change and human health: present and future risks", *Lancet*, 367, 859-869.
- Medina-Ramón M. y Schwarz J. (2007): "Temperature, temperature extremes, and mortality: a study of acclimatisation and effect modification in 50 US cities", *Occup Environ Med*, 64, 827-833.
- Medina-Ramón M., Zanobetti A., Cavanagh D. P. y Schwartz J. (2006): "Extreme temperatures and mortality: assessing effect modification by personal characteristics and specific cause of death in a multi-city case-only analysis", *Environ Health Perspect*, 114, 1331-1336.
- Mergler D., Anderson A. H., Chan L. H., Mahaffey R. K. y Murray M. (2007): "Methylmercury exposure and health effects in humans: a worldwide concern", *Ambio*, 36, 3-11.
- Meyer, Kickbusch, Weiss y Spycher, eds. (2009): *Gesundheit in der Schweiz. Nationaler Gesundheitsbericht 2008*, Bern: Verlag Hans Huber.
- Michelozzi P. (2008): "Heat effects on mortality in 15 European cities", *Epidemiology*, 19, 711-719.
- Michelozzi P., Accetta G., De Sario M., D'Ippoliti D., Marino C., Baccini M., Biggeri A., Anderson H. R., Katsouyanni K., Ballester F., Bisanti L., Cadum E., Forsberg B., Forastiere F., Goodman P. G., Hojs A., Kirchmayer U., Medina S., Paldy A., Schindler C., Sunyer J. y Perucci C. A. (2009): "High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities", *Am J Respir Crit Care Med*, 179, 383-389.
- Miller K. A., Siscovick D. S., Sheppard L., Shepherd K., Sullivan J. H., Anderson G. L. y Kaufman J. D. (2007): "Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women", *N Engl J Med*, 356, 447-458, eprint: <http://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMoa054409>.
- Mirón I., Criado-Álvarez J., Díaz J., Linares C., Mayoral S. y Montero J. (2008): "Time trends in minimum mortality temperatures in Castile-La Mancha (Central Spain): 1975–2003", *Int. J. Biometeorol.* 52, 291-299.

- Moineddin R., Nie J. X., Domb G., Leong A. M. y Upshur (2008): “Seasonality of primary care utilization for respiratory diseases in Ontario: a time-series analysis”, *BMC Health Serv Res*, 8.
- Montero Rubio J. C., Mirón Pérez I. J., Díaz Jiménez J. y Alberdi Odriozola J. C. (1996): “Influencia de variables atmosféricas sobre la mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares en los mayores de 65 años de la Comunidad de Madrid”, *Gac Sanit*, 11, 164-170.
- Montero J., Mirón I., Criado-Álvarez J., Linares C. y Díaz J. (2012): “Influence of local factors in the relationship between mortality and heat waves: Castile-La Mancha (1975–2003)”, *Sci Total Environ*, 414, 7-80.
- Montes Santiago J., Rey García G. y Mediero Domínguez A. (2003): “Variaciones estacionales en la morbimortalidad por tromboembolismo pulmonar en Galicia”, *An Med Interna*, 20, 457-460.
- Montes Santiago J., Rey García G., Mediero Domínguez A., González Vázquez L., Pérez Fernández E., Campo Pérez V. del y Pérez Álvarez R. (2001): “Variaciones estacionales en la hospitalización y mortalidad por insuficiencia cardiaca crónica en Vigo”, *An Med Interna (Madrid)*, 18, 578-581.
- Morabito M., Crisci A., Vallorani R., Modesti P. A., Gensini G. F. y Orlandini S. (2011): “Innovative approaches helpful to enhance knowledge on weather-related stroke events over a wide geographical area and a large population”, *Stroke*, 42, 593-600.
- Morabito M., Modesti P. A., Cecchi L., Crisci A., Orlandini S., Maracchi G. y Gensini G. F. (2005): “Relationships between weather and myocardial infarction: a biometeorological approach”, *Int J Cardiol*, 105, 288-293.
- Moreno García M. D. C. (1999): *Climatología urbana*, Universidad Barcelona.
- Moreno M. A., Furtner F. y Rivara F. P. (2012): “Exposure to mercury and consumption of fish during pregnancy: a confusing picture”, *Arch Pediatr Adolesc Med*, 66, 1188.
- Mourtzoukou E. G. y Falagas M. E. (2007): “Exposure to cold and respiratory tract infections”, *Int J Tuberc Lung Dis*, 11, 938-943.
- Mozaffarian D. y Rimm E. B. (2006): “Fish intake, contaminants, and human health evaluating the risks and the benefits”, *Journal of the American Medical Association*, 296, 1885-2000.

## Bibliografía

---

- Naranjo y Pérez Muñuzuri, eds. (2006): *A variabilidade natural do clima en Galicia*, Xunta de Galicia-Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible.
- Nastos P. T. y Matzarakis A. (2006): “Weather impacts on respiratory infections in Athens, Greece”, *Int J Biometeorol*, 50, 358-369.
- Naughton M. P., Henderson A., Mirabelli M. C., Kaiser R., Wilhelm J. L., Kieszak S. M., Rubin C. H. y McGeehin M. A. (2002): “Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago”, *Am J Prev Med*, 22, 221-227.
- Ngoc-Ha N., Agusa T., Ramu K., Cam Tu N. P., Murata S., Bulbule A. K., Parthasarathy P., Takahashi S., Subramanian A. y Tanabe S. (2009): “Contamination by trace elements at e-waste recycling sites in Bangalore, India”, *Chemosphere*, 76, 9-15.
- Ogunseitán O. A., Schoenung J. M., Saphores J.-D. M. y Shapiro A. A. (2009): “The electronics revolution: from e-wonderland to e-wasteland”, *Science*, 326, 670-671.
- Oken E. y Bellinger D. C. (2008): “Fish consumption, methylmercury and child neurodevelopment”, *Curr Opin Pediatr*, 20, 178-183.
- Olcina Cantos J. y Martín Estévez D. (2012): “Variaciones en la densidad del oxígeno en el aire y su influencia sobre la salud humana”, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 58, 7-32.
- O’Neill M. S., Carter R., Kish J. K., Gronlund C. J., White-Newsome J. L., Manarolla X., Zanobetti A. y Schwartz J. (2009): “Preventing heat-related morbidity and mortality: new approaches in a changing climate”, *Maturitas*, 64, 98-103.
- O’Neill M. S., Zanobetti A. y Schwartz J. (2002): “Modifiers of the temperature and mortality association in seven US cities”, *Am J Epidemiol*, 157, 1074-1082.
- O’Neill M. S., Zanobetti A. y Schwartz J. (2005): “Disparities by race in heat-related mortality in four US cities: the role of air conditioning prevalence”, *J Urban Health*, 82, 191-197.
- Ongondo F. O., Williams I. D. y Cherrett T. J. (2011): “How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes”, *Waste Management*, 31, 714-730.

- Ostro B., Rauch S., Green R., Malig B. y Basu R. (2010): “The effects of temperature and use of air conditioning on hospitalizations”, *Am J Ep*, 172, 1053-1061.
- Pajares Ortíz M. S., Díaz Jiménez J., Montero Rubio J. C., Alberdi Odriozola J. C. y Mirón Pérez I. J. (1997): “Mortalidad diaria en la Comunidad de Madrid durante el periodo 1986-1991 para el grupo de edad de 45 a 64 años: su relación con la temperatura del aire”, *Revista Española de Salud Pública*, 71, 150-160.
- Panagiotakos D. B., Chrysohoou C., Pitsavos C., Nastos P., Anadiotis A., Tentolouris C., Stefanadis C., Toutouzas P. y Paliatsos A. (2004): “Climatological variations in daily hospital admissions for acute coronary syndromes”, *Int J Cardiol*, 94, 229-233.
- Parsons K. C. (2014): *Human thermal environments. The effects of hot, moderate and cold environments on human health, comfort, and performance*, 3.<sup>a</sup> ed., Boca Raton: CRC Press.
- Pascal M., Laaidi K., Ledrans M., Baffert E., Caserio-Schönemann C., Le Tertre A., Manach J., Medina S., Rudant J. y Empereur-Bissonnet P. (2006): “France’s heat health watch warning system”, *Int J Biometeorol*, 50, 144-153.
- Pattenden S., Nikiforov B. y Armstrong B. G. (2003): “Mortality and temperature in Sofia and London”, *J Epidemiol Community Health*, 57, 628-633.
- Patz J. A., Campbell-Lendrum D., Holloway T. y Foley J. A. (2005): “Impact of regional climate change on human health”, *Nature*, 438, 310-317.
- Peng R. D. y Dominici F. (2008): *Statistical methods for environmental epidemiology with R. A case study in air pollution and health*, ¡Use R!, Springer.
- Peng R. D., Samoli E., Pham L., Dominici F., Touloumi G., Ramsay T., Burnett R. T., Krewski D., Le Tertre A., Cohen A., Atkinson R. W., Anderson H. R., Katsouyanni K. y Samet J. M. (2013): “Acute effects of ambient ozone on mortality in Europe, North America: results from the APHENA study”, *Air Quality, Atmosphere & Health*, 6, 445-453.
- Piédrola, Sierra López, Sáenz González, Fernández-Crehuet Navajas, Salleras Sanmartín, Cueto Espinar, Gestal Otero, Domínguez Rojas, Delgado Rodríguez, Bolúmar Montrull, Herruzo Cabrera y Serra Majem, eds. (2008): *Medicina preventiva y salud pública*, 11.<sup>a</sup> ed., Barcelona: Masson.

## Bibliografía

---

- Polozov I. V., Bezrukov L., Gawrisch K. y Zimmerberg J. (2008): “Progressive ordering with decreasing temperature of the phospholipids of influenza virus”, *Nat Chem Biol*, 4, 248-255.
- Pope I. C. A. (2000): “Epidemiology of fine particulate air pollution and human health: biologic mechanisms and who’s at risk?”, *Environ Health Perspect*, 108, 713-723.
- Pope I. C. A. y Dockery D. W. (2014): “Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect”, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56, 709-742.
- Pope I. C. A., Brook R. D., Burnett R. T. y Dockery D. W. (2011): “How is cardiovascular disease mortality risk affected by duration and intensity of fine particulate matter exposure? An integration of the epidemiologic evidence”, *Air Quality, Atmosphere, and Health*, 4, 5-14.
- Pope I. C. A., Burnett R. T., Thun M. J., Calle E. E., Krewski D., Ito K. y Thurston G. D. (2002): “Lung cancer cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution”, *Journal of American Medical Association*, 287, 1132-1141.
- Pope I. C. A., Burnett R., Thurston G. D., Thun M. J., Calle E. E., Krewski D. y Godleski J. J. (2004): “Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease”, *Circulation*, 109, 71-77.
- Pope I. C. A., Thun M. J., Namboodiri M. M., Dockery D. W., Evans J. S., Speizer F. E. y Heath J. C. W. (1995): “Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults”, *Am J Respir Crit Care Med*, 151, 669-674.
- Porta, ed. (2008): *A dictionary of epidemiology*, 5.<sup>a</sup> ed., New York: Oxford.
- Prüss-Üstün y Corvalán, eds. (2006): *Preventing disease through healthy environments. Towards an estimate of the environmental burden of disease*, Geneva: WHO.
- Puc M. (2011): “Threat of allergenic airborne grass pollen in Szczecin, NW Poland: the dynamics of pollen seasons, effect of meteorological variables and air pollution”, *Aerobiologia*, 27, 191-202.

- Radinović D. y Ćurić M. (2012): “Criteria for heat and cold wave duration indexes”, *Theor Appl Climatol*, 107, 505-510.
- Raso Nadal J. M. (2002): “Relación entre las temperaturas diarias y la mortalidad en Barcelona y su ajuste mediante funciones polinómicas”, en: *El agua y el clima*, ed. por Guijarro Pastor, Grimalt Gelabert, Laita Ruiz de Asúa y Alonso Oroza, Palma de Mallorca: AEC, 521-532.
- Raso Nadal J. M. y Peña Rabadán J. C. (2013): “La necesidad de soporte a la población de Barcelona ante el impacto potencial de un incremento climático de la temperatura ambiente”, *POLÍGONOS. Revista de Geografía*, 24, 95-131.
- Rijssenbeek-Nouwens L. H. y Bel E. H. (2011): “High-altitude treatment: a therapeutic option for patients with severe, refractory asthma?”, *Clinical & Experimental Allergy*, 41, 775-782.
- Rijssenbeek-Nouwens L. H., Fieten K. B., Bron A. O., Hashimoto S., Bel E. H. y Weersink E. J. (2012): “High-altitude treatment in atopic and nonatopic patients with severe asthma”, *Eur Respir J*, 40, 1320-1321.
- Robine J.-M., Michel J.-P. y Herrmann F. R. (2012): “Excess male mortality and age-specific mortality trajectories under different mortality conditions: a lesson from the heat wave of summer 2003”, *Mech Ageing Dev*, 133, 378-386.
- Robinson B. H. (2009): “E-waste: an assessment of global production and environmental impacts”, *Sci Total Environ*, 408, 183-191.
- Rocklöv J. y Forsberg B. (2008): “The effect of temperature on mortality in Stockholm 1998–2003: a study of lag structures and heatwave effects”, *Scand J Public Health*, 36, 516-523.
- Rocklöv J., Forsberg B. y Meister K. (2009): “Winter mortality modifies the heat-mortality association the following summer”, *Eur Respir J*, 33, 245-251.
- Rocklöv J., Forsberg B., Ebi K. y Bellander T. (2014): “Susceptibility to mortality related to temperature and heat and cold wave duration in the population of Stockholm County, Sweden”, *Glob Health Action*, 7.
- Rodríguez Guitián M. A. y Ramil-Rego P. (2007): “Clasificaciones climáticas aplicadas a Galicia: revisión desde una perspectiva biogeográfica”, *Recursos Rurais*, 1, 31-53.

## Bibliografía

---

- Rodríguez-Rajo F. J., Jato V. y Aira J. M. (2003): "Pollencontent in the atmosphere of Lugo (NW Spain) with reference to meteorological factors (1999-2001)", *Aerobiologia*, 19, 213-225.
- Rosas I., McCartney H. A., Payne R. W., Calderón C., Lacey J., Chapela R. y Ruiz-Velazco S. (1998): "Analysis of the relationships between environmental factors (aeroallergens, air pollution, and weather) and asthma emergency admissions to a hospital in Mexico City," *Allergy*, 53, 394-401.
- Royé D. y Martí A. (2015): "Análisis de las noches tropicales en la fachada Atlántica de la Península Ibérica. Una propuesta metodológica", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, en prensa.
- Royé D. (2015): "Another approach for tropical nights. Case studies: Faro, Lisbon and Porto", en: *Grandes Problemáticas do Espaço Europeu. Subtítulo desconocido*. Ed. por H., Ferreira y Martins, Porto: Universidade do Porto, en prensa.
- Royé D., Martí Ezpeleta A. y Cabalar Fuentes M. (2012): "Aproximación al comportamiento espacial del estrés térmico en Galicia mediante el uso del índice bioclimático PET", en: *Actas del Congreso Internacional de la AEC, VIII Congreso Internacional de la Asociación Española de Climatología*, ed. por AEC, Salamanca.
- Rudge J. y Gilchrist R. (2005): "Excess winter morbidity among older people at risk of cold homes: a population-based study in a London borough", *J Public Health*, 27, 353-358.
- Saez M., Cadarso-Suárez C. y Figueiras A. (2003): "np.OR: an S-Plus function for pointwise non parametric estimation of odds-ratios of continuous predictors", *Comput Methods Programs Biomed*, 71, 175-179.
- Sáez M., Sunyer J., Castellsagué J., Murillo C. y Antó J. M. (1995): "Relationship between weather temperature and mortality: a time series analysis approach in Barcelona", *Int J Epidemiol*, 24, 576-582.
- Salleras L. (1985): *Educación sanitaria: principios, métodos y aplicaciones*, Madrid: Díaz de Santos.
- Samoli E., Aga E., Touloumi G., Nisiotis K., Forsberg B., Lefranc A., Pekkanen J., Wojtyniak B., Schindler C., Niciu E., Brunstein R., Dodič Fikfak M., Schwartz J. y Katsouyanni K. (2006): "Short-term effects of nitrogen dioxi-

- de on mortality: an analysis within the APHEA project,” *Eur Respir J*, 27, 1129-1137.
- Sargent F. y Tromp S. W. (1966): “The first decade of the International Society of Biometeorology (1956-1966)”, *Int J Biometeorol*, 10, 207-214.
- Schaffer A., Muscatello D., Broome R., Corbett S. y Smith W. (2012): “Emergency department visits, ambulance calls, and mortality associated with an exceptional heatwave in Sydney, Australia, 2011: a time-series analysis”, *Environ Health*, 11, 8.
- Schuh A. (1996): *Angewandte medizinische Klimatologie. Grundlagen und Praxis*, Stuttgart: Sonntag Verlag.
- Schuh A. y Nowak D. (2011): “Klimatherapie im Hochgebirge und im Meeresklima. Evidente Akut- und Langzeiteffekte – ein qualitativer Review”, *Dtsch Med Wochenschr*, 136, 135-139.
- Schwartz J. y Morris R. (1995): “Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Detroit, Michigan”, *Am J Epidemiol*, 142, 23-35.
- Schwartz J. (2000): “Assessing confounding, effect modification, and thresholds in the association between ambient particles and daily deaths”, *Environ Health Perspect*, 108, 563-568.
- Schwartz J. (2005): “Who is sensitive to extremes of temperature? A case-only analysis”, *Epidemiology*, 16, 67-72.
- Schwartz J., Samet J. M. y Patz J. A. (2004): “Hospital admissions for heart disease: the effects of temperature and humidity”, *Epidemiology*, 15, 755-761.
- Schwartz J., Slater D., Larson T. V., Pierson W. E. y Koenig J. Q. (1993): “Particulate air pollution and hospital emergency room visits for asthma in Seattle”, *Review of Respiratory Disease*, 147, 826-831.
- Seinfeld J. H. y Pandis S. N. (2006): *Atmospheric chemistry and physics. From air pollution to climate change*, 2.<sup>a</sup> ed., New Jersey: Wiley.
- Shaman J. y Kohn M. (2009): “Absolute humidity modulates influenza survival, transmission and seasonality”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 3243-3248.
- Shaman J., Pitzer V. E., Viboud C., Grenfell B. T. y Lipsitch M. (2010): “Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental United States”, *PLoS Biol*, 8, 2.

- Silva E. N. y Ribeiro H. (2012): “Impact of urban atmospheric environment on hospital admissions in the elderly”, *Revista de saúde pública*, 46, 694-701.
- Simonsen L., Fukuda K., Schonberger L. B. y Cox N. J. (2000): “The impact of influenza epidemics on hospitalizations”, *J Infect Dis*, 181, 831-837.
- Smith K. R., Corvalán C. y Kjellström T. (1999): “How much global ill health is attributable to environmental factors?”, *Epidemiology*, 10, 573-584.
- Stern G., Latzin P., Rössli M., Fuchs O., Proietti E., Kuehni C. y Frey U. (2013): “A prospective study of the impact of air pollution on respiratory symptoms and infections in infants”, *Am J Respir Crit Care Med*, 187, 1341-1348.
- Stieb D. M., Szyszkowicz M., Rowe B. H. y Leech J. A. (2009): “Air pollution and emergency department visits for cardiac and respiratory conditions: a multi-city time-series analysis”, *Environ Health*, 8, 25.
- Sunyer J. (2009): “Lung function effects of chronic exposure to air pollution”, *Thorax*, 64, 645-646, eprint: <http://thorax.bmj.com/content/64/8/645.full.pdf+html>.
- Sunyer J., Ballester F., Le Tertre A., Atkinson R., Ayres J. G., Forastiere F., Forsberg B., Vonk J. M., Bisanti L., Tenías J. M., Medina S., Schwartz J. y Katsouyann K. (2003): “The association of daily sulfur dioxide air pollution levels with hospital admissions for cardiovascular diseases in Europe (The Aphea-II study)”, *Eur Heart J*, 24, 752-760.
- Tamerius J., Nelson M. I., Zhou S. Z., Viboud C., Miller M. A. y Alonso W. J. (2011): “Global influenza seasonality: reconciling patterns across temperate and tropical regions”, *Environ Health Perspect*, 119, 439-445.
- Tang J. W., Lai F. Y., Wong F. y Hon K. L. (2010): “Incidence of common respiratory viral infections related to climate factors in hospitalized children in Hong Kong”, *Epidemiol Infect*, 138, 226-235.
- Tang W. Y., Kassim A. H. M. y Abu Bakar S. H. (1996): “Comparative studies of various missing data treatment methods - Malaysian experience”, *Atmos Res*, 42, 247-262.
- Taracido Trunk M., Figueiras A. y Castro Lareo I. (1999): “Efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad. Resultados del proyecto EMECAM en la ciudad de Vigo, 1996-94”, *Revista Española de Salud Pública*, 73, 275-282.

- Taracido Trunk M., Figueiras-Guzmán A. y Piñeiro-Lamas M. (2009): “Relación entre temperaturas e mortalidad nas principais cidades galegas”, en: *Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia*, Xunta de Galicia, 521-537.
- Targonski P. V., Persky V. W. y Ramekrishnan V. (1995): “Effect of environmental molds on risk of death from asthma during the pollen season”, *J Allergy Clin Immunol*, 95, 955-961.
- Terris M. (1975): “Approaches to an epidemiology of health”, *The American Journal of Public Health*, 65, 1037-1045.
- Terris M. (1980): *La revolución epidemiológica y la medicina social*, México DF: Siglo XXI.
- Thompson W. W., Shay D. K., Weintraub E., Brammer L., Bridges C. B., Cox N. J. y Fukuda K. (2004): “Influenza-associated hospitalizations in the United States”, *Journal of the American Medical Association*, 292, 1333-1340.
- Tobías A., Armstrong B., Gasparrini A. y Diaz J. (2014): “Effects of high summer temperatures on mortality in 50 Spanish cities”, *Environ Health*, 13, 48.
- Tobías A., Galán I., Banegas J. R. y Aránguez E. (2003): “Short term effects of airborne pollen concentrations on asthma epidemic”, *Thorax*, 58, 708-710.
- Tornero J., Pérez Cueva J. A. y Gómez Lopera F. (2006): “Ciudad y confort ambiental: estado de la cuestión y aportaciones recientes”, *Cuad de Geogr*, 80, 147-182.
- Tosca M. A., Ruffoni S., Canonica G. W. y Ciprandi G. (2014): “Asthma exacerbation in children: relationship among pollens, weather, and air pollution”, *Allergologia et Immunopathologia (Mad)*, 42, 362-368.
- Touloumi G., Samoli E., Quenel P., Paldy A., Anderson R., Zmirou D., Galan I., Forsberg B., Schindler C., Schwartz J. y Katsouyanni K. (2005): “Short-term effects of air pollution on total and cardiovascular mortality. The confounding effect of influenza epidemics”, *Epidemiology*, 16, 49-57.
- Trejo O., Miró Ò., Red G. de la, Collvinent B., Bragulat E., Asenjo M. A., Salmerón J. M. y Sánchez M. (2005): “Impacto de la ola de calor del verano de 2003 en la actividad de un servicio de urgencias hospitalario”, *Medicina Clínica*, 125, 205-209.
- Tue N. M., Takahashi S., Subramanian A., Sakaib S. y Tanabe S. (2013): “Environmental contamination and human exposure to dioxin-related compounds

## Bibliografía

---

- in e-waste recycling sites of developing countries”, *Environmental Science: Processes & Impacts*, 15, 1326-1331.
- Turner L. R., Barnett A. G., Connell D. y Tong S. (2012a): “Ambient temperature and cardiorespiratory morbidity. A systematic review and meta-analysis”, *Epidemiology*, 23, 594-606.
- Turner R. L., Connell D. y Tong S. (2012b): “Exposure to hot and cold temperatures and ambulance attendances in Brisbane, Australia: a time-series study”, *BMJ Open*, 2.
- UNEP, ed. (1989): *Basel convention: on the control of transboundary movements of hazardous wastes and their disposal*, Geneva: United Nations Environment Programme.
- UNEP (2005): “E-waste, the hidden side of IT equipment’s manufacturing and use”, *Environment Alert Bulletin*, DEWA / GRID-Europe.
- UNEP, ed. (2009): *Sustainable innovation and technology transfer industrial sector studies. Recycling – from e-waste to resources. Final report. StEP initiative*, United Nations Environment Programme.
- UNEP, ed. (2013a): *Diplomatic conference for the Minamata Convention on mercury*, United Nations Environment Programme, URL: <http://www.unep.org/hazardoussubstances/MinamataConvention/DiplomaticConference/tabid/105832/Default.aspx,%2030/12/2013>.
- UNEP, ed. (2013b): *Global mercury assessment 2013: sources, emissions, releases and environmental transport*, Geneva: United Nations Environment Programme Chemicals Branch.
- Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin M. T., Mazur M. y Telser J. (2006): “Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease”, *Int J Biochem Cell Biol*, 39, 44-84.
- VDI, ed. (2008): *Environmental meteorology Methods for the human biometeorological evaluation of climate and air quality for urban and regional planning at regional level. Part I: Climate. guideline 3787*, Berlin: Beuth.
- Villamil Cajoto I., Díaz Peromingo J. A., Villacian Vicedo G., Sánchez Leira J., García Suárez F., Saborido Froján J. e Iglesias Gallego M. (2005): “Impacto de la ola de calor de 2003 en el Hospital de Riveira (A Coruña)”, *An Med Interna*, 22, 15-20.

- Warren-Gash C., Smeeth L. y Hayward A. C. (2009): “Influenza as a trigger for acute myocardial infarction or death from cardiovascular disease: a systematic review”, *Lancet Infect Dis*, 9, 601-610.
- West J. B. (2004): “The physiologic basis of high-altitude diseases”, *Ann Intern Med*, 141, 789-800.
- WHO, ed. (1948): *Preamble to the constitution of the World Health Organization as adopted by the international health conference. New York, 19-22 Juni, 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States (Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948*. New York: World Health Organisation.
- WHO, ed. (2005): *Policy paper: mercury in health care*, Geneva: World Health Organisation.
- WHO, ed. (2007): *Preventing disease through healthy environments. Exposure to mercury: a major public health concern*, Geneva: World Health Organisation.
- WHO, ed. (2008): *Subsanar las desigualdades en una generación. Alcanzar la equidad sanitaria actuando sobre los determinantes sociales de la salud. Resumen analítico del informe de la comisión sobre los determinantes sociales de la salud*, World Health Organisation.
- WHO, ed. (2011): *Water, sanitation and hygiene interventions and the prevention of diarrhea. Biological, behavioural and contextual rationale*, URL: [http://www.who.int/elena/titles/bbc/wsh\\_diarrhoea/en/](http://www.who.int/elena/titles/bbc/wsh_diarrhoea/en/) (visitado 17 de mayo de 2014).
- WHO, ed. (2012): *Environmental health inequalities in Europe. Assessment report*, WHO Regional Office for Europe.
- WHO, ed. (2013a): *Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP, Technical report*, Copenhagen: World Health Organisation.
- WHO, ed. (2013b): *The determinants of health*, URL: [www.who.int/hia/evidence/doh/en/index.html](http://www.who.int/hia/evidence/doh/en/index.html) (visitado 27 de feb. de 2013).
- Wichmann J., Andersen Z., Ketznel M., Ellermann T. y Loft S. (2011): “Apparent temperature and cause-specific emergency hospital admissions in Greater Copenhagen, Denmark”, *PLoS ONE*, 6, 7.

- Widmer R., Oswald-Krapf H., Sinha-Khetriwal D., Schnellmann M. y Böni H. (2005): “Global perspectives on e-waste”, *Environmental Impact Assessment Review*, 25, 436-458.
- Wilkinson y Marmot, eds. (2003): *Social determinants of health. The solid facts*, 2.<sup>a</sup> ed., Geneva: WHO.
- Wong K. V., Paddon A. y Jimenez A. (2011): “Heat island effect aggravates mortality”, en: *ASME 2011 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Volume 4: Energy Systems Analysis, Thermodynamics and Sustainability; Combustion Science and Engineering; Nanoengineering for Energy, Parts A and B*, ed. por ASME, Denver, Colorado, USA.
- Wylie C. M. (1970): “The definition and measurement of health and disease”, *Public Health Rep*, 85, 100-104.
- Xing G. H., Chan J. K., Leung A. O. W., C. W. S. y Wong M. (2009): “Environmental impact and human exposure to PCBs in Guiyu, an electronic wasterecycling site in China”, *Environment International*, 35, 76-82.
- Xu Z., Sheffield P. E., Su H., Wang X., Bi Y. y Tong S. (2014): “The impact of heat waves on children’s health: a systematic review”, *Int J Biometeorol*, 58, 239-247.
- Ye X., Wolff R., Yu W., Vaneckova P., Pan X. y Tong S. (2012): “Ambient temperature and morbidity: a review of epidemiological evidence”, *Environ Health Perspect*, 120, 19-28.
- Zanobetti A., O’Neill S. M., Gronlund C. J. y Schwartz J. D. (2012): “Summer temperature variability and long-term survival among elderly people with chronic disease”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 6608-6613.
- Zeghnoun A., Beaudou P., Carrat F., Delmas V., Boudhabhay O., Gayon F., Guincètre D. y Czernichow P. (1999): “Air pollution and respiratory drug sales in the city of Le Havre, France, 1993-1996”, *Environ Res*, 81, 224-230.
- Zhang Y., Peng L., Kan H., Xu J., Chen R., Liu Y. y Wang W. (2014): “Effects of meteorological factors on daily hospital admissions for asthma in adults: a time-series analysis”, *PloS One*, 9, 7.



# Índice de apéndices

A.1	Matriz de correlación para las variables atmosféricas de la ciudad de A Coruña . . . . .	306
A.2	Matriz de correlación para las variables atmosféricas de la ciudad de Ourense . . . . .	307
A.3	Matriz de correlación para las variables atmosféricas de la ciudad de Vigo . . . . .	308
A.4	Diferencias estacionales de los ingresos hospitalarios por 10.000 habitantes . . . . .	309
A.5	Series temporales de todas las causas y cardiorespiratorias . . . .	310
A.6	Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en Vigo . . . . .	311
A.7	Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en A Coruña . . . . .	312
A.8	Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en Ourense . . . . .	313
A.9	Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en Lugo . . . . .	314
A.10	Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en Santiago . . . . .	315
A.11	Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en Pontevedra . . . . .	316
A.12	Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en Ferrol . . . . .	317
A.13	Distribución de los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias por género . . . . .	318

A.14	Distribución de los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias por grupos de edades . . . . .	319
A.15	Distribución de los ingresos hospitalarios por enfermedades cardiovasculares en verano e invierno por género . . . . .	320
A.16	Distribución de los ingresos hospitalarios por enfermedades cardiovasculares en verano e invierno por grupos de edad . . . . .	321
A.17	Participación en las Enfermedades de Declaración Obligatoria por áreas sanitarias . . . . .	322
A.18	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en 40-60 años, Vigo . . . . .	322
A.19	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Vigo . . . . .	323
A.20	Efectos de la temperatura máxima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Vigo . . . . .	323
A.21	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Vigo . . . . .	324
A.22	Efecto de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Vigo . . . . .	324
A.23	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, Vigo . . . . .	325
A.24	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, Vigo . . . . .	325
A.25	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, Vigo . . . . .	326
A.26	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, Vigo . . . . .	326
A.27	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los menores de 5 años, Vigo . . . . .	327
A.28	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	327

A.29	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Vigo . . . . .	328
A.30	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, Vigo . . . . .	328
A.31	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en mayores de 64 años, Vigo . . . . .	329
A.32	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, Vigo . . . . .	329
A.33	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, Vigo . . . . .	330
A.34	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, Vigo . . . . .	330
A.35	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, Vigo . . . . .	331
A.36	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, Vigo . . . . .	331
A.37	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, Vigo . . . . .	332
A.38	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, Vigo . . . . .	332
A.39	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en las mujeres, Vigo . . . . .	333

A.40	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en las mujeres, Vigo . . . . .	333
A.41	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en las mujeres, Vigo . . . . .	334
A.42	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en las mujeres, Vigo . . . . .	335
A.43	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, Vigo . . . . .	335
A.44	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, Vigo . . . . .	336
A.45	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, Vigo . . . . .	336
A.46	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, Vigo . . . . .	337
A.47	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, Vigo . . . . .	337
A.48	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, Vigo . . . . .	338
A.49	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	338
A.50	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	339

A.51	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	339
A.52	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	340
A.53	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	340
A.54	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, Vigo . . . . .	341
A.55	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, Vigo . . . . .	341
A.56	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, Vigo . . . . .	342
A.57	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, Vigo . . . . .	342
A.58	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en las mujeres, Vigo . . . . .	343
A.59	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, Vigo . . . . .	343
A.60	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, Vigo . . . . .	344
A.61	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, Vigo . . . . .	344

A.62	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, Vigo . . . . .	345
A.63	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, Vigo . . . . .	345
A.64	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	346
A.65	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los totales, Vigo . . . . .	346
A.66	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los hombres, Vigo . . . . .	347
A.67	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	347
A.68	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	348
A.69	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	348
A.70	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los totales, Vigo . . . . .	349
A.71	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, Vigo . . . . .	349
A.72	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Coruña . . . . .	350

A.73	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Coruña . . . . .	350
A.74	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, A Coruña . . .	351
A.75	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, A Coruña . . .	351
A.76	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, A Coruña . . .	352
A.77	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, A Coruña . . . . .	352
A.78	Efectos de la temperatura máxima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, A Coruña . . . . .	353
A.79	Efectos de la temperatura máxima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, A Coruña . . . . .	353
A.80	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ourense . . .	354
A.81	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, Ourense . . . . .	355
A.82	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, Ourense . . . . .	355
A.83	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, Ourense . . . . .	356
A.84	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, Ourense . . . . .	356
A.85	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, Ourense . . . . .	357

A.86	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los hombres, Ourense . . . . .	357
A.87	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Lugo . . . . .	358
A.88	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los menores de 5 años, Lugo . . . . .	359
A.89	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, Lugo . . . . .	359
A.90	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, Lugo . . . . .	360
A.91	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, Lugo . . . . .	360
A.92	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, Lugo . . . . .	361
A.93	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, Lugo . . . . .	361
A.94	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los totales, Lugo . . . . .	362
A.95	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 5 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los totales, Lugo . . . . .	362
A.96	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los hombres, Lugo . . . . .	363

A.97	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, Lugo . . . . .	363
A.98	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Santiago . .	364
A.99	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Santiago . .	365
A.100	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Santiago . .	365
A.101	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Santiago . . .	366
A.102	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Santiago . . .	366
A.103	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Santiago . . .	367
A.104	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Santiago . . . . .	367
A.105	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Santiago . . . . .	368
A.106	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Santiago . .	368
A.107	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Santiago . .	369
A.108	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Santiago . . .	369
A.109	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Santiago . . .	370
A.110	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Santiago . .	370
A.111	Efectos de la temperatura mínima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Santiago . . . . .	371

A.112 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Santiago . . . 371

A.113 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Santiago . . . 372

A.114 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Santiago . . 372

A.115 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Santiago . . 373

A.116 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, Santiago . . . . . 373

A.117 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los menores de 5 años, Santiago . . . . . 374

A.118 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los menores de 5 años, Santiago . . . . . 374

A.119 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los menores de 5 años, Santiago . . . . . 375

A.120 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Pontevedra . . 376

A.121 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Pontevedra . . . . . 376

A.122 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Pontevedra . . . . . 377

A.123 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, tevedra . . . . . 377

A.124	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Pontevedra . . . . .	378
A.125	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, tevedra . . . . .	378
A.126	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Pontevedra . . . . .	379
A.127	Efectos de la temperatura mínima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, Pontevedra . . . . .	379
A.128	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, Pontevedra . . . . .	380
A.129	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, Pontevedra . . . . .	380
A.130	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, Pontevedra . . . . .	381
A.131	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, Pontevedra . . . . .	381
A.132	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ferrol . . .	382
A.133	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ferrol . . .	383
A.134	Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ferrol . . .	383
A.135	Efectos de la temperatura máxima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ferrol . . . . .	384

A.136 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ferrol . . . . 384

A.137 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ferrol . . . . 385

A.138 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Ferrol . . . 385

A.139 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Ferrol . . . 386

A.140 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Ferrol . . . . 386

A.141 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, Ferrol . . . . 387

A.142 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ferrol . . . . 387

A.143 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ferrol . . . . 388

A.144 Efectos de la temperatura mínima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ferrol . . . . . 388

A.145 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ferrol . . . . 389

A.146 Efectos de la temperatura mínima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, Ferrol . . . . 389

A.147 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, Ferrol . . . . . 390

A.148 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, Ferrol . . . . . 390

A.149 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, Ferrol . . . . . 391

## Índice de apéndices

---

- A.150 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los hombres, Ferrol . . . . . 391
- A.151 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los hombres, Ferrol . . . . . 392
- A.152 Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los hombres, Ferrol . . . . . 392





# APÉNDICES





# A

Figuras

---



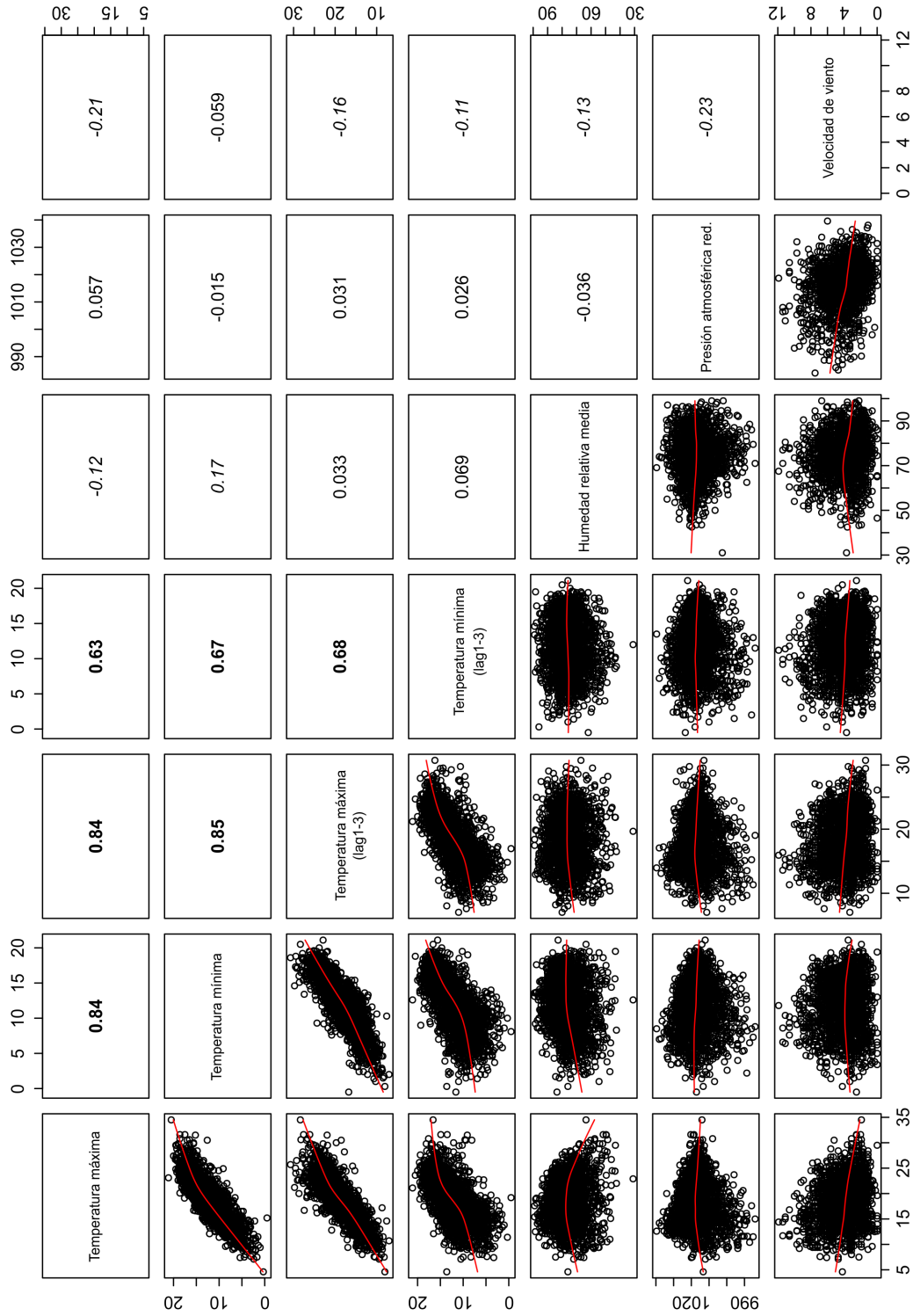


Figura A.1: Matriz de correlación de Pearson para las variables atmosféricas de la ciudad de A Coruña.

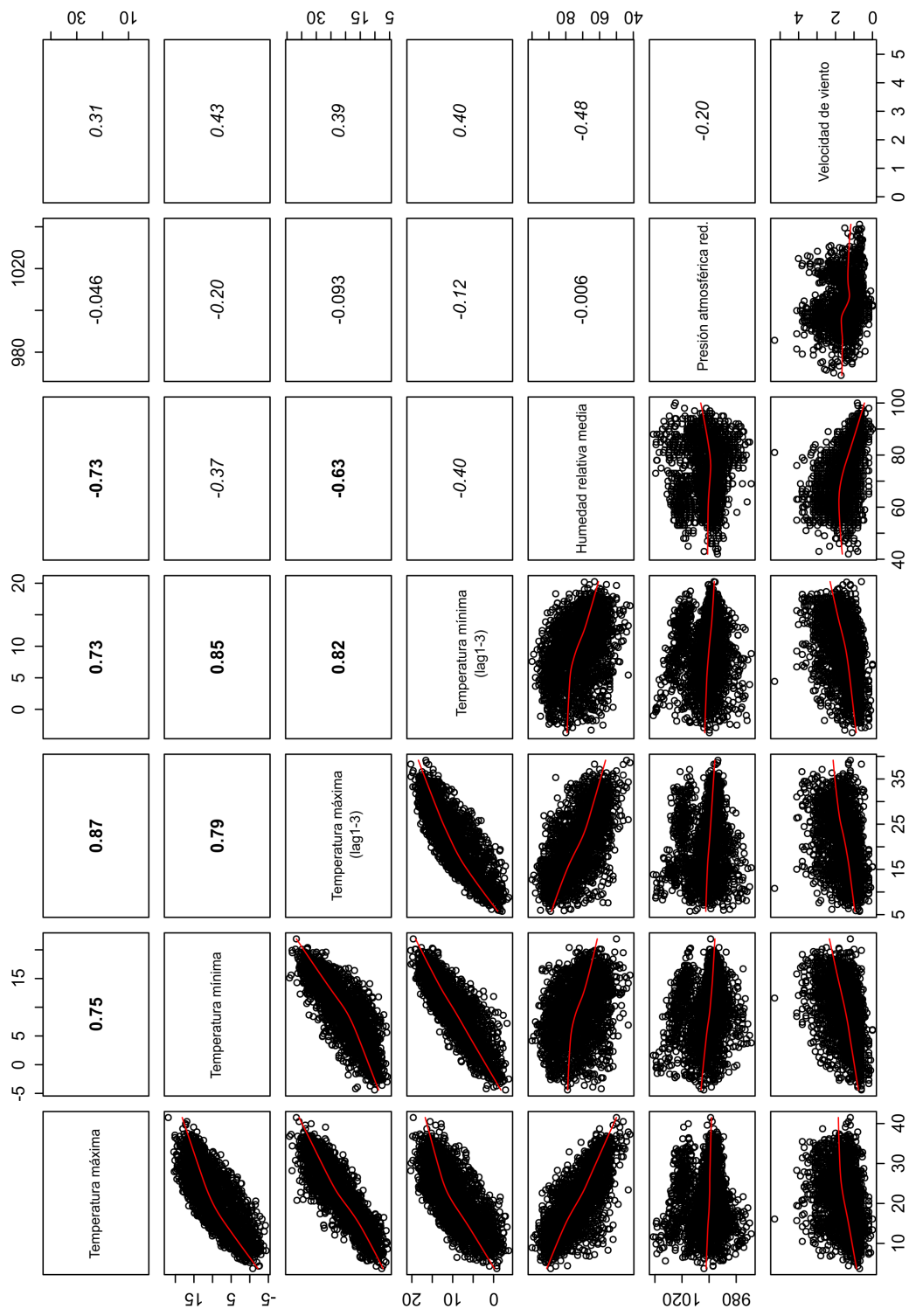


Figura A.2: Matriz de correlación de Pearson para las variables atmosféricas de la ciudad de Ourense.

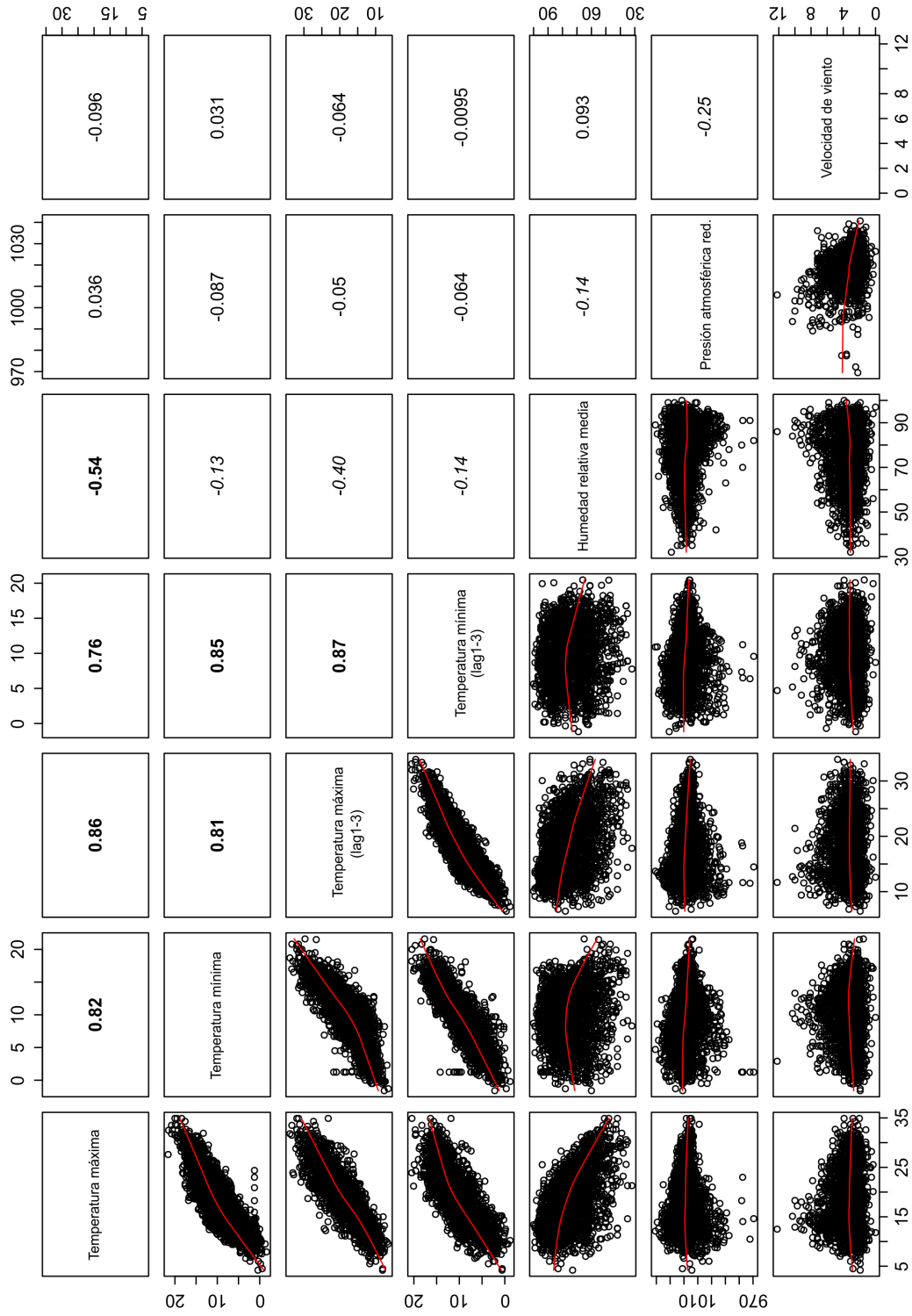
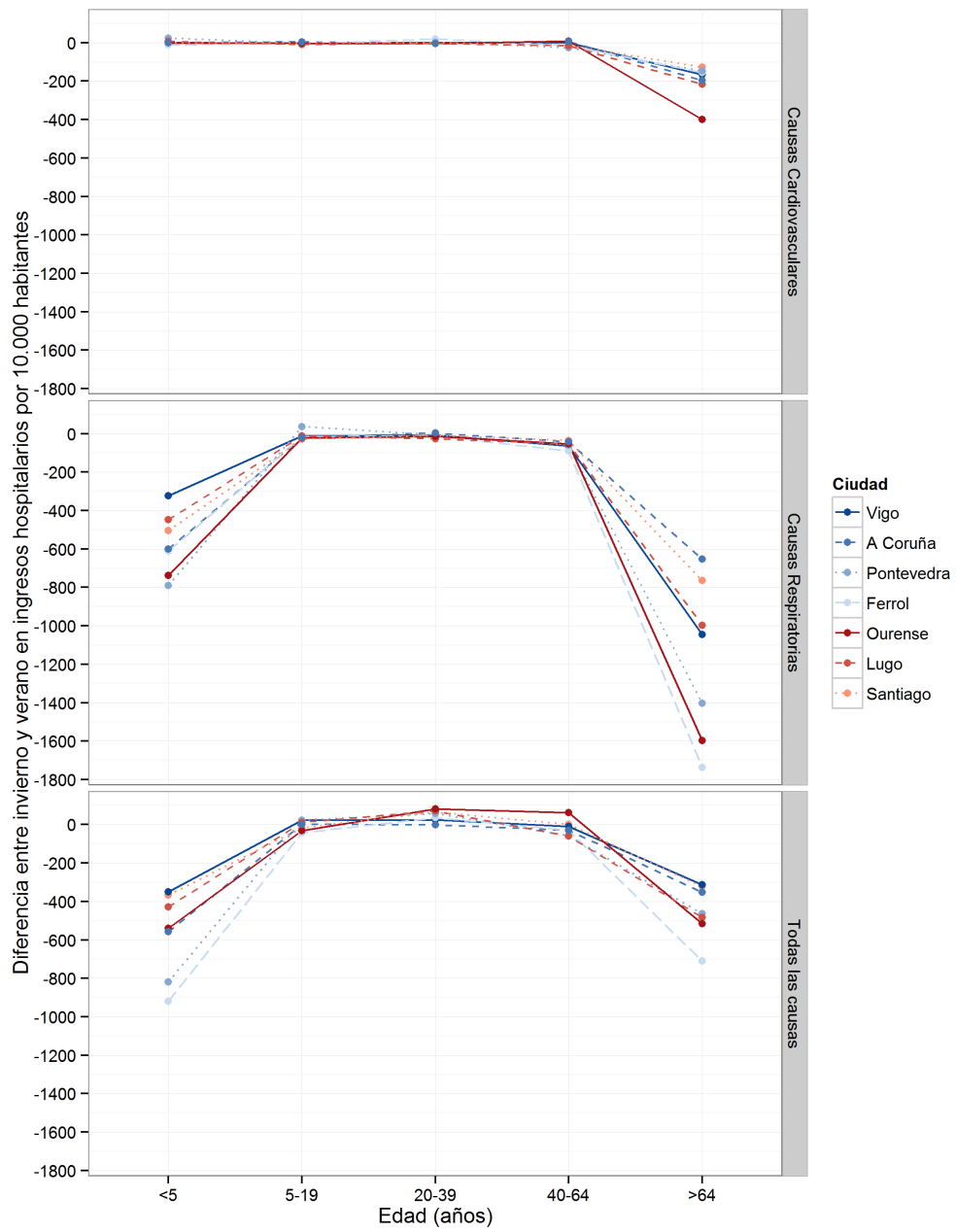
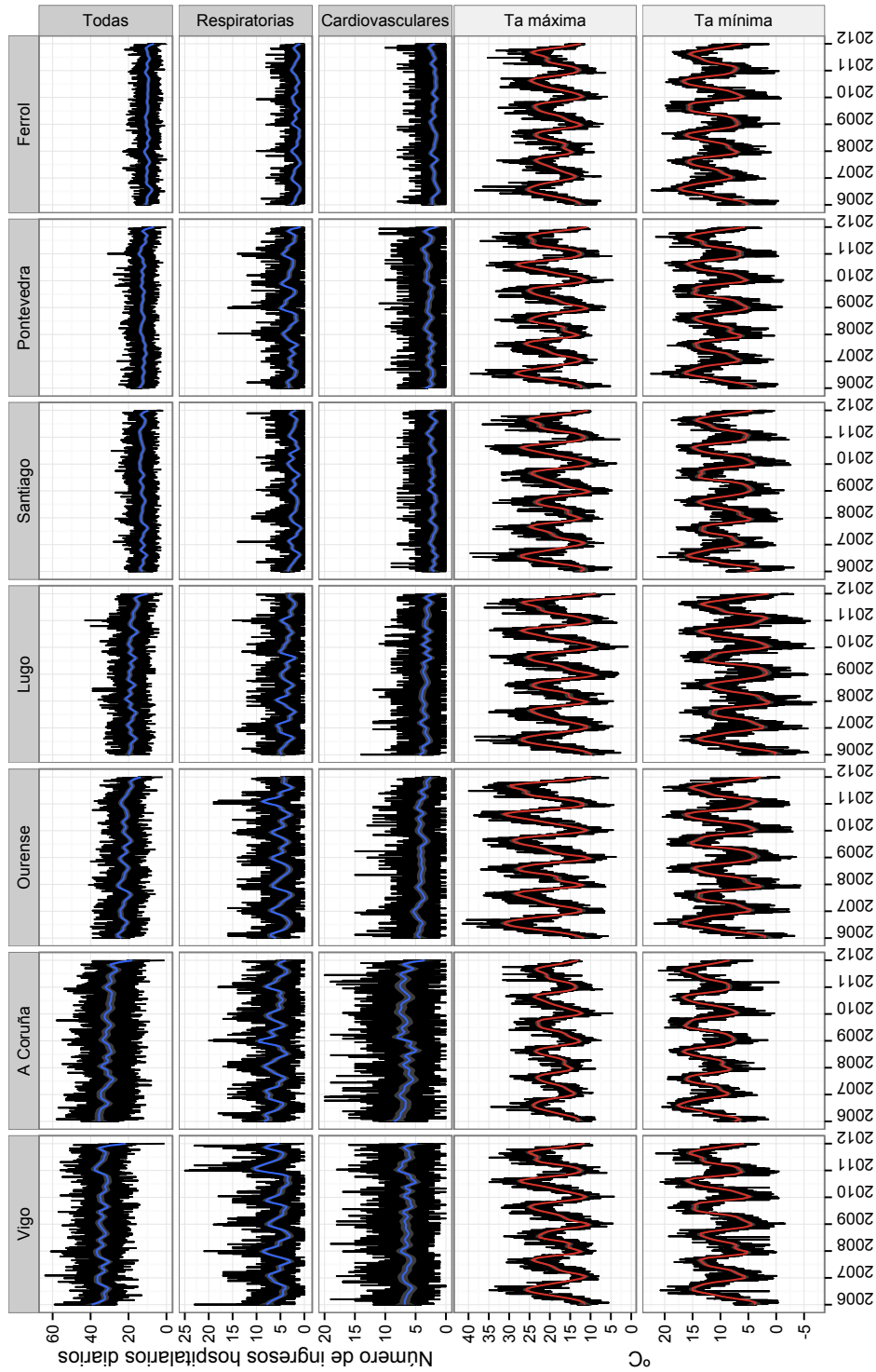


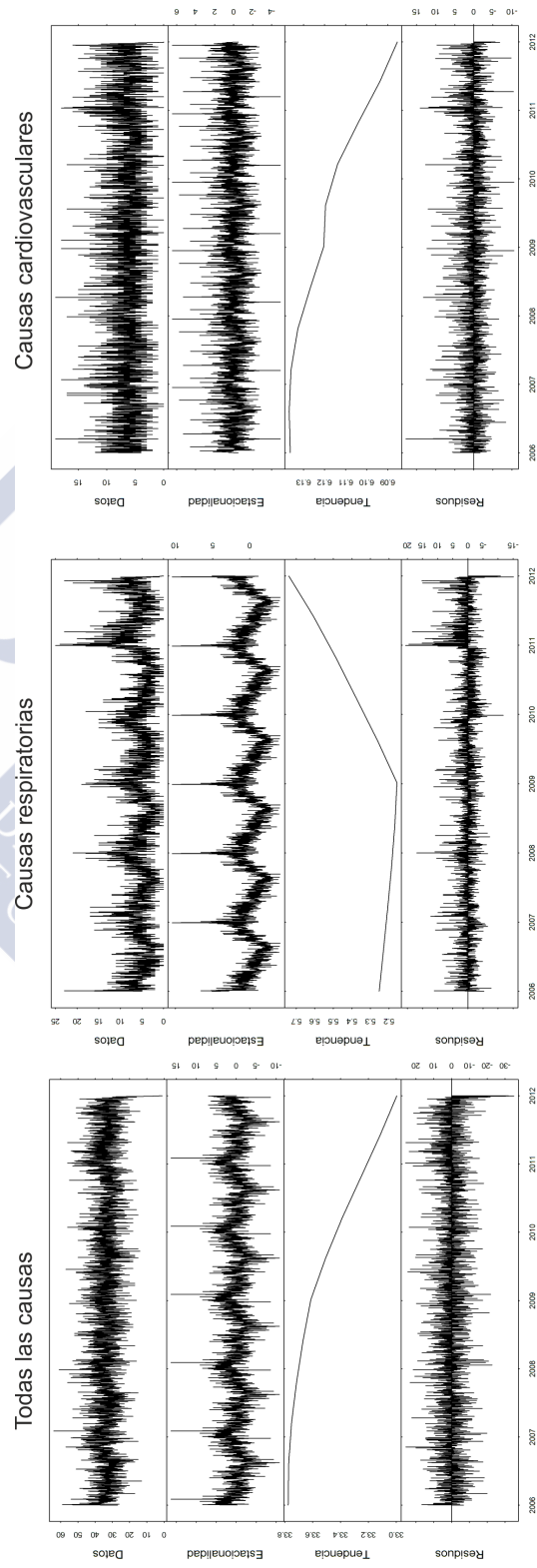
Figura A.3: Matriz de correlación de Pearson para las variables atmosféricas de la ciudad de Vigo.



**Figura A.4:** Diferencias estacionales de los ingresos hospitalarios por 10.000 habitantes por todas las causas, las respiratorias y cardiovasculares.



**Figura A.5:** Series temporales de todas las causas, respiratorias y cardiovasculares combinadas con la temperatura máxima y mínima.



**Figura A.6:** Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en Vigo.

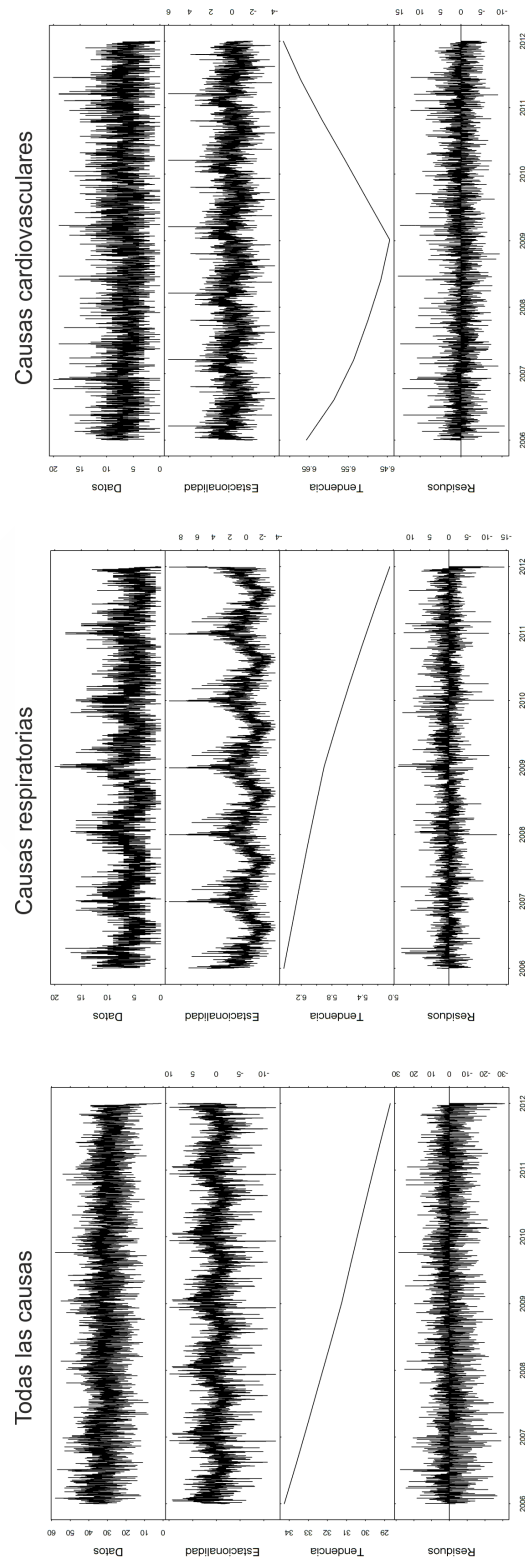
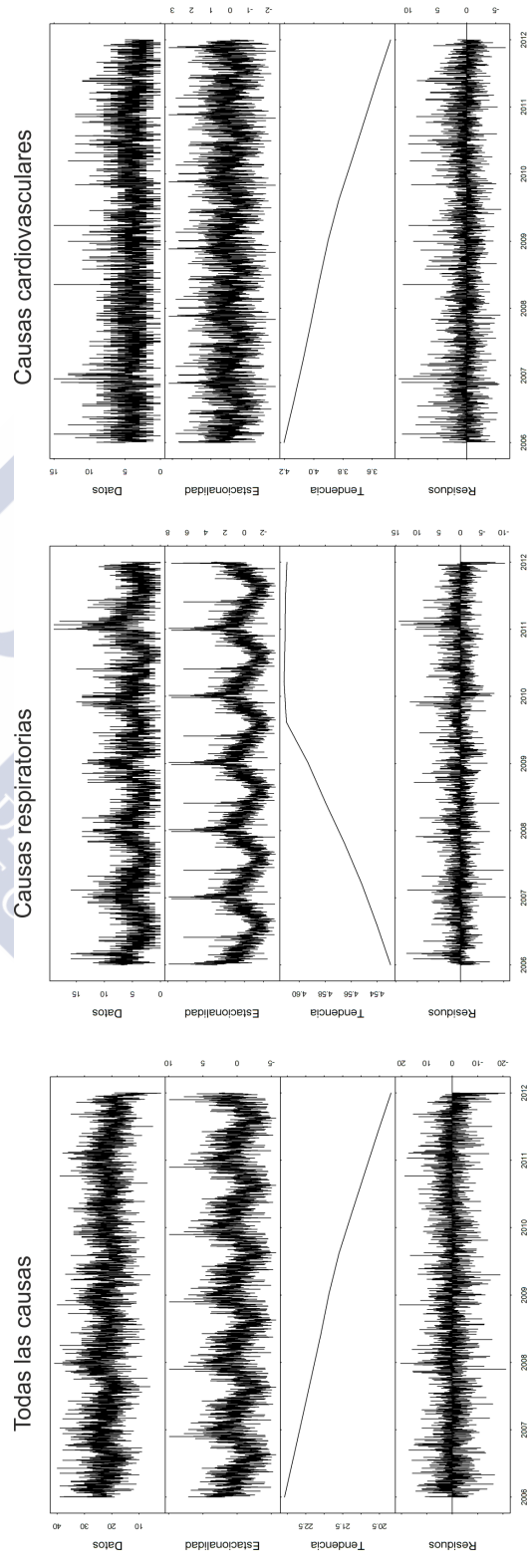


Figura A.7: Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en A Coruña.



**Figura A.8:** Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en Ourense.

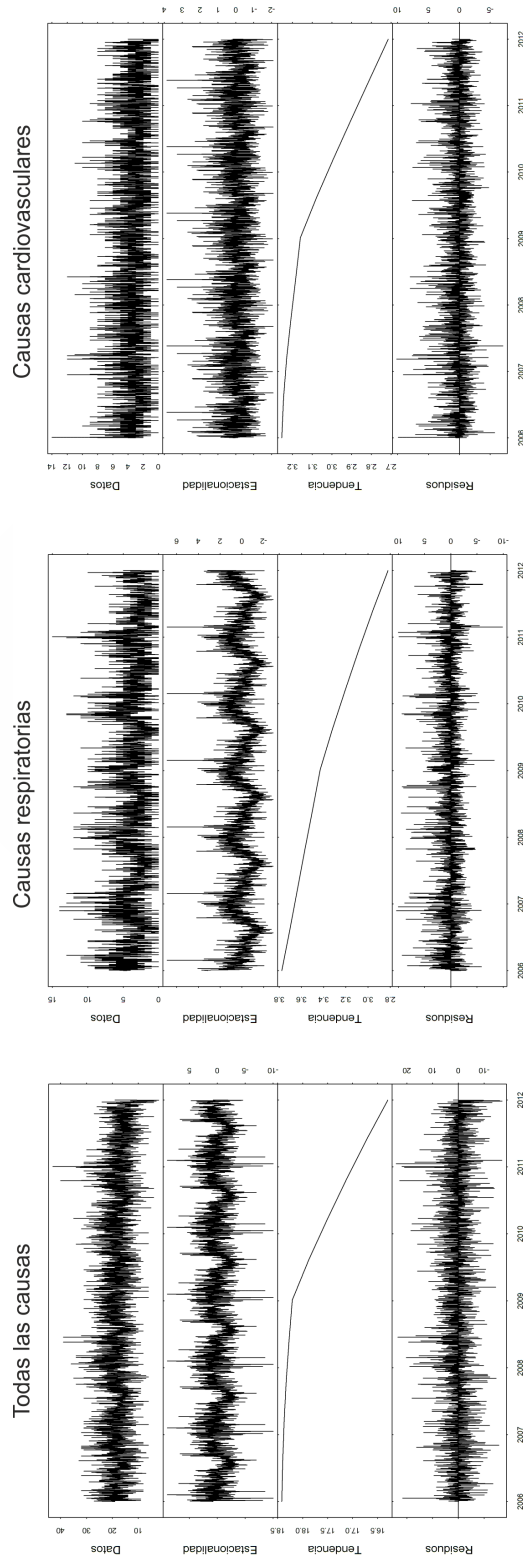
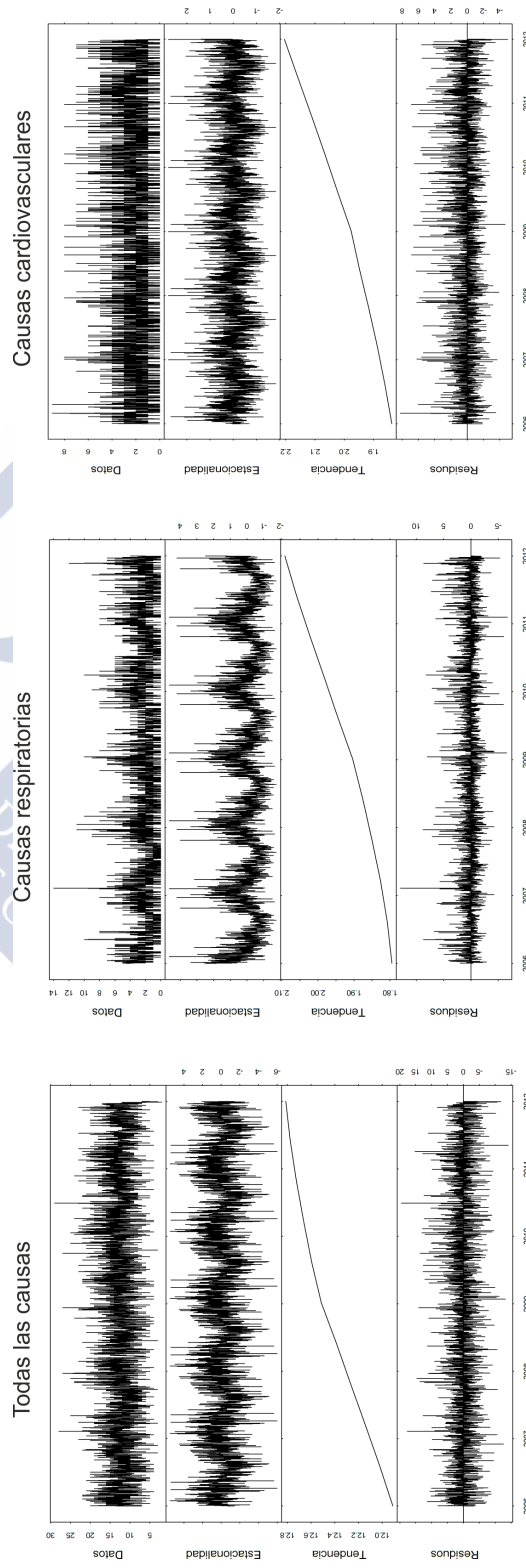


Figura A.9: Descomposición temporal de todas las causas en Lugo.



**Figura A.10:** Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en Santiago.

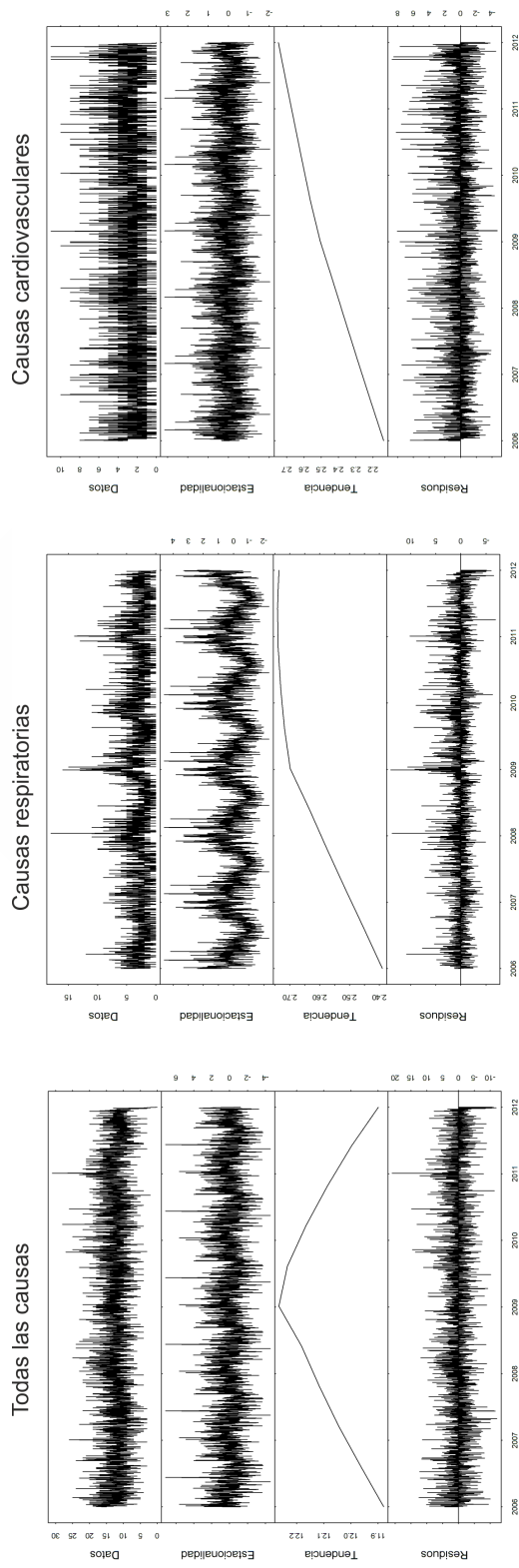
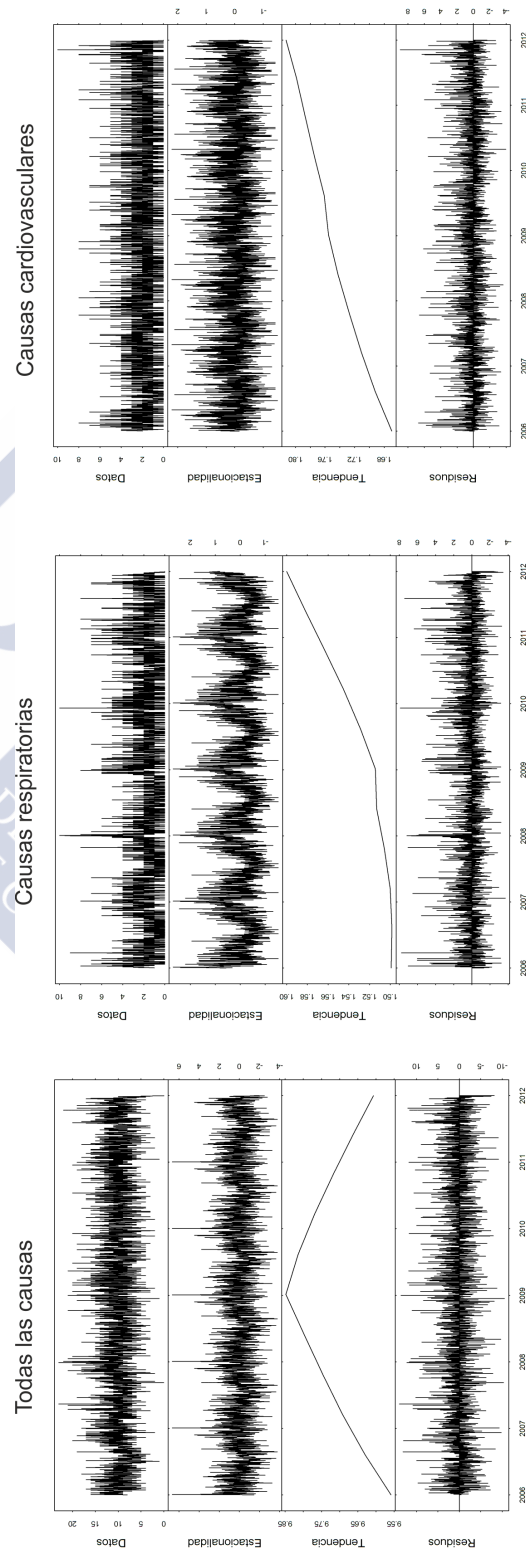
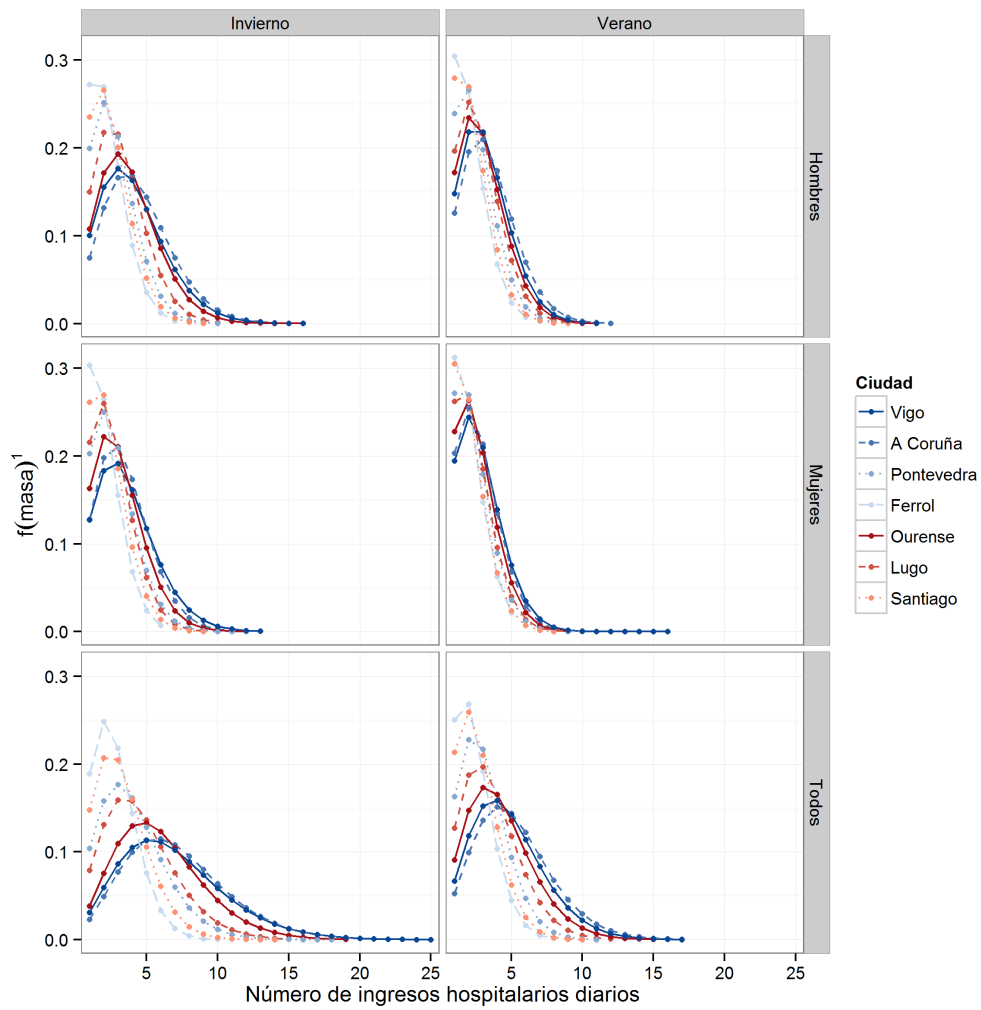


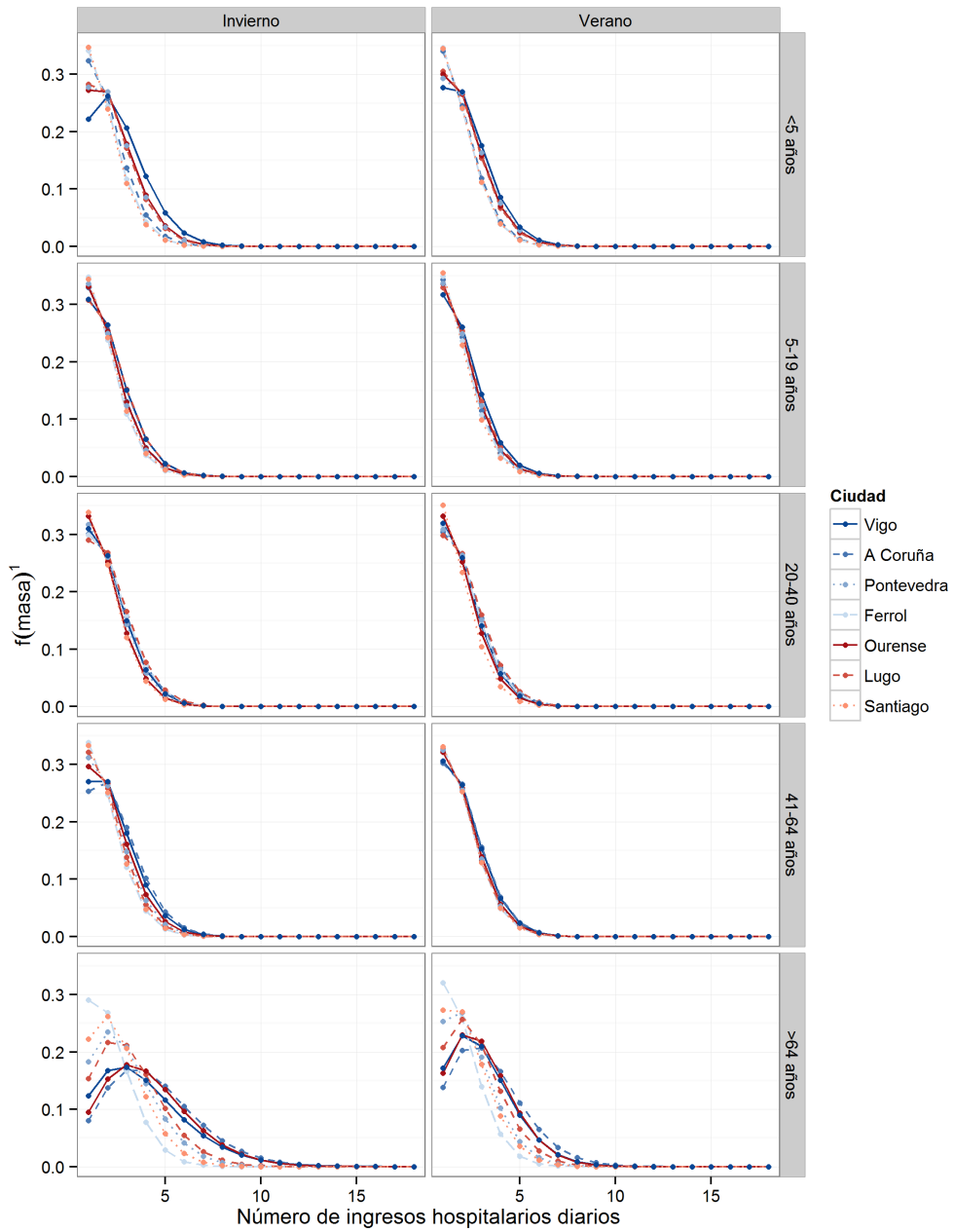
Figura A.11: Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en Pontevedra.



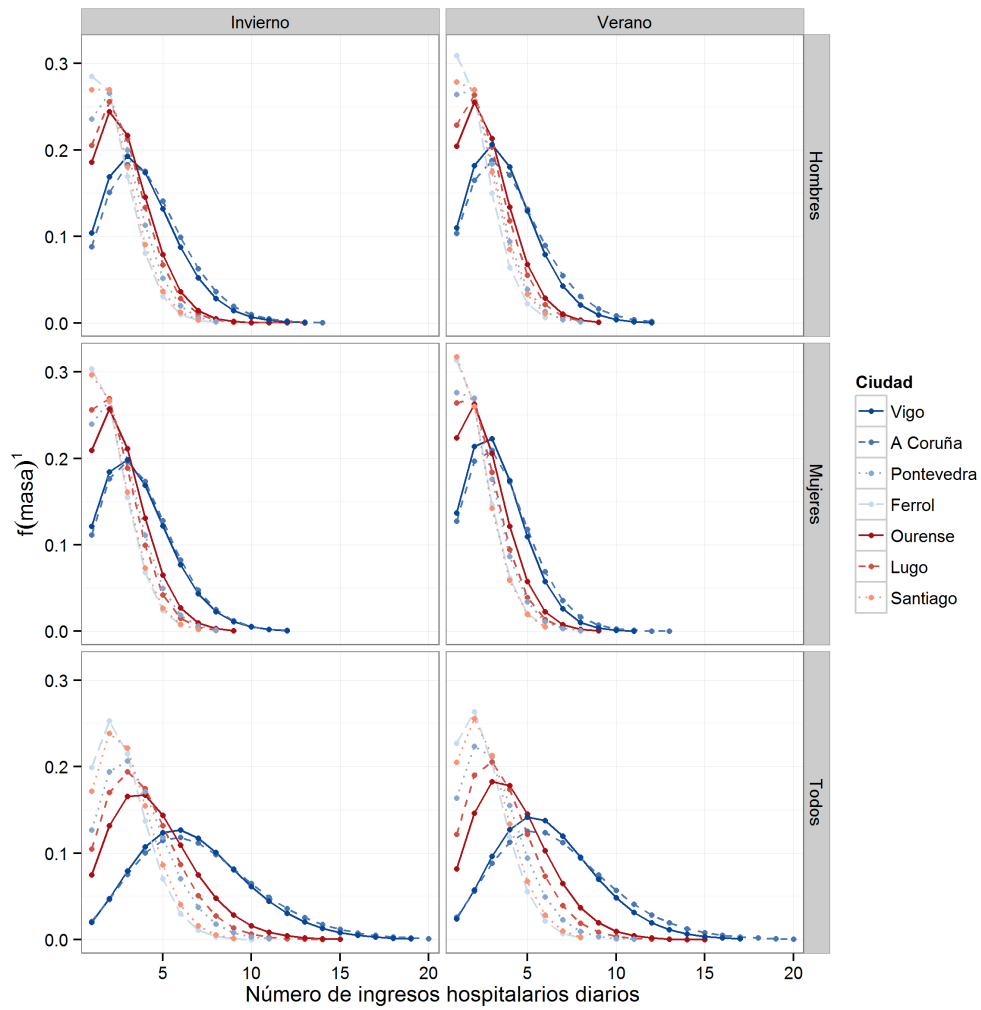
**Figura A.12:** Descomposición temporal de las hospitalizaciones por causas en Ferrol.



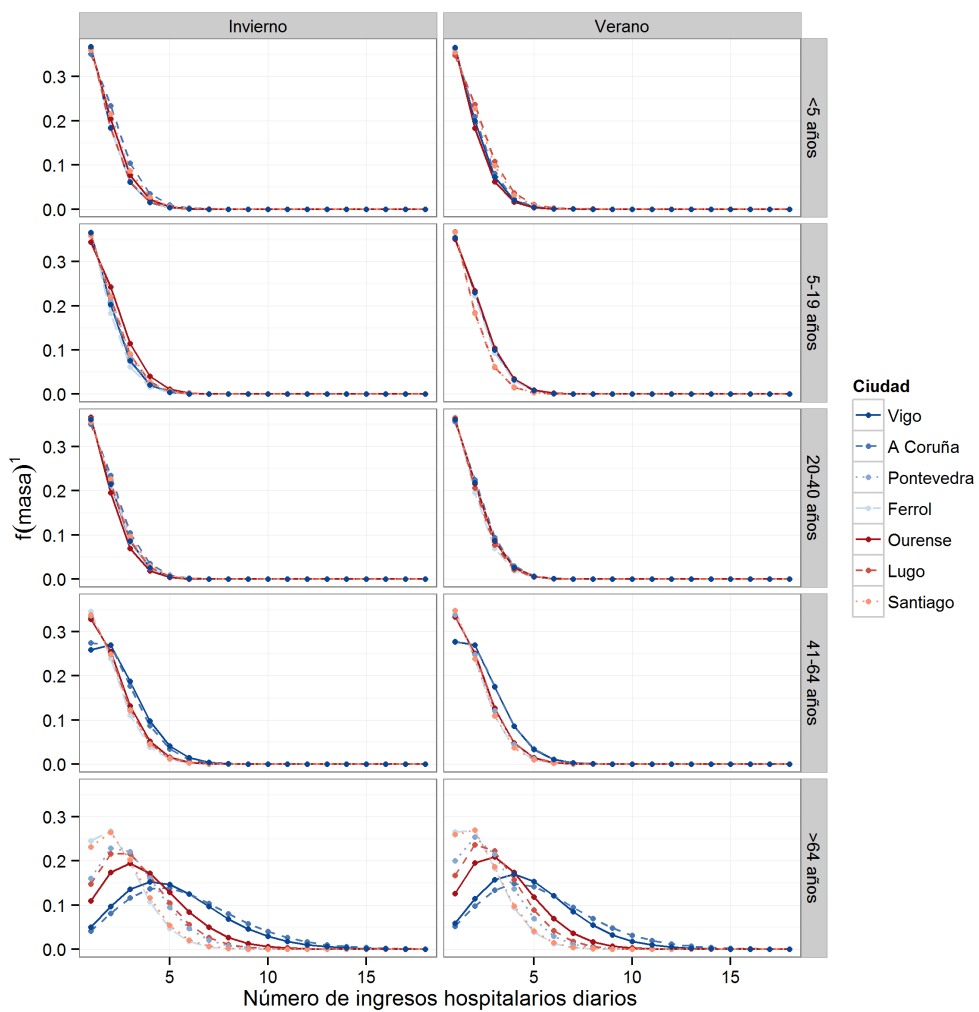
**Figura A.13:** Distribución de los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias en verano e invierno por género. <sup>1</sup>Función de masa de probabilidad.



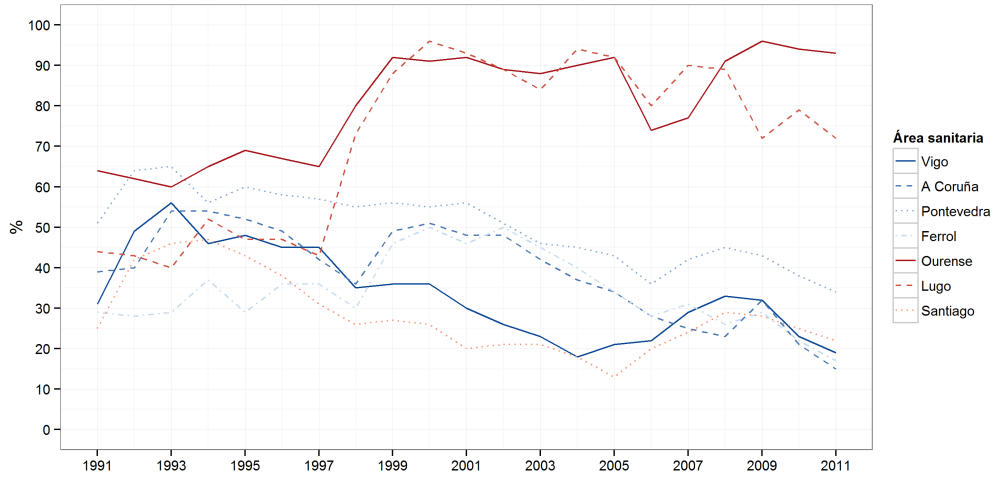
**Figura A.14:** Distribución de los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias en verano e invierno por grupos de edad. <sup>1</sup>Función de masa de probabilidad.



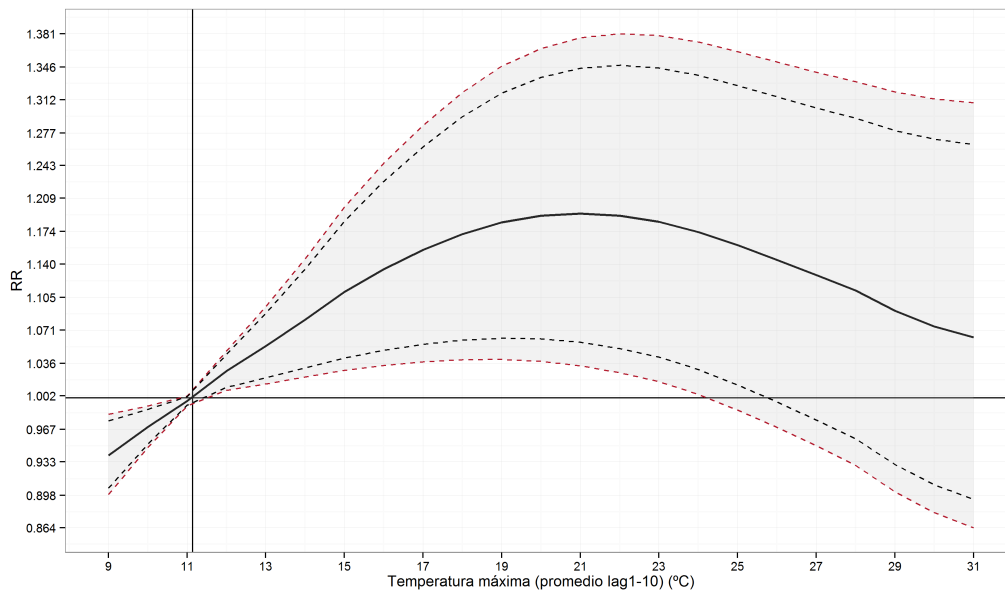
**Figura A.15:** Distribución de los ingresos hospitalarios por enfermedades cardiovasculares en verano e invierno por género. <sup>1</sup>Función de masa de probabilidad.



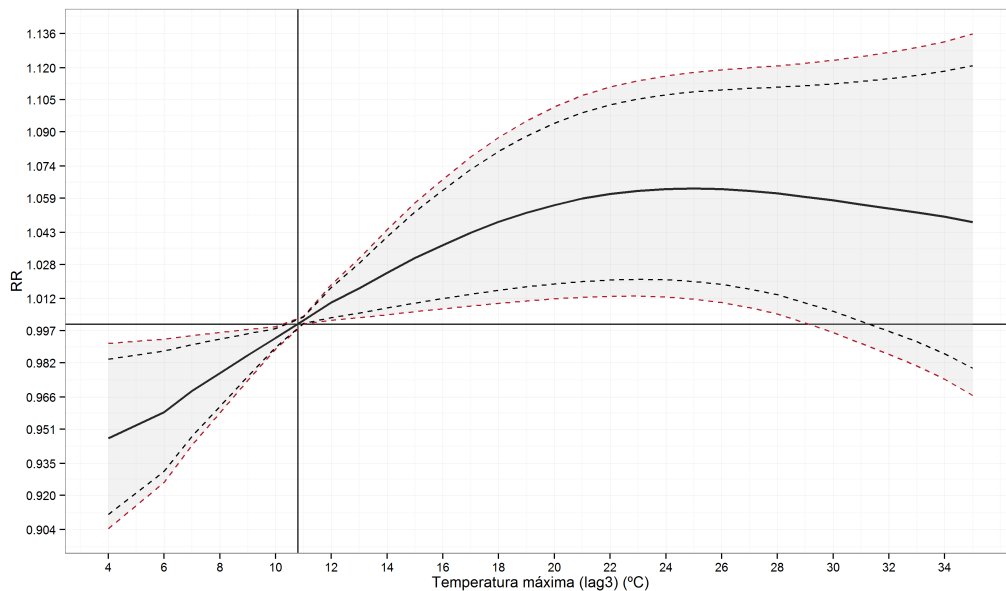
**Figura A.16:** Distribución de los ingresos hospitalarios por enfermedades cardiovasculares en verano e invierno por grupos de edad. <sup>1</sup>Función de masa de probabilidad.



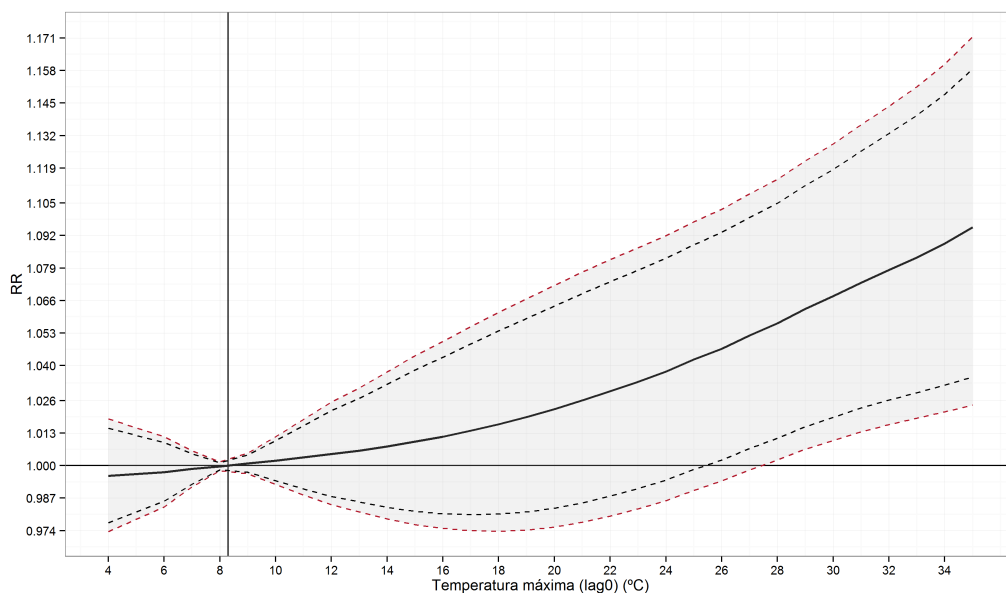
**Figura A.17:** Participación en las Enfermedades de Declaración Obligatoria (EDO) por áreas sanitarias en Galicia entre 1991 y 2011. Datos: SERGAS.



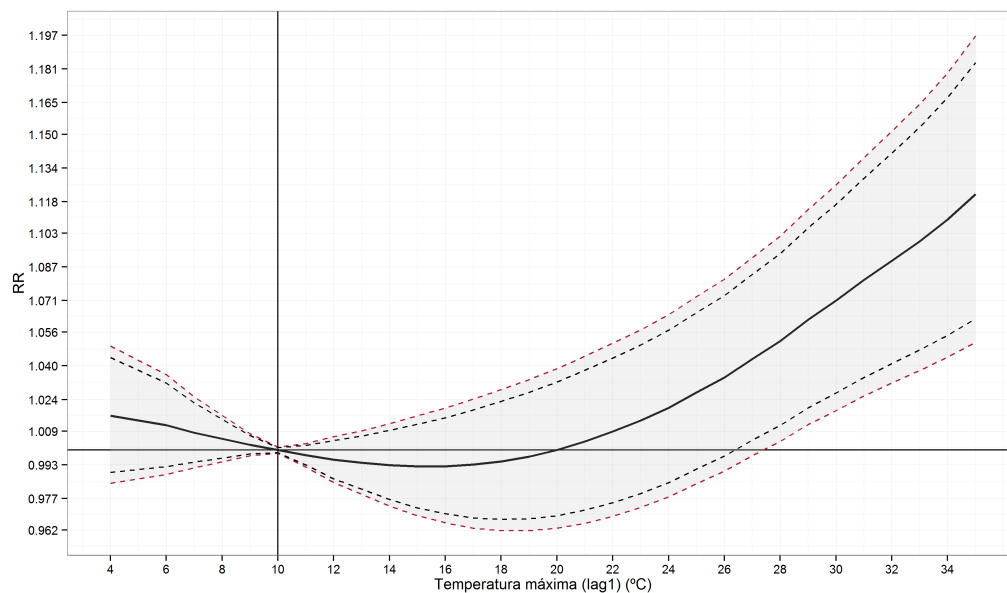
**Figura A.18:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los 40-60 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



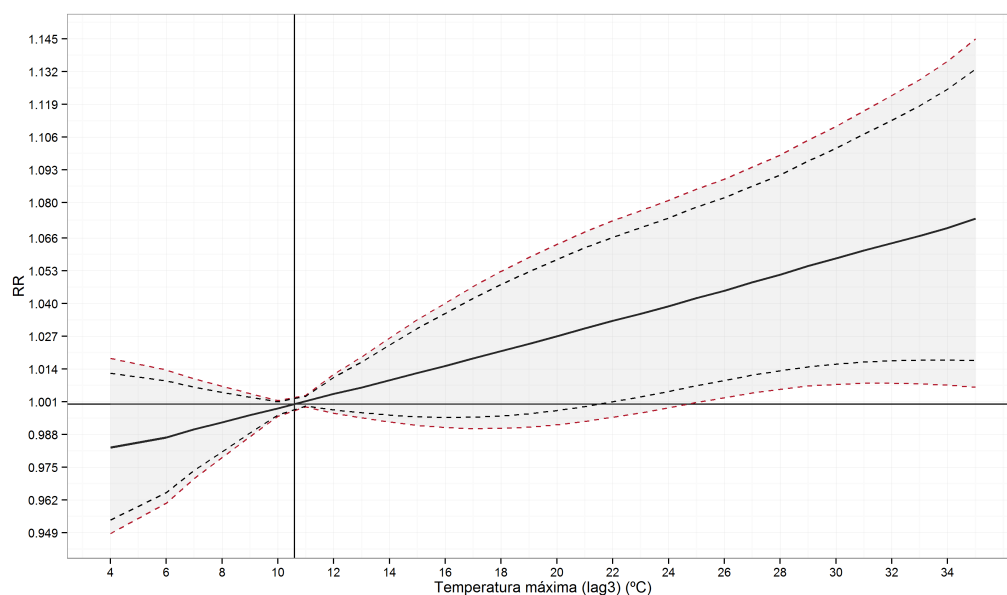
**Figura A.19:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



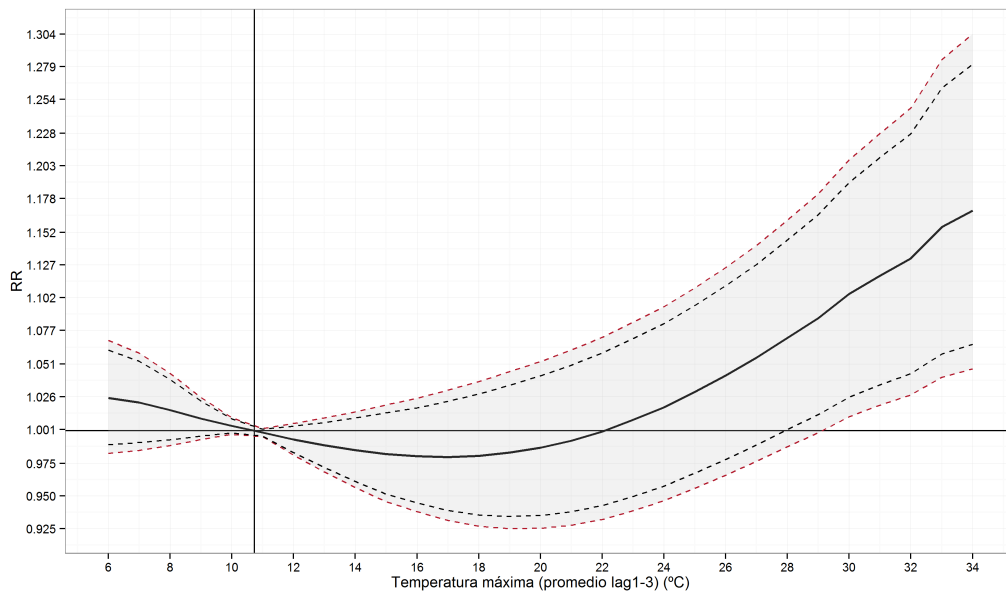
**Figura A.20:** Efectos de la temperatura máxima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



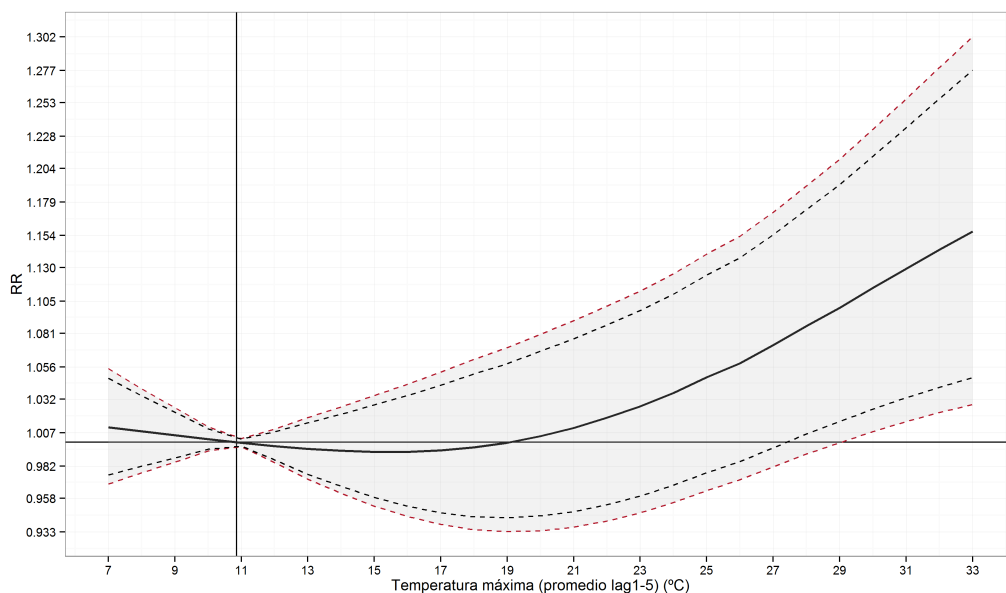
**Figura A.21:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



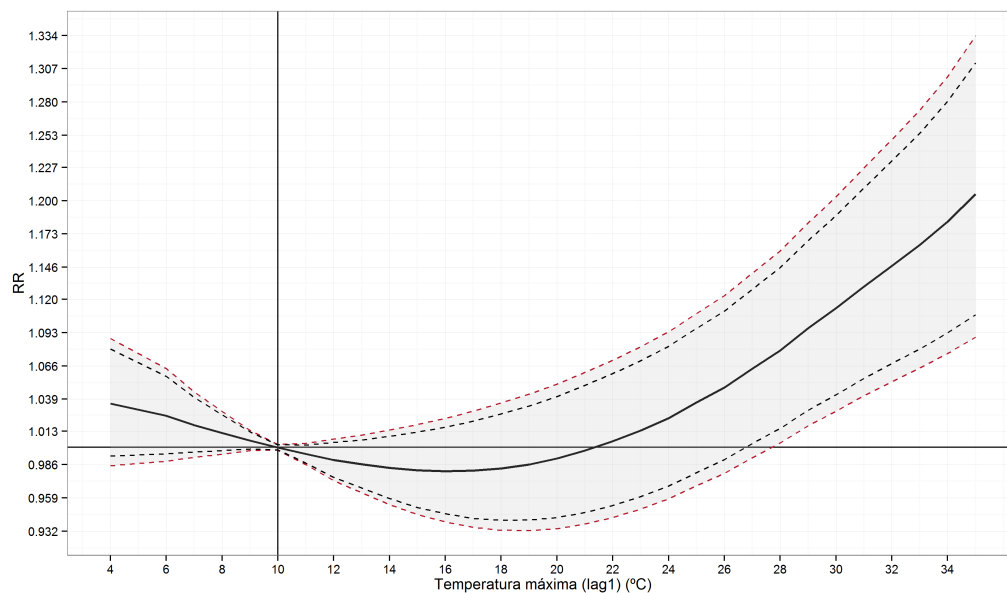
**Figura A.22:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



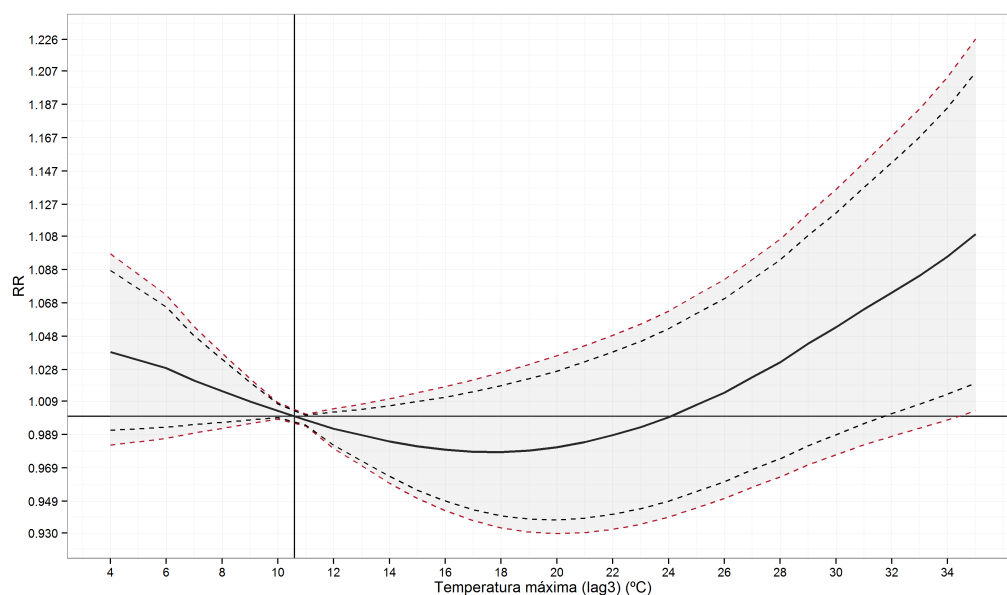
**Figura A.23:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



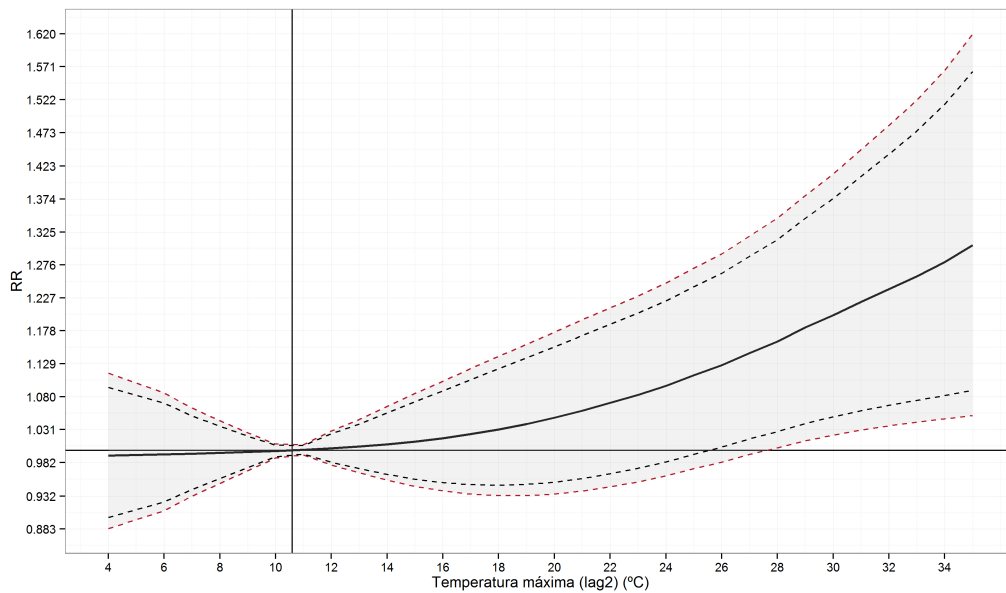
**Figura A.24:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



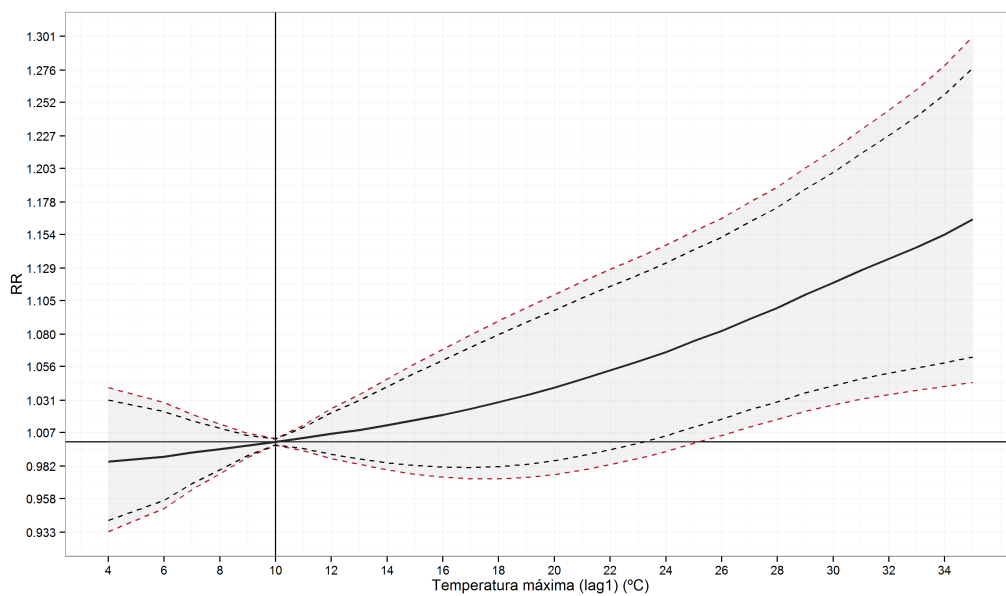
**Figura A.25:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



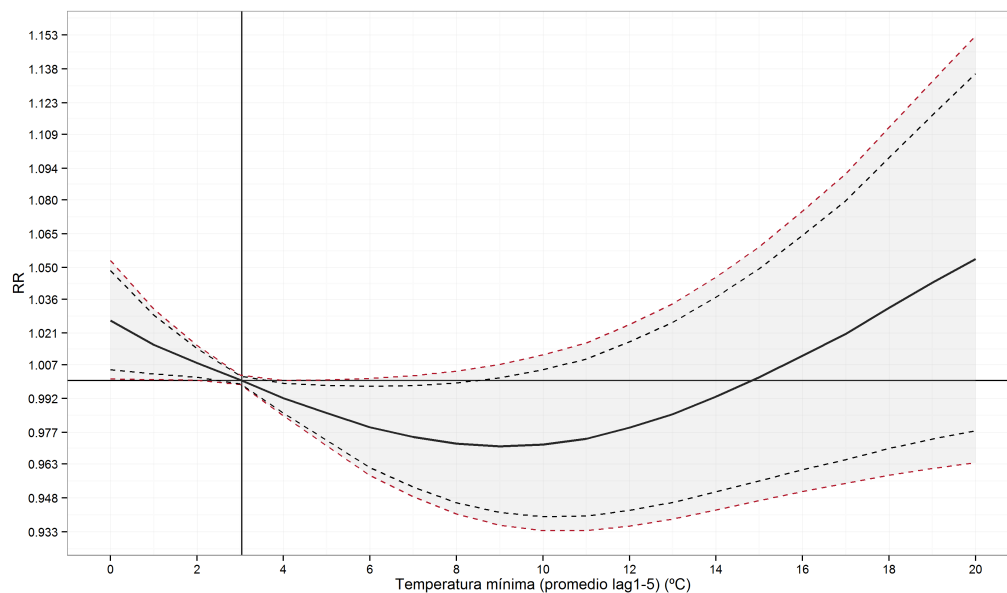
**Figura A.26:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



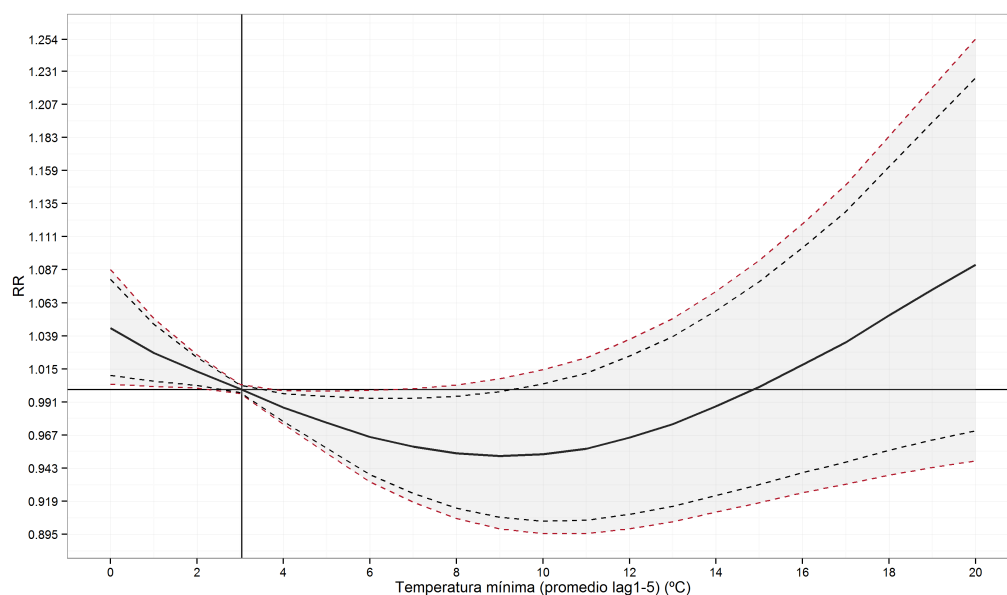
**Figura A.27:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los menores de 5 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



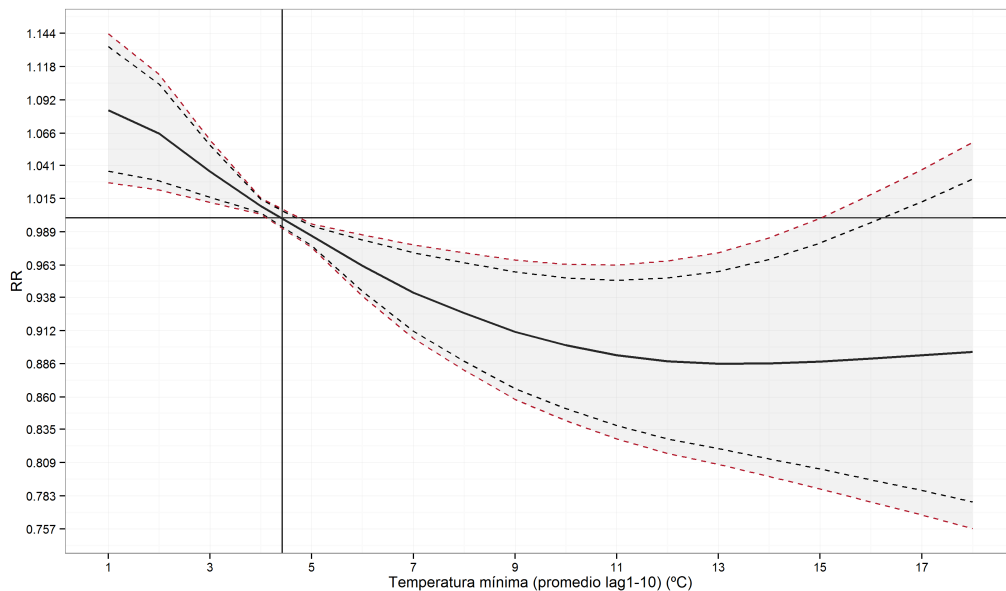
**Figura A.28:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



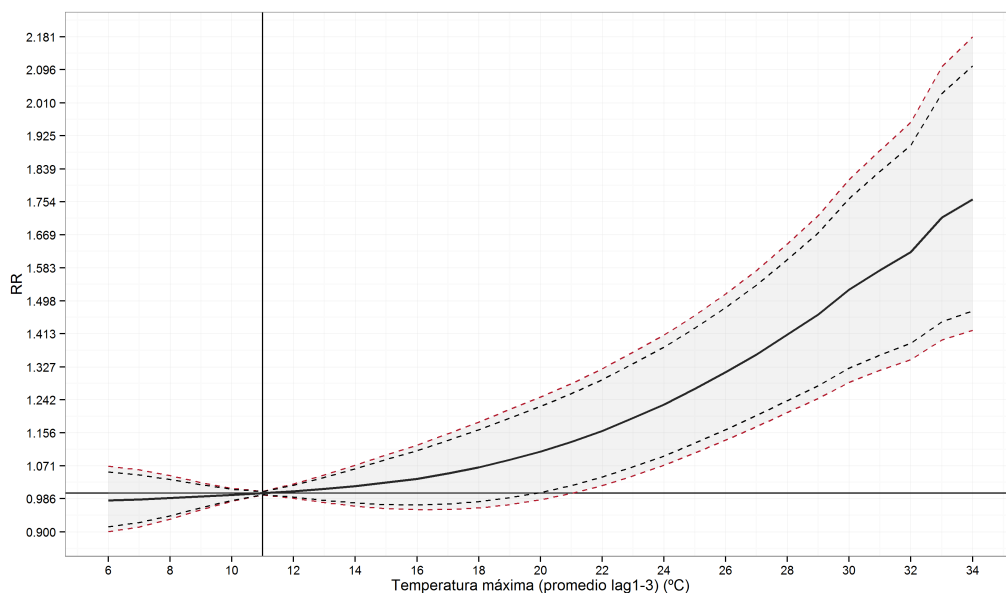
**Figura A.29:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



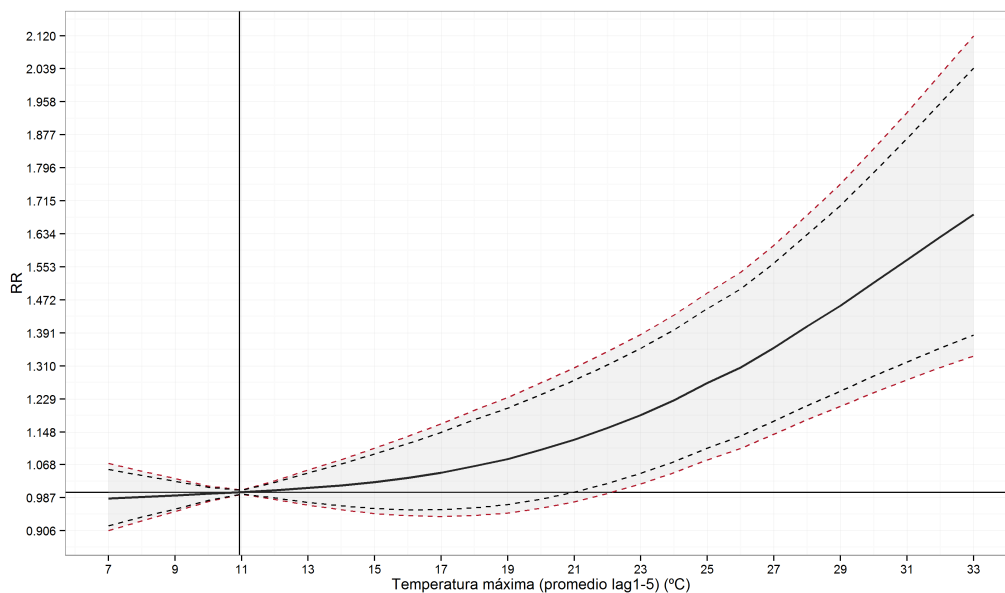
**Figura A.30:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



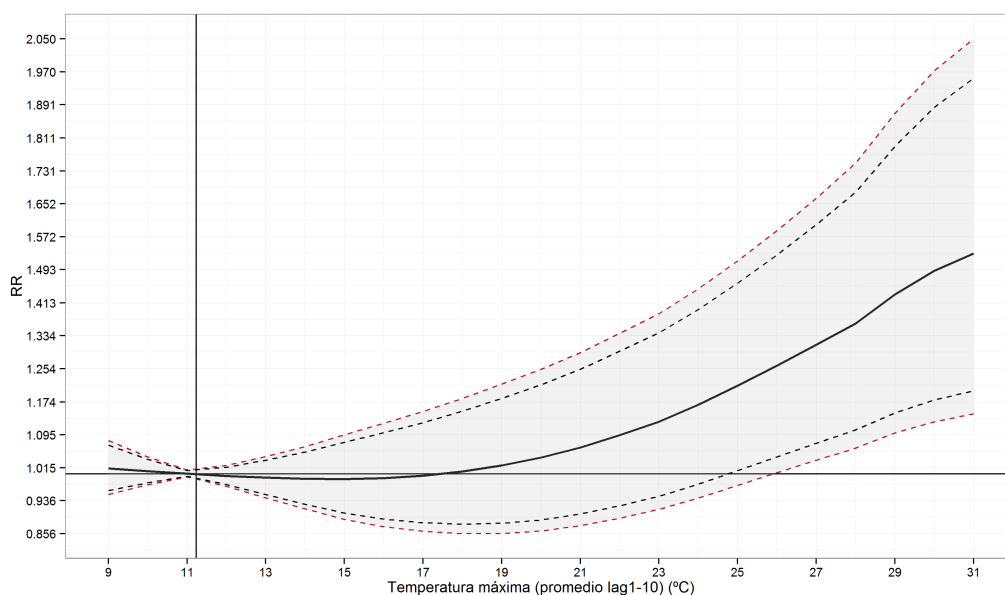
**Figura A.31:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



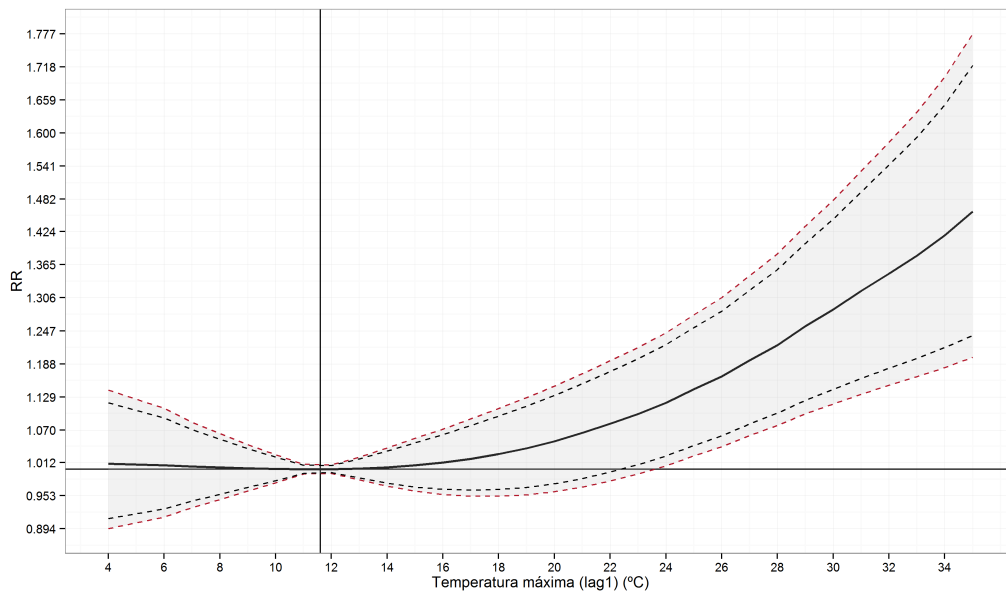
**Figura A.32:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



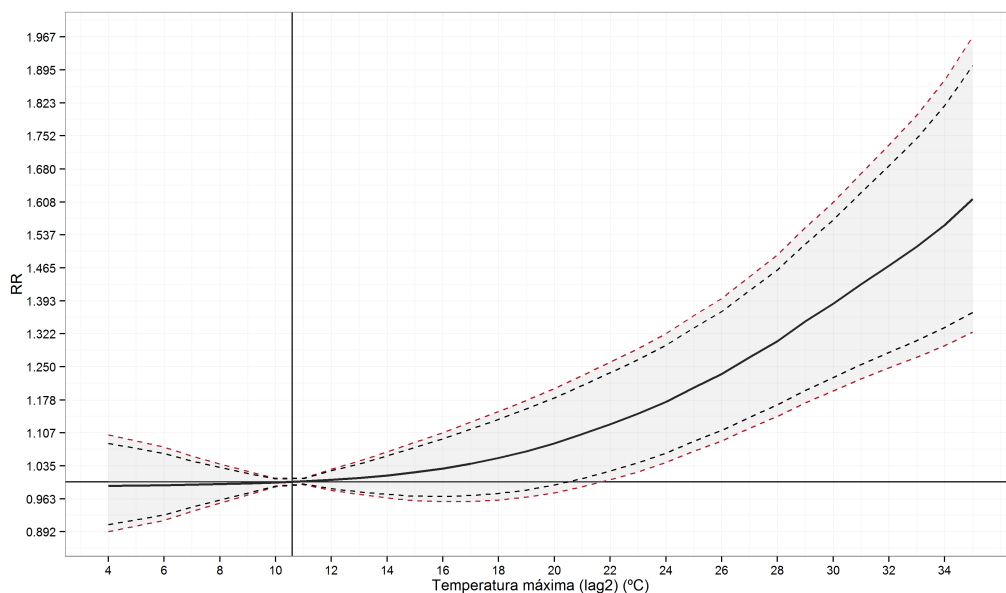
**Figura A.33:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



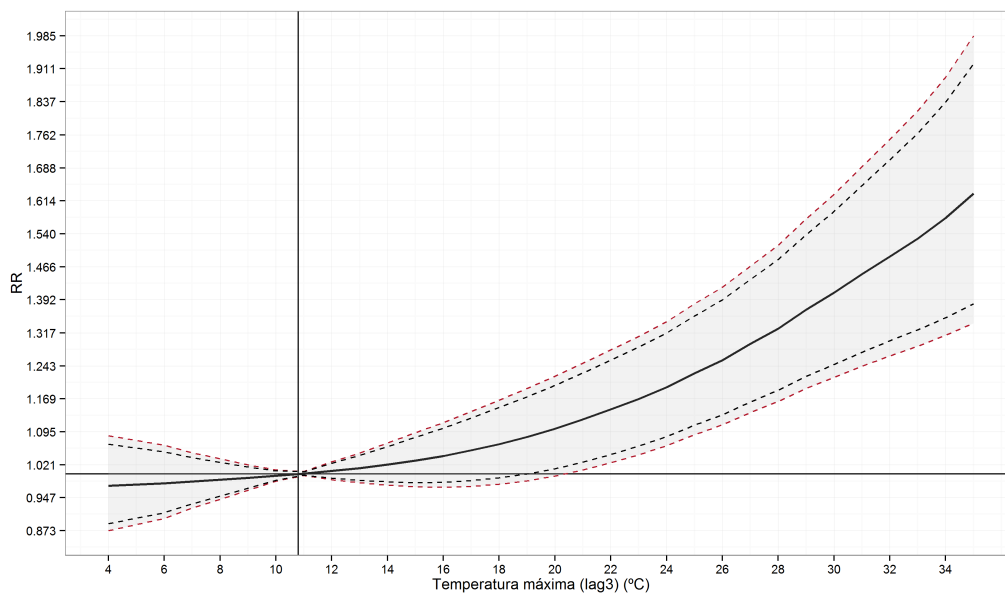
**Figura A.34:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



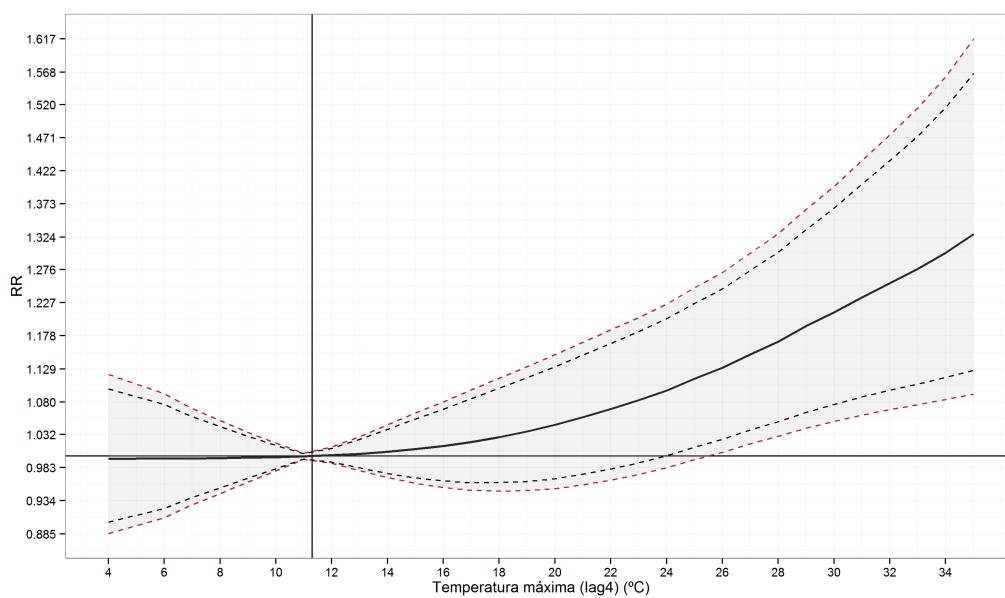
**Figura A.35:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



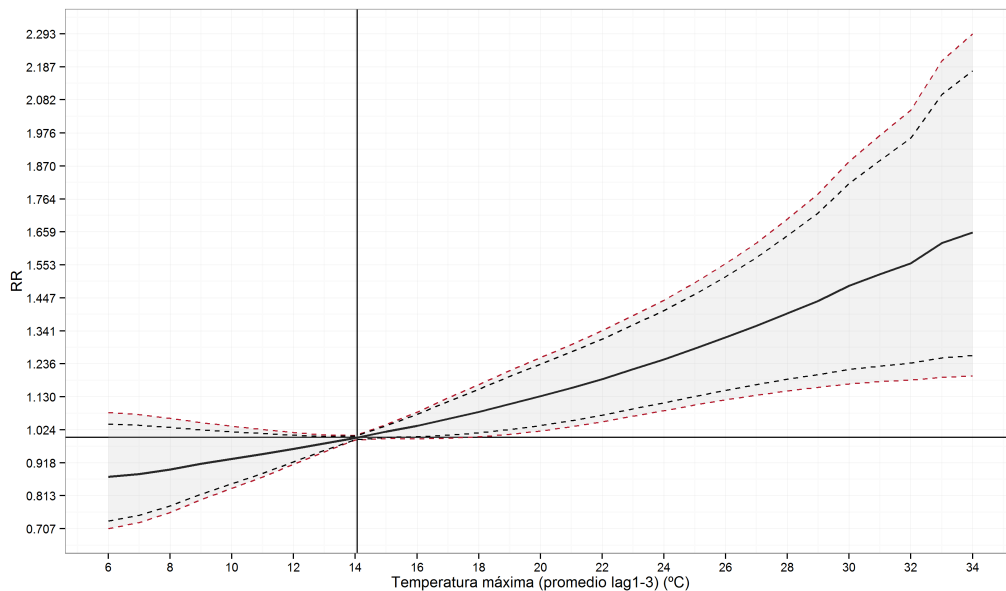
**Figura A.36:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



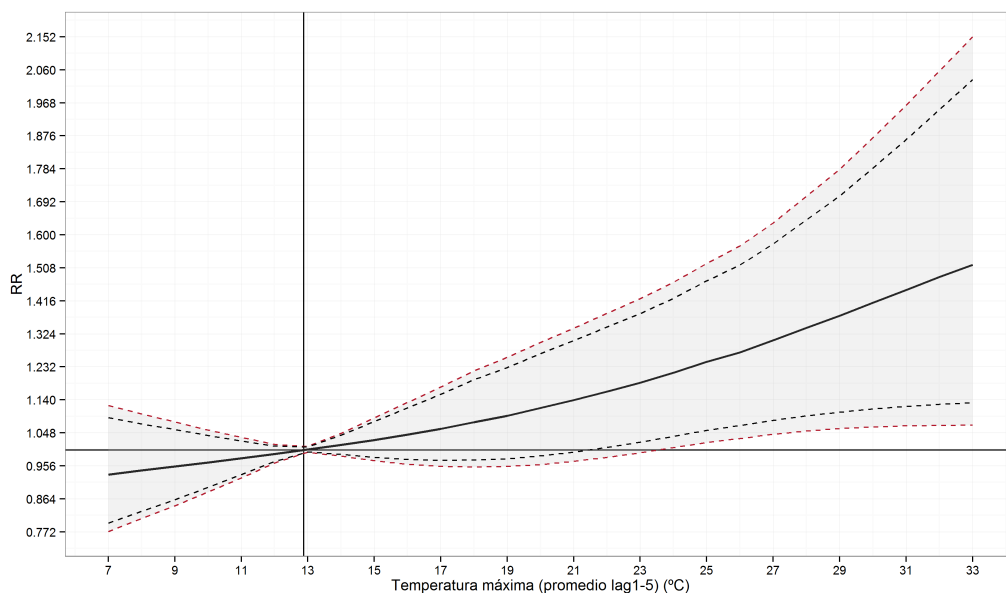
**Figura A.37:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



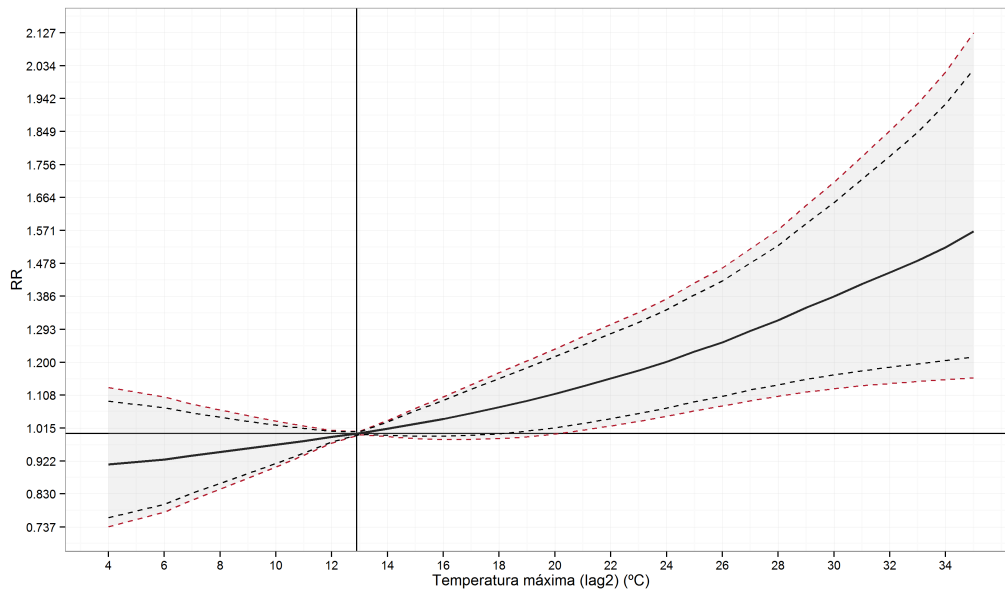
**Figura A.38:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



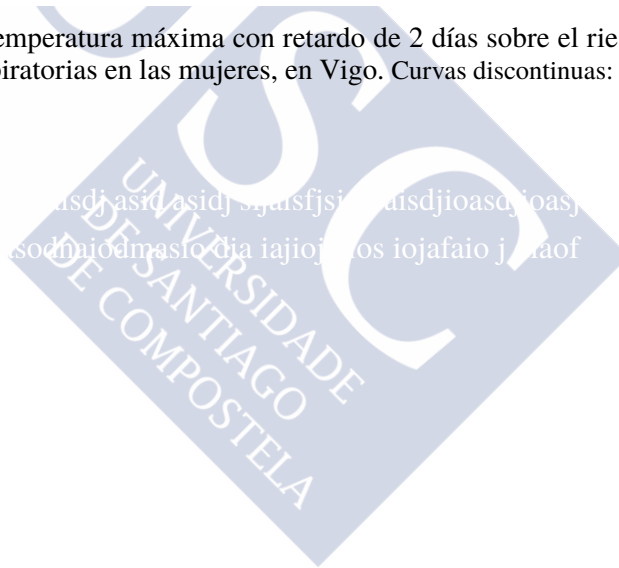
**Figura A.39:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en las mujeres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.

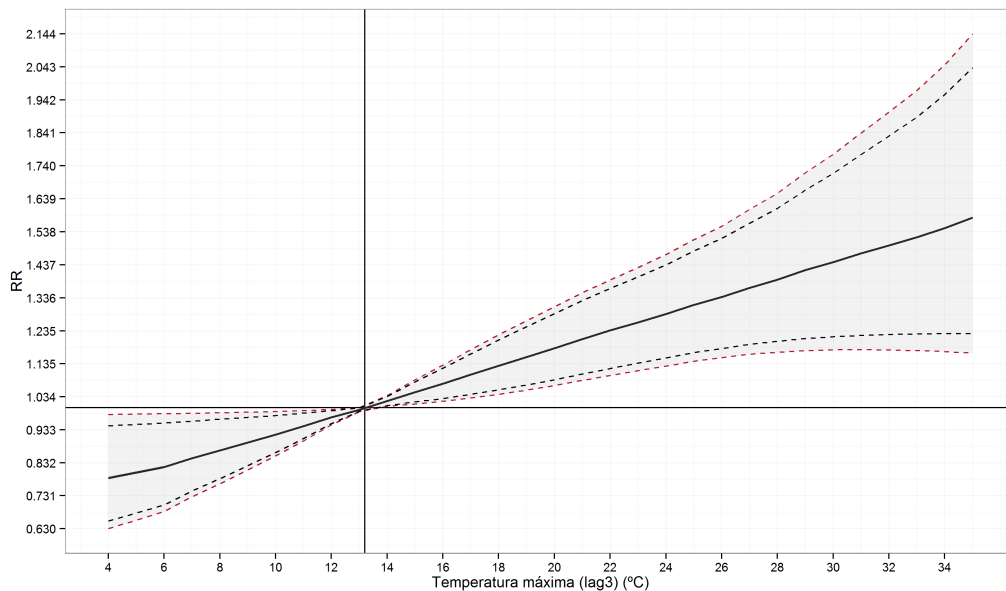


**Figura A.40:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en las mujeres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.

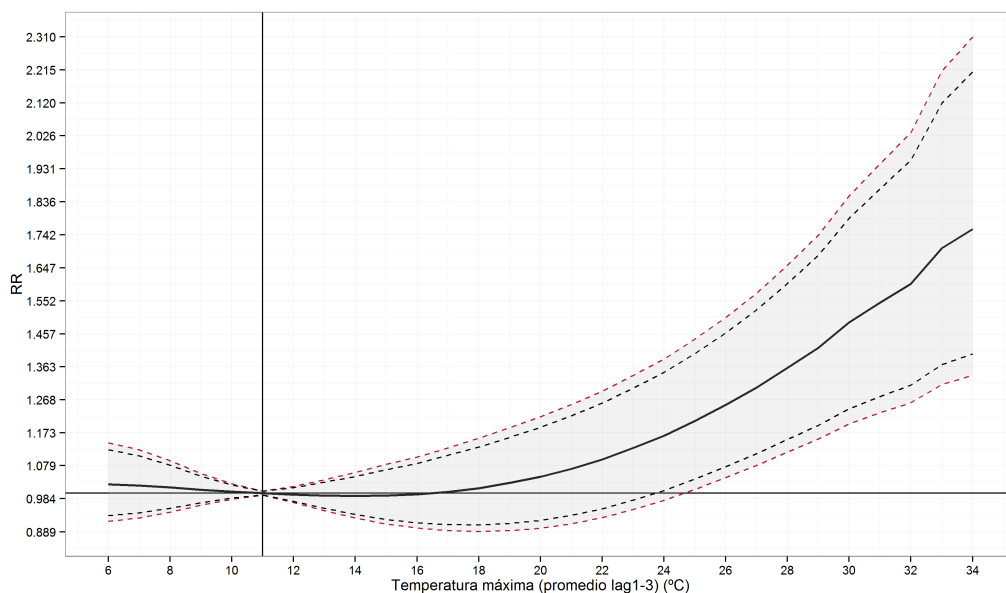


**Figura A.41:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en las mujeres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.

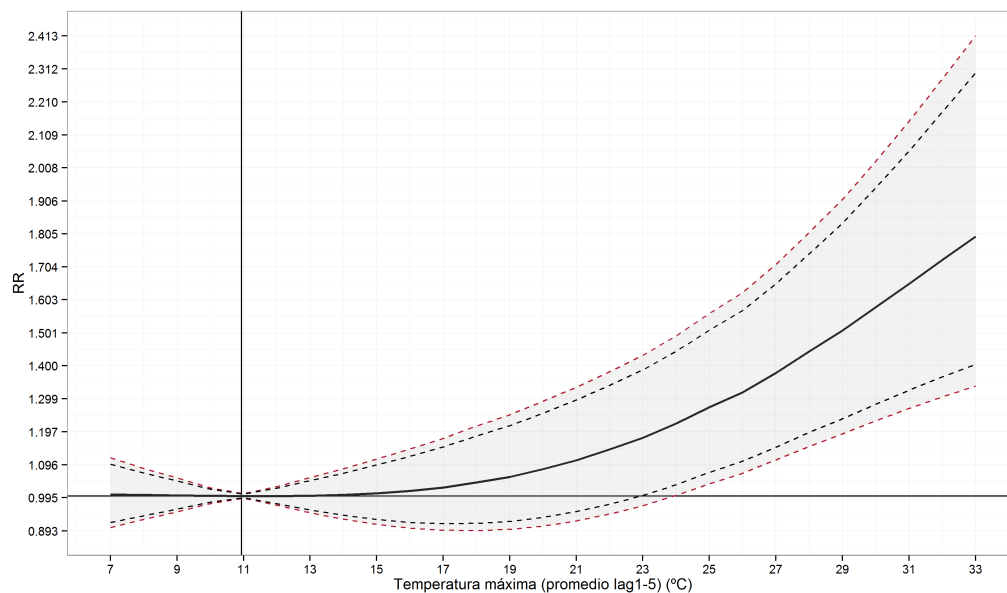




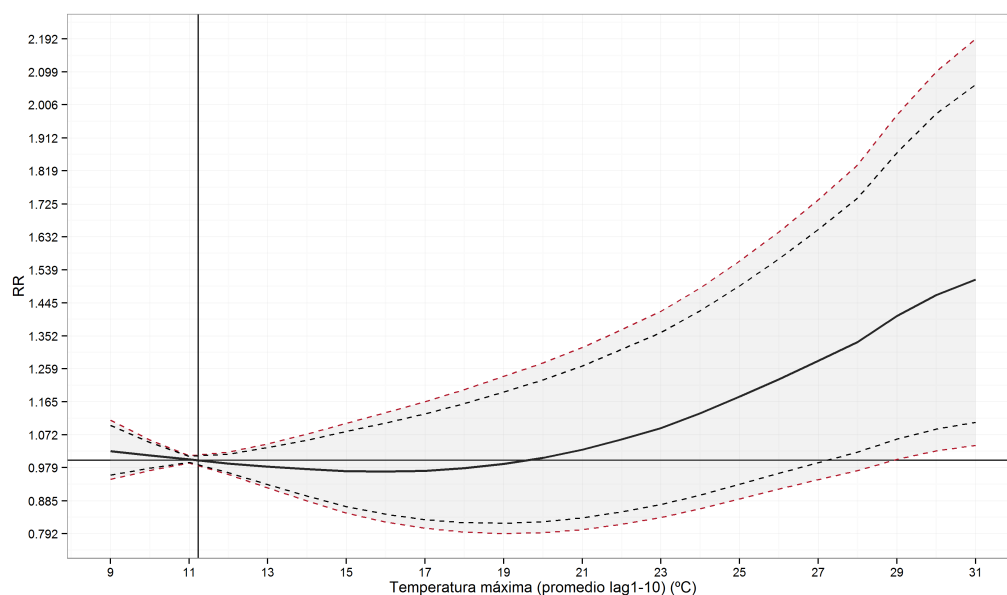
**Figura A.42:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en las mujeres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



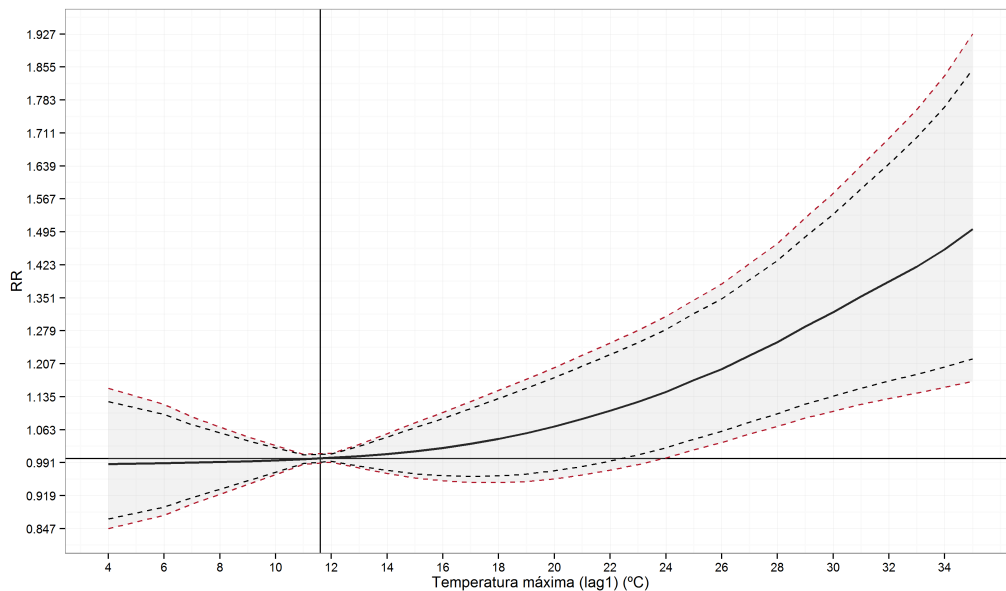
**Figura A.43:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



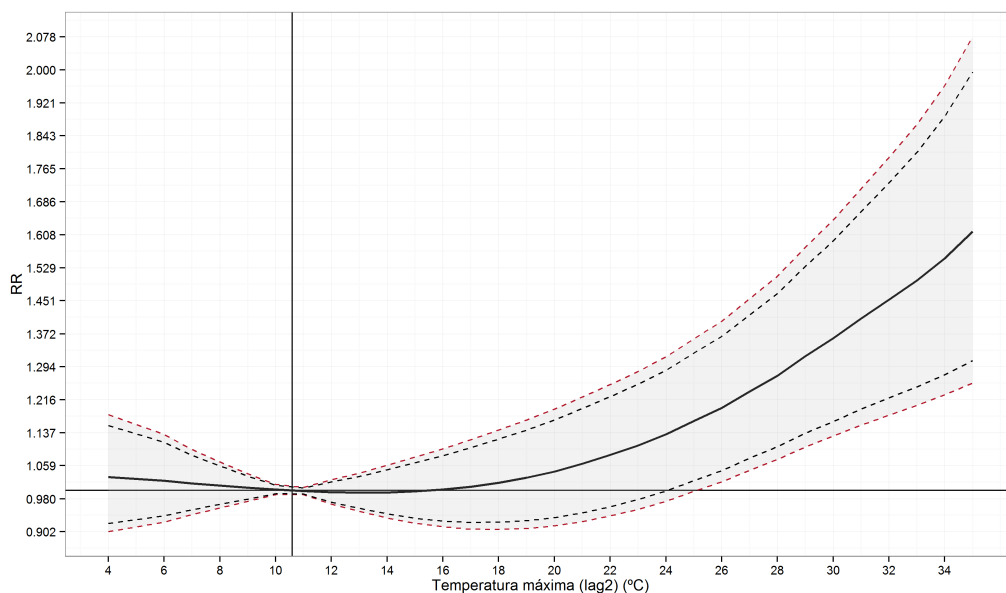
**Figura A.44:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



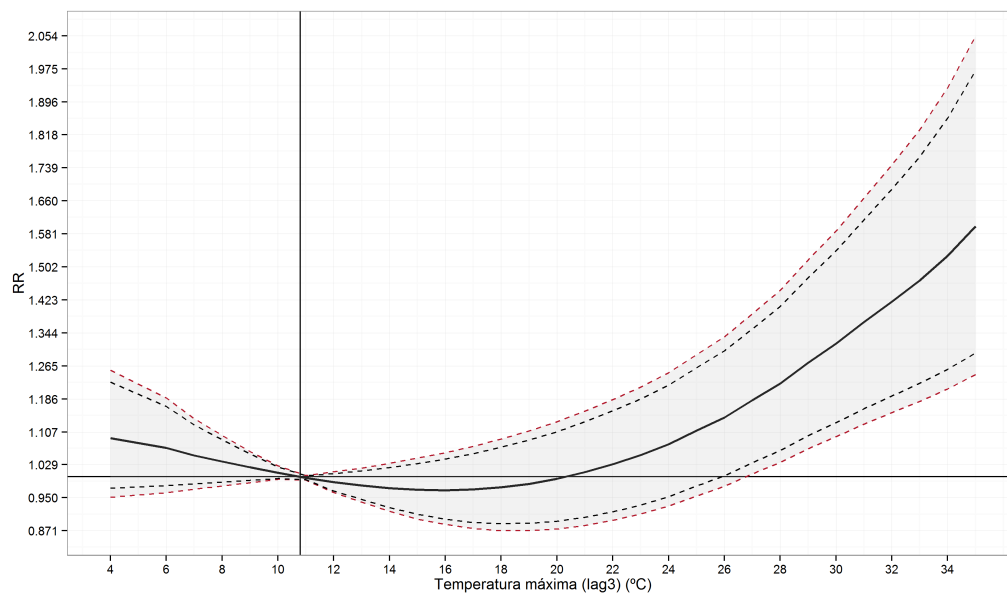
**Figura A.45:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



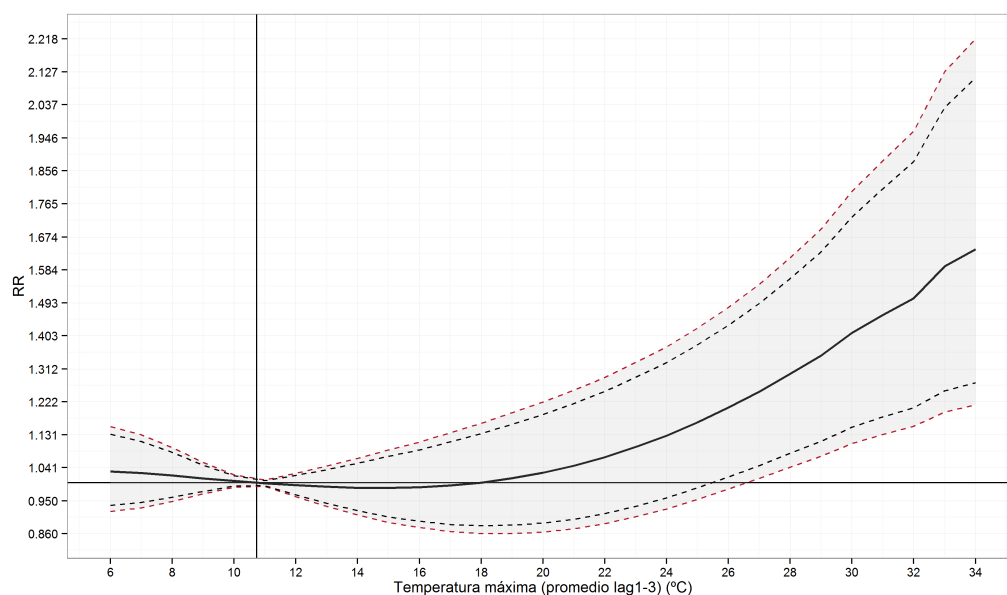
**Figura A.46:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



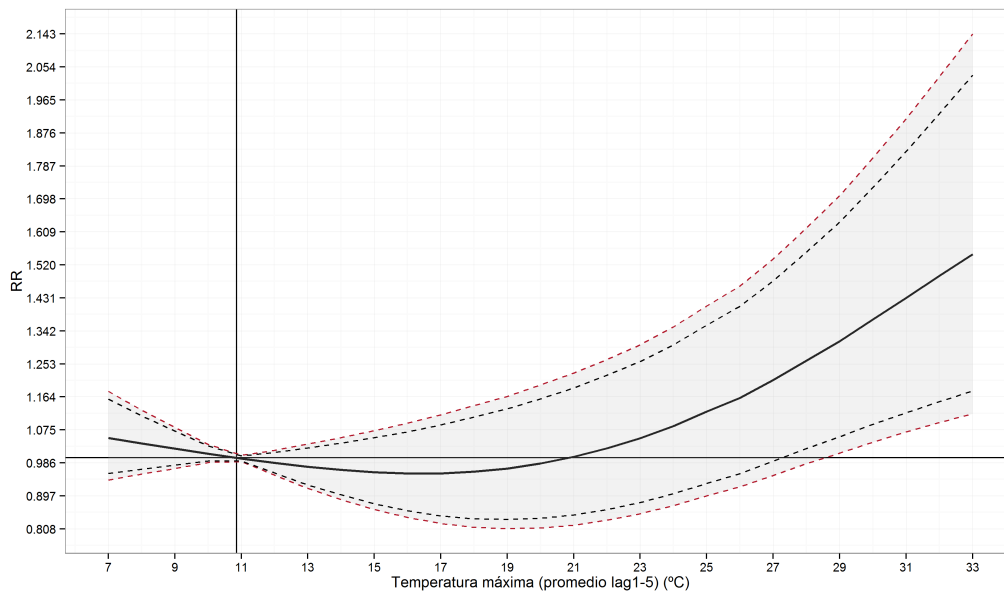
**Figura A.47:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



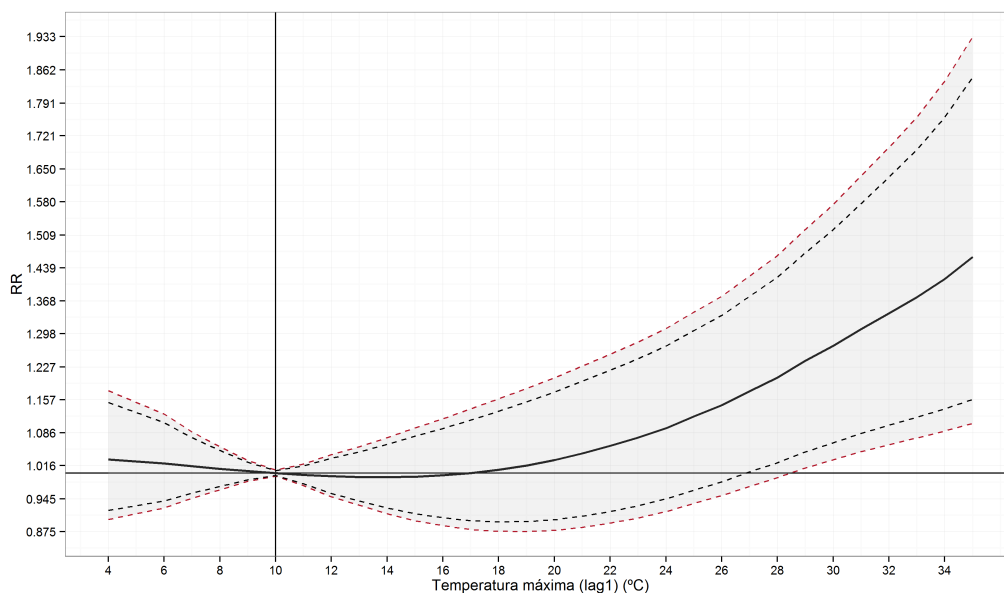
**Figura A.48:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



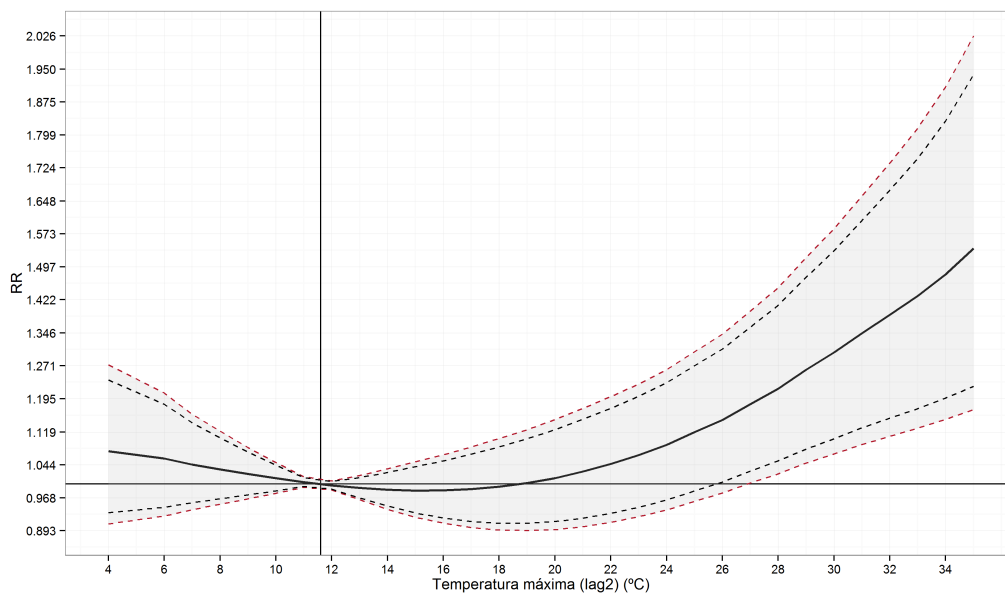
**Figura A.49:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



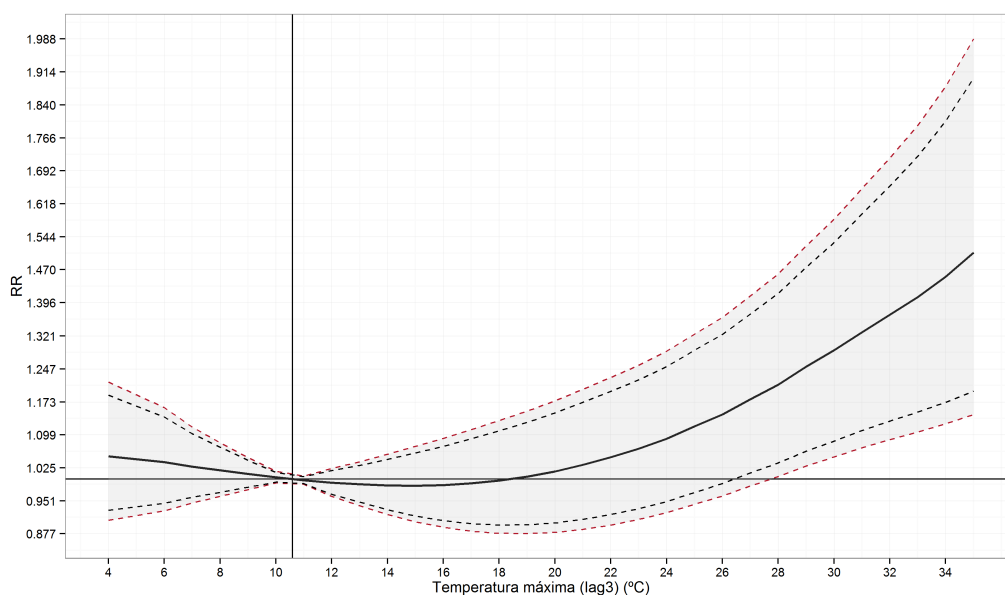
**Figura A.50:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



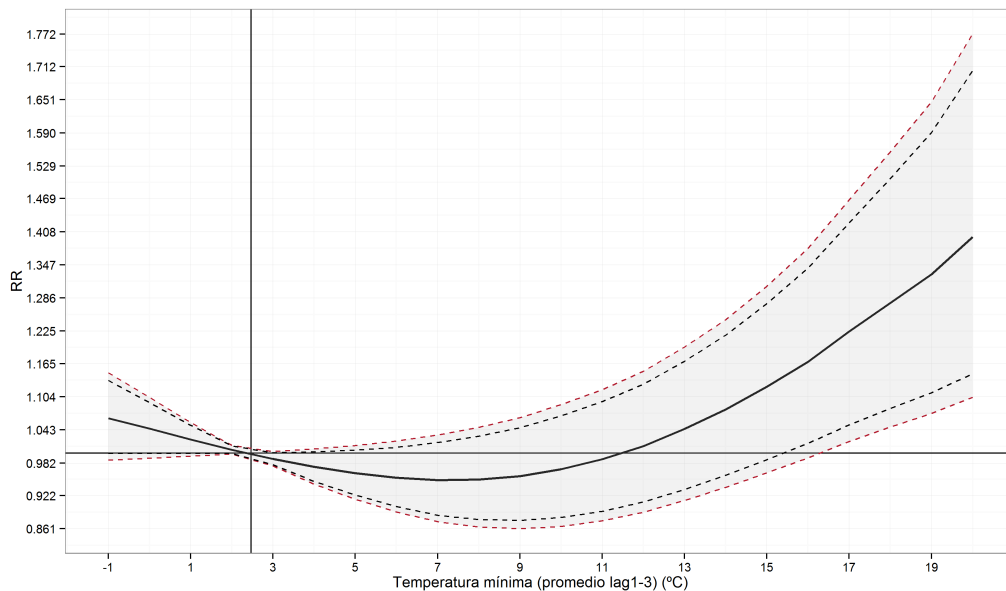
**Figura A.51:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



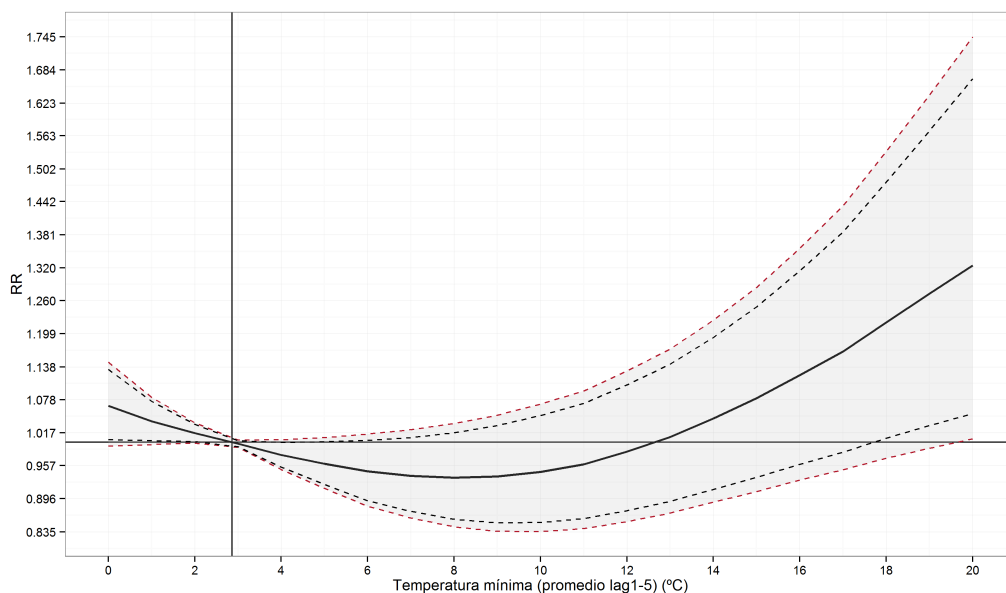
**Figura A.52:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



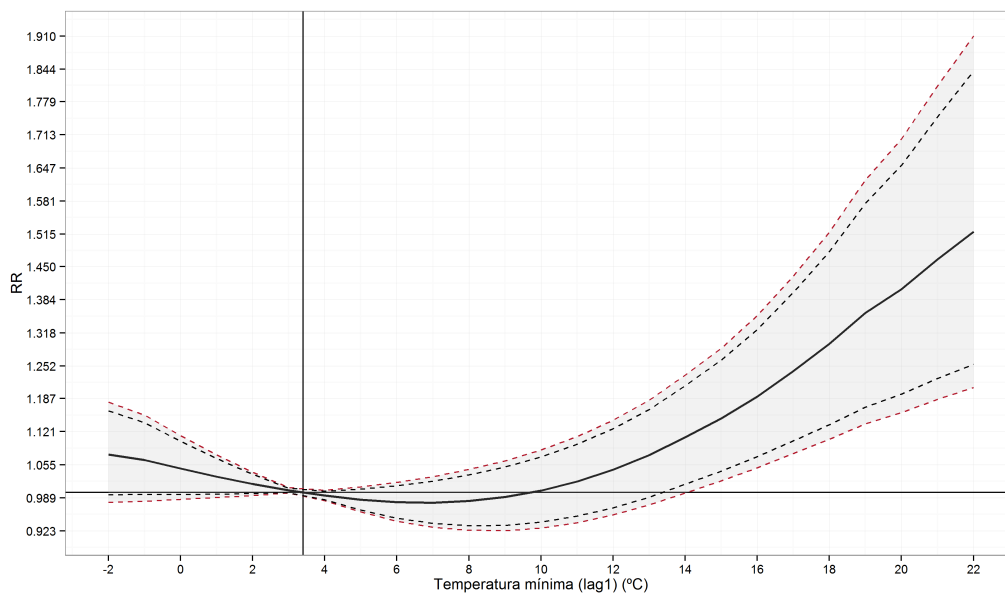
**Figura A.53:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



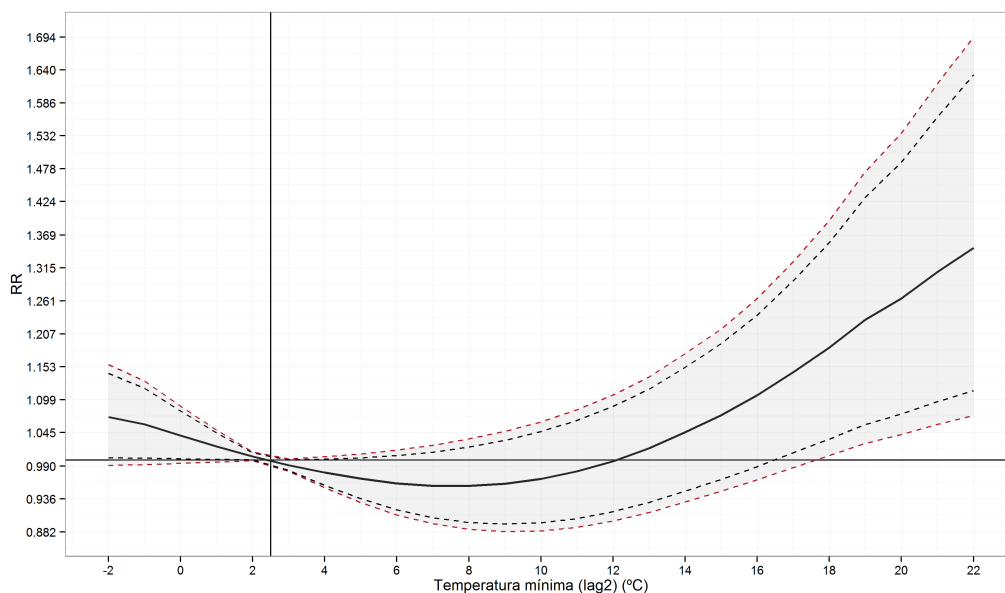
**Figura A.54:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



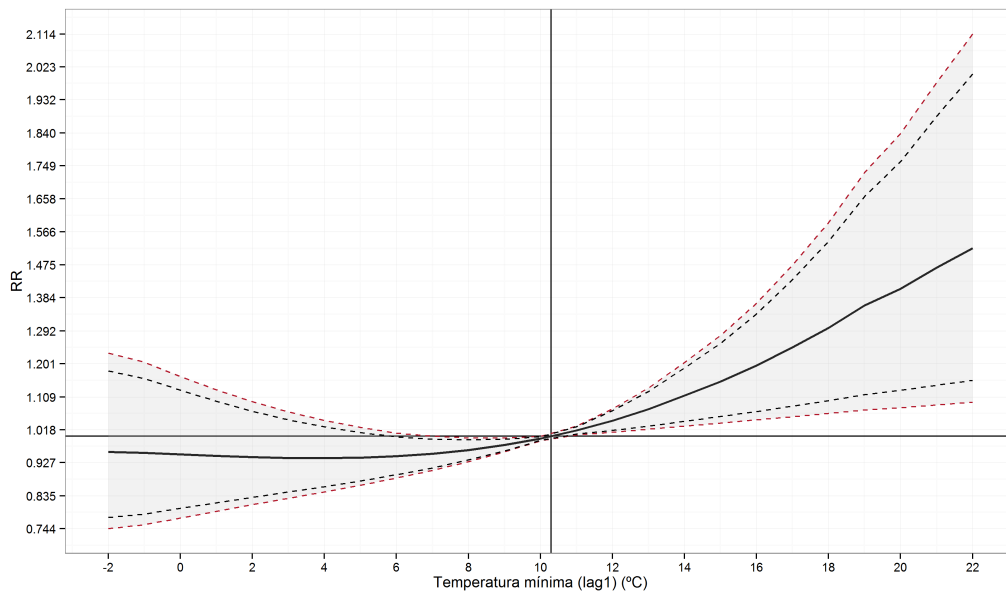
**Figura A.55:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



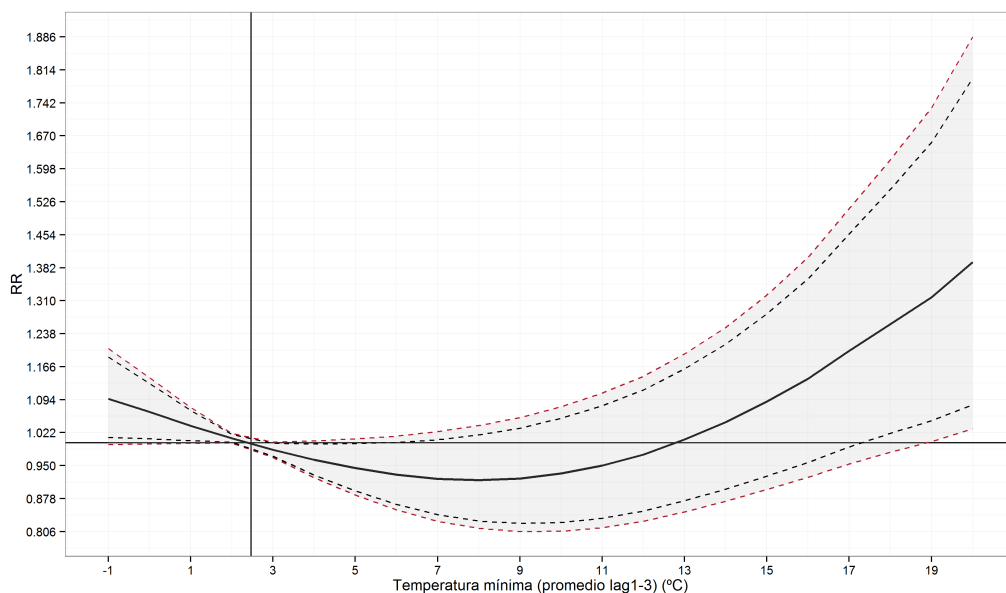
**Figura A.56:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



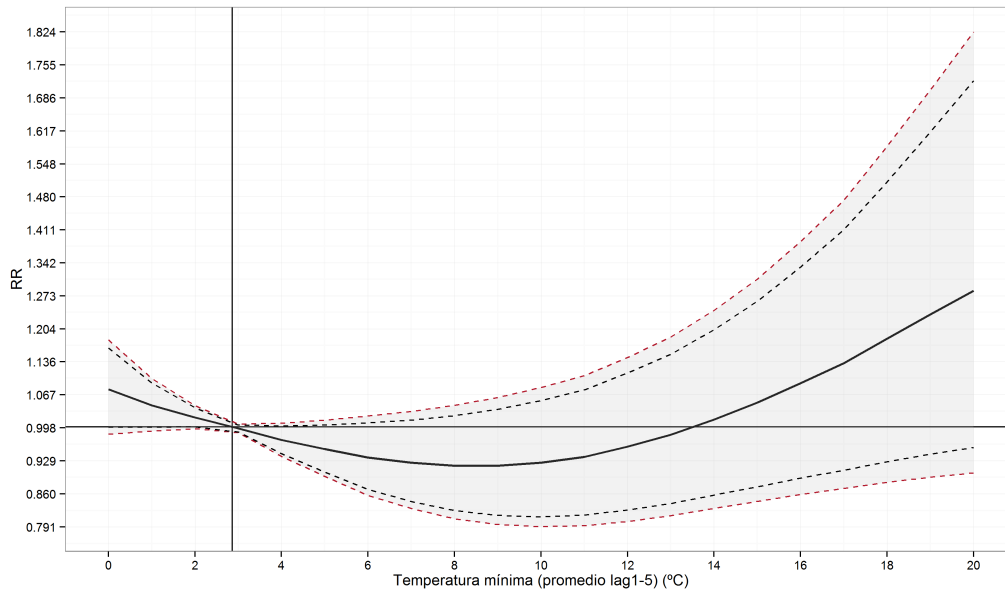
**Figura A.57:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



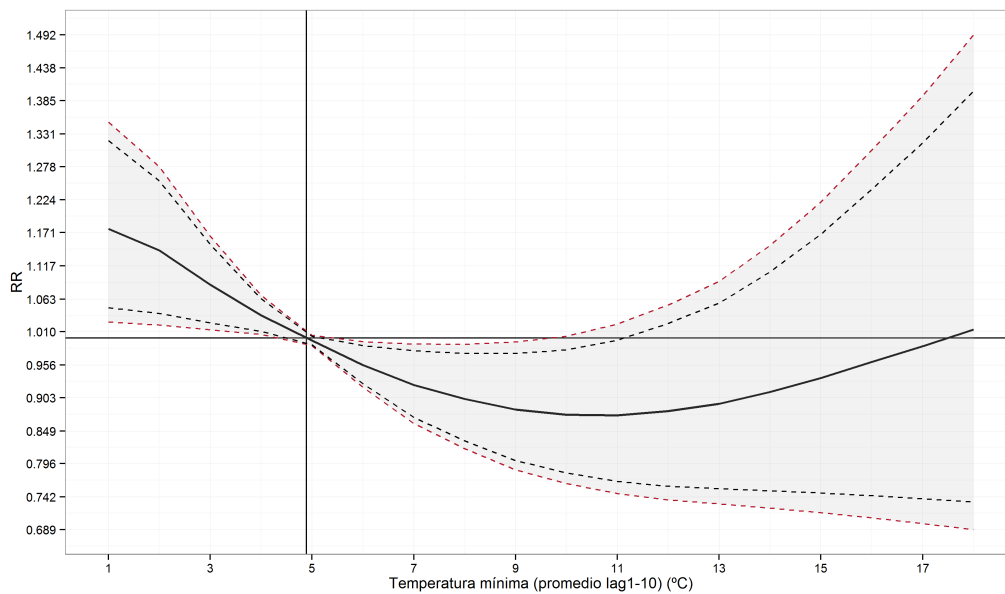
**Figura A.58:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en las mujeres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



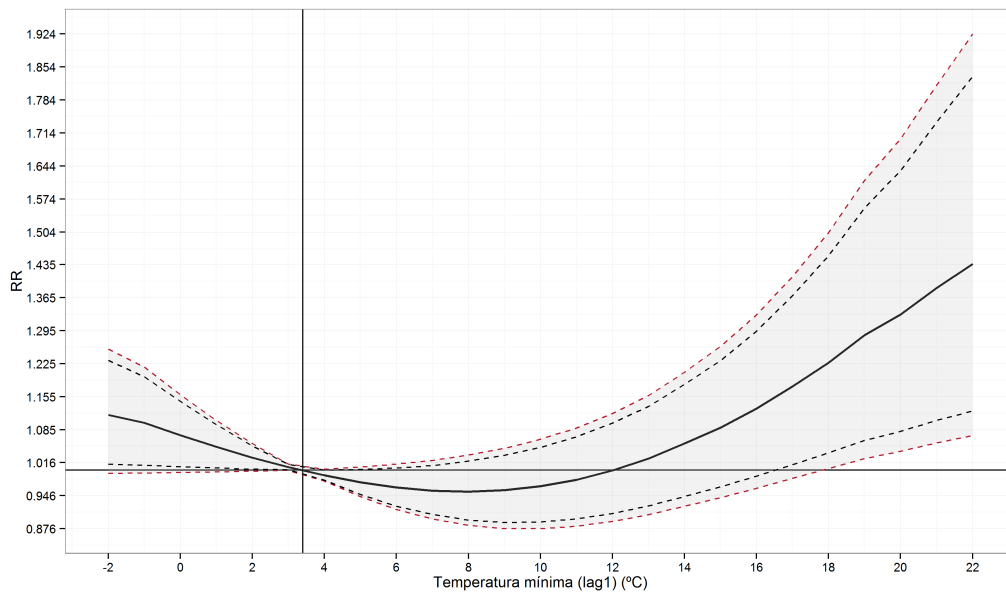
**Figura A.59:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



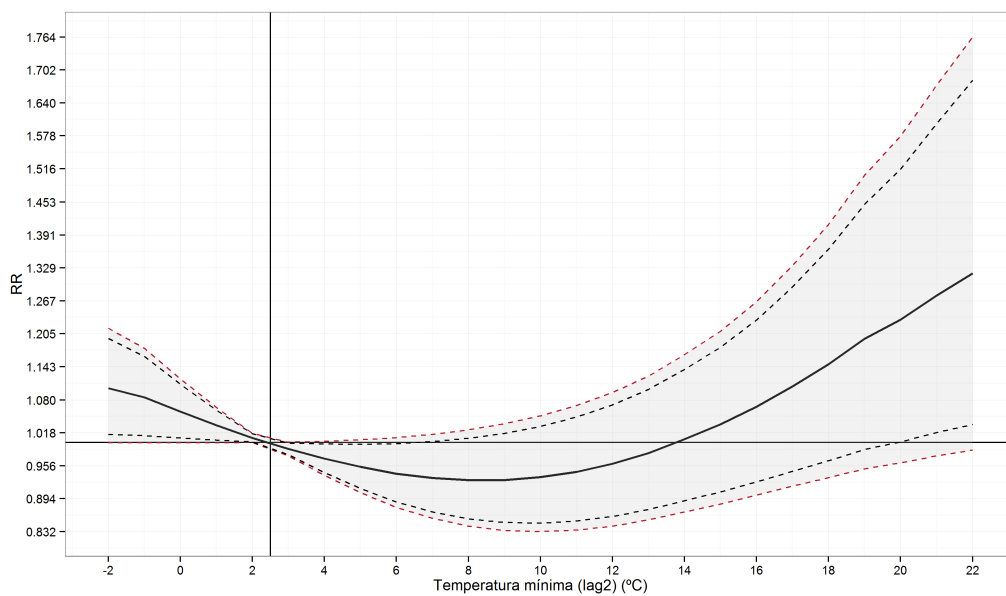
**Figura A.60:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



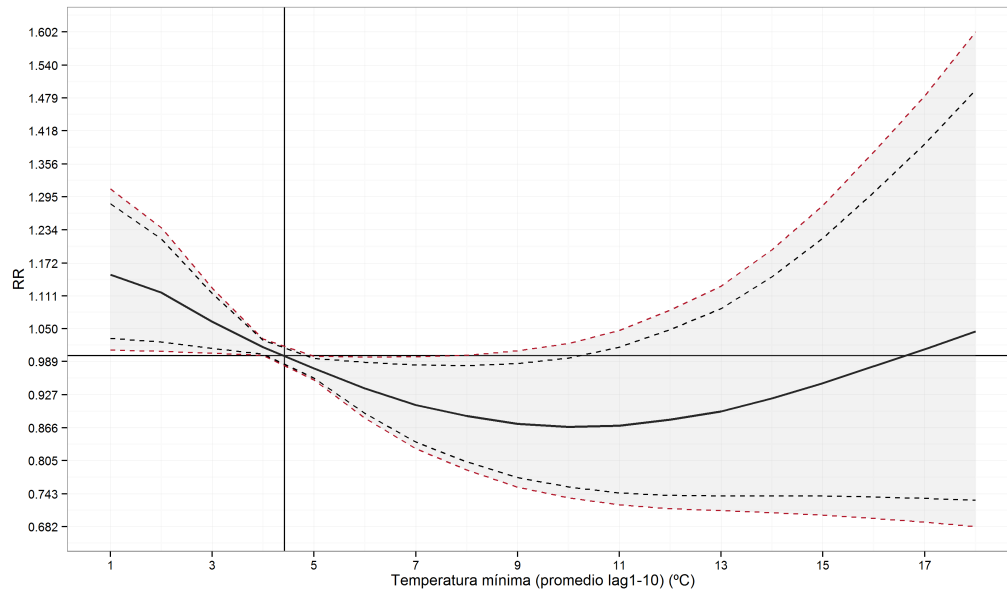
**Figura A.61:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



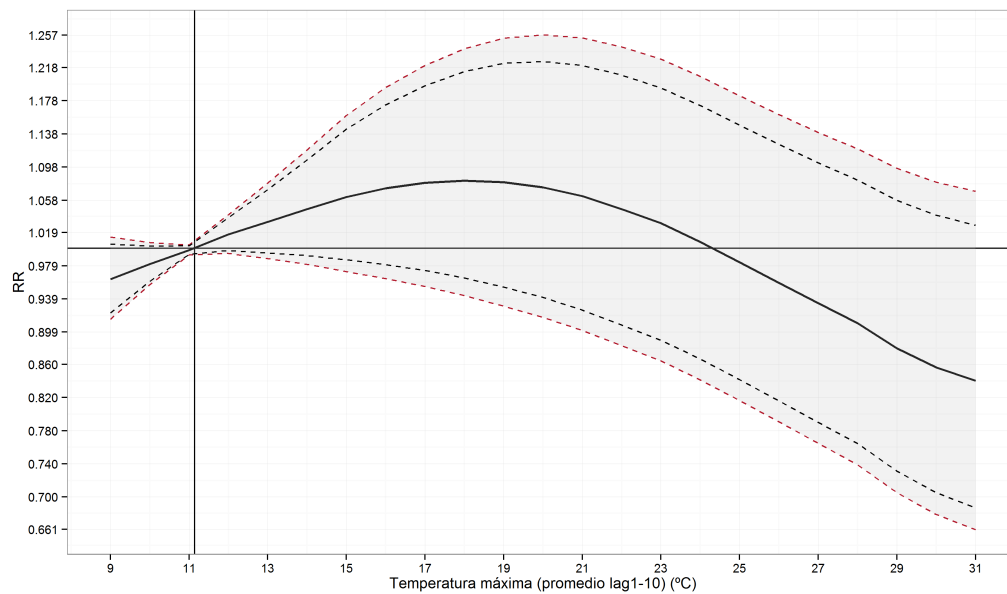
**Figura A.62:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



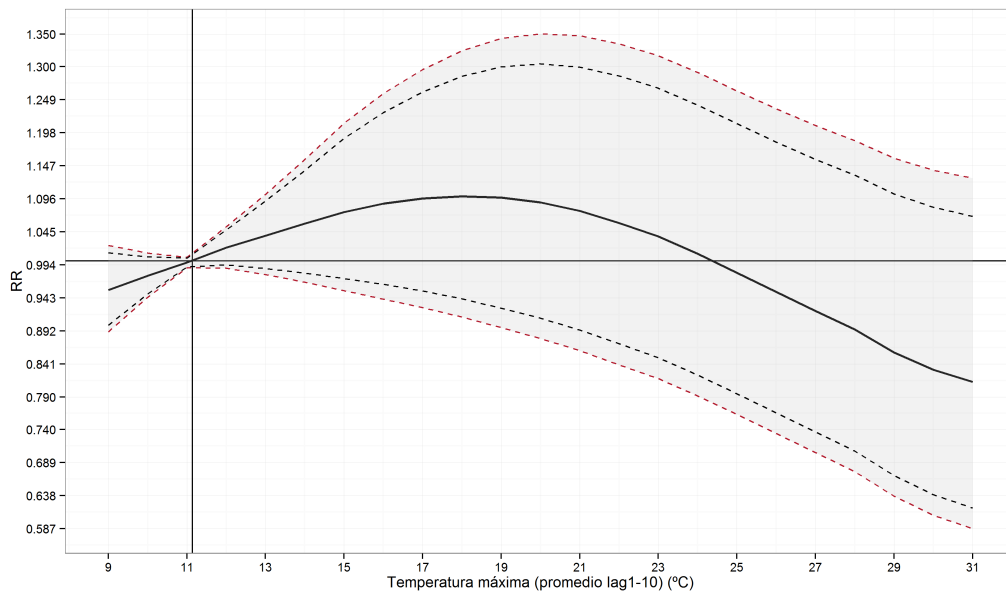
**Figura A.63:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



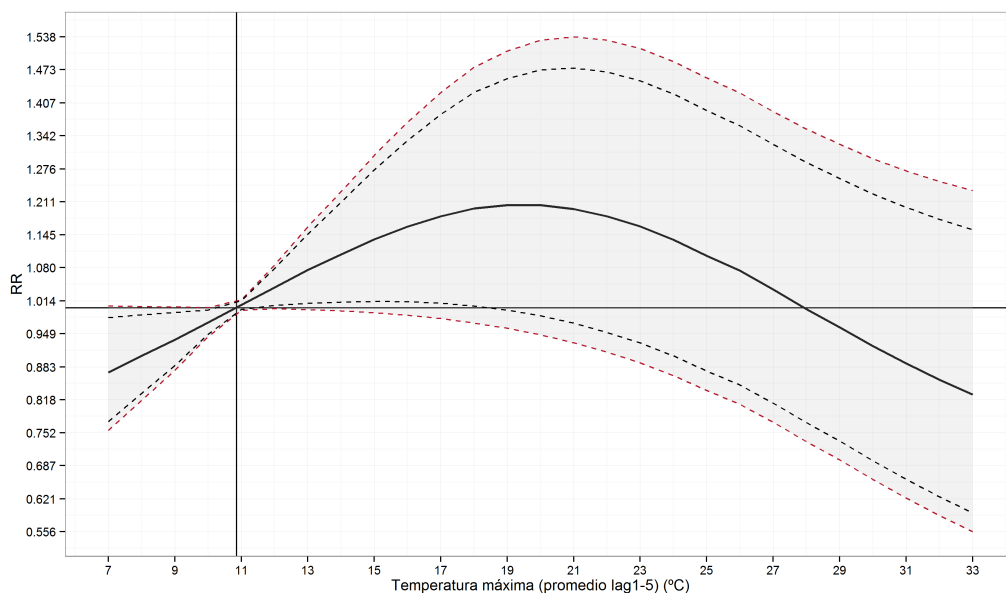
**Figura A.64:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



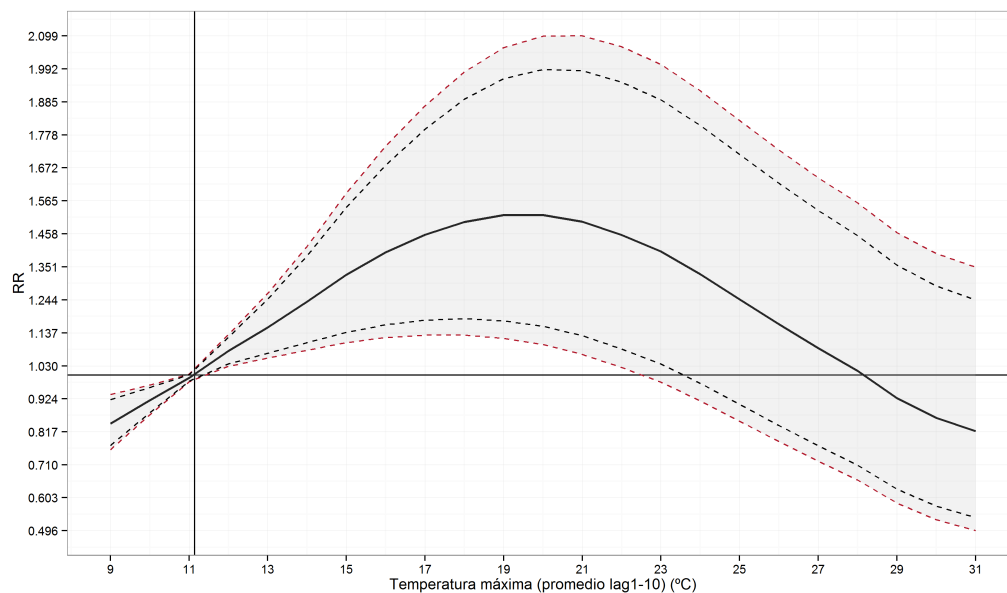
**Figura A.65:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



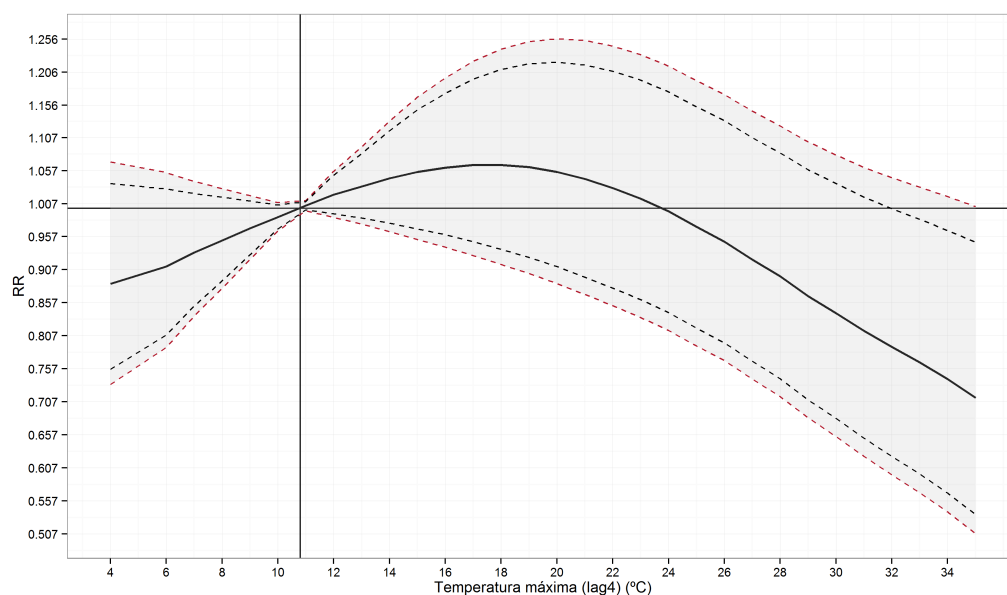
**Figura A.66:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los hombres, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



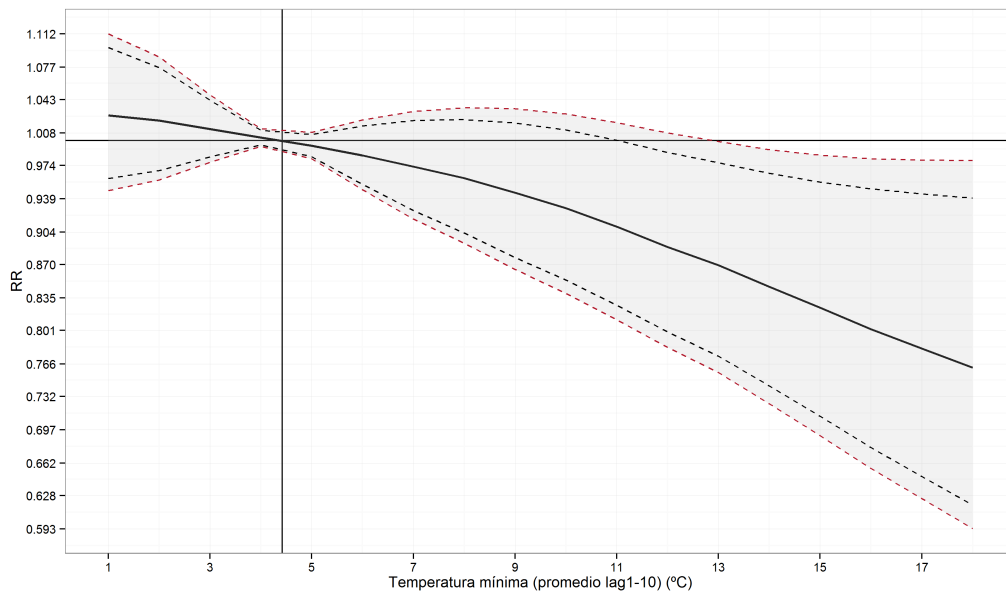
**Figura A.67:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



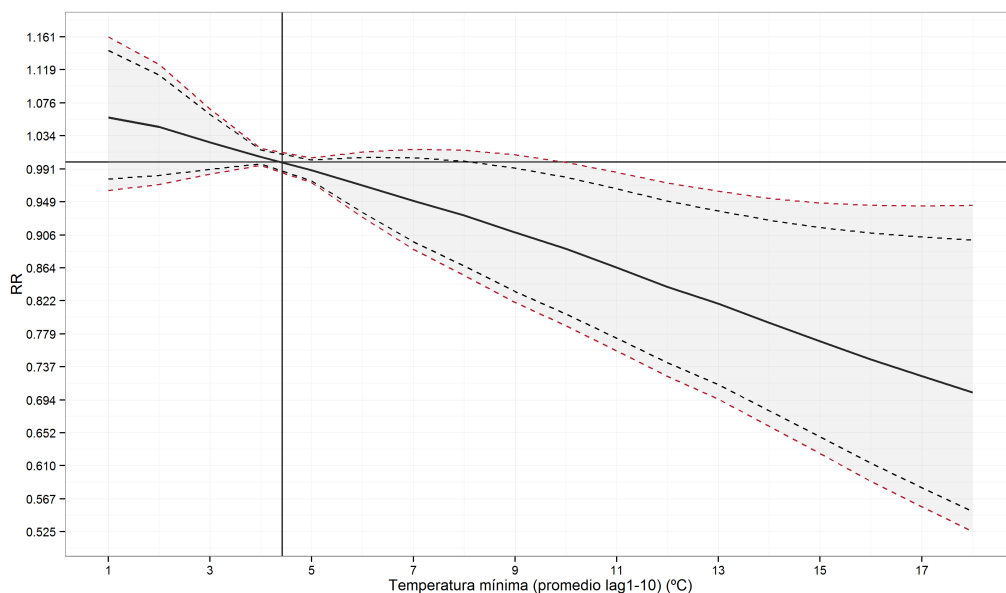
**Figura A.68:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



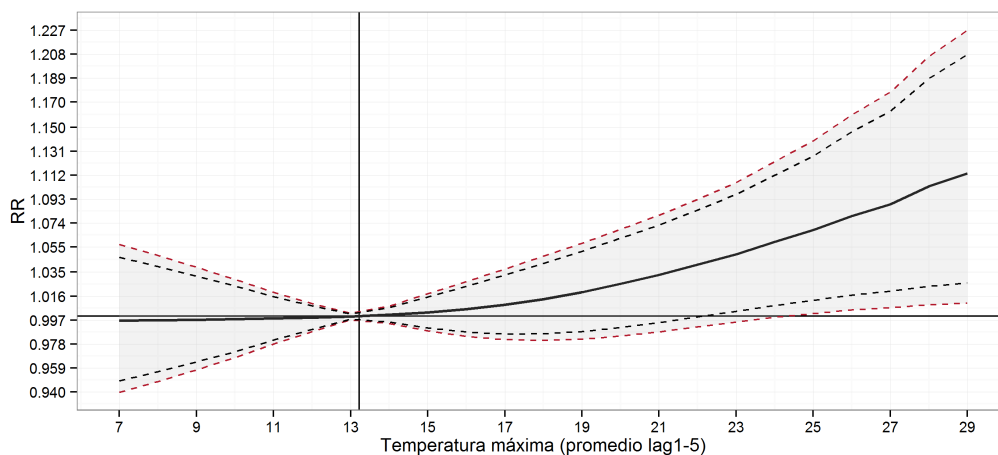
**Figura A.69:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



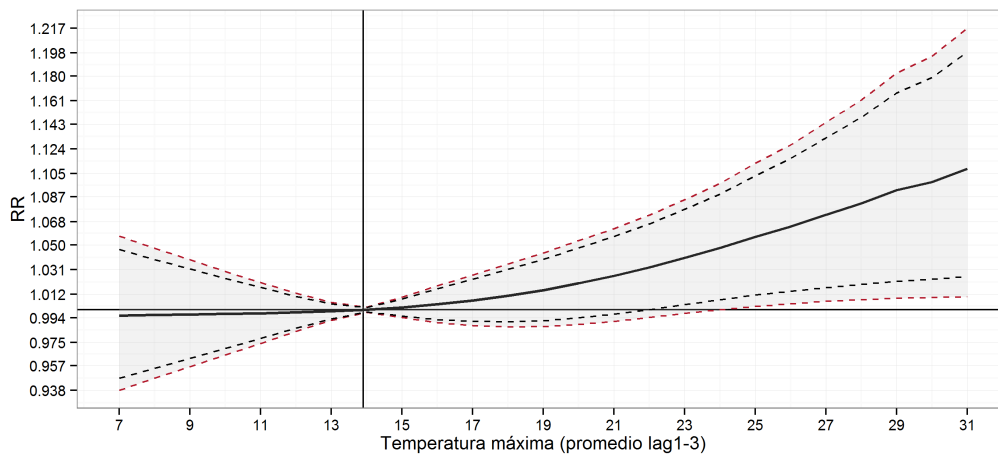
**Figura A.70:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los totales, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



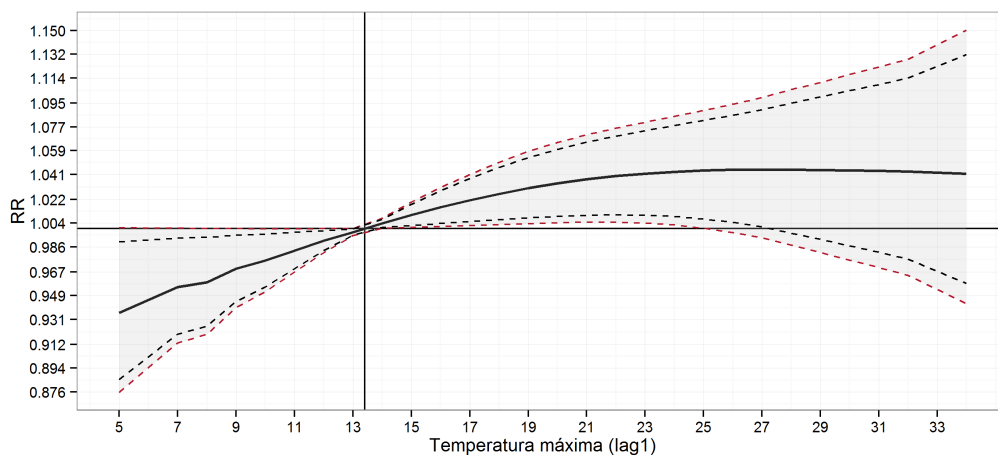
**Figura A.71:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, en Vigo. Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %.



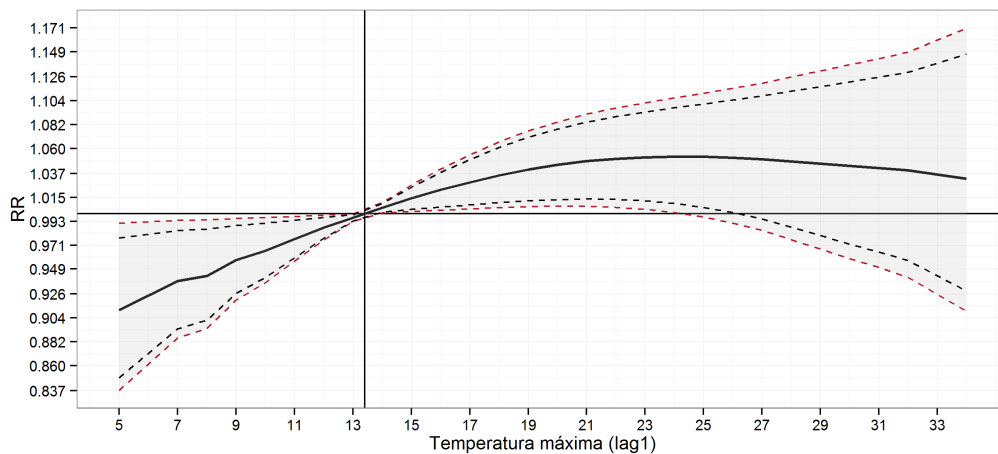
**Figura A.72:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en A Coruña. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



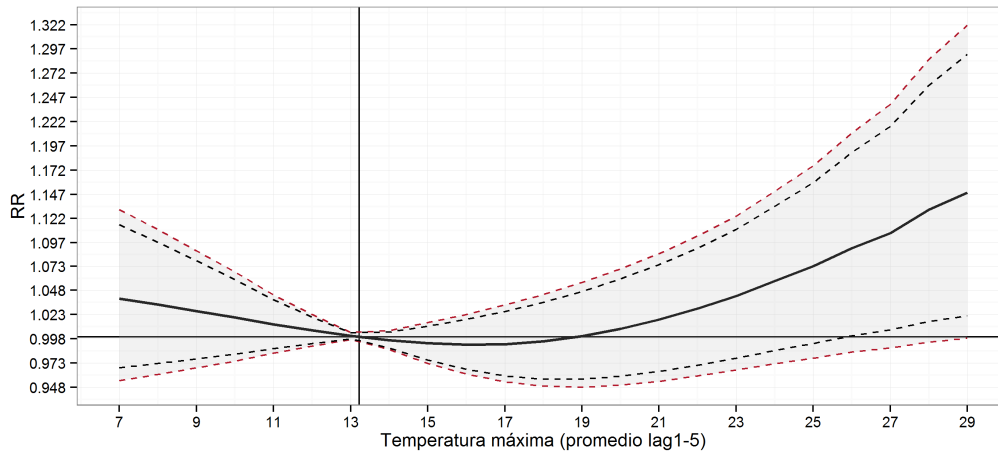
**Figura A.73:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en A Coruña. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



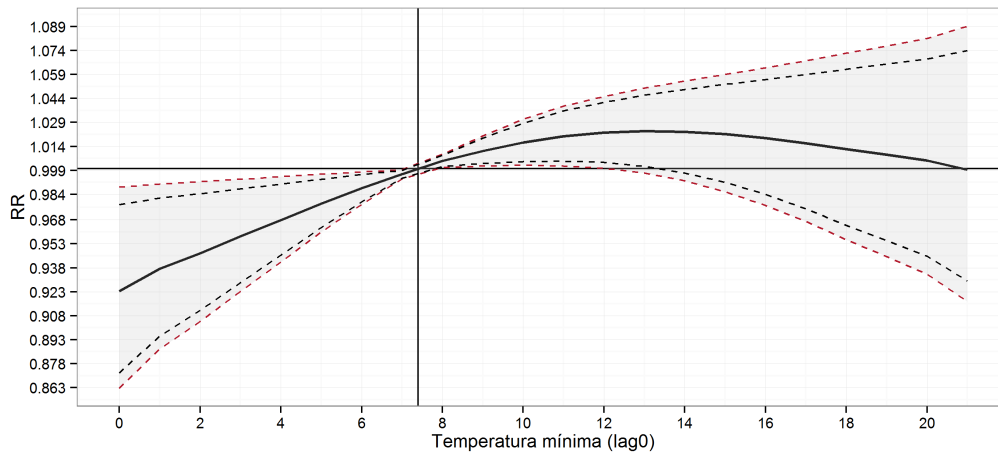
**Figura A.74:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en A Coruña. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



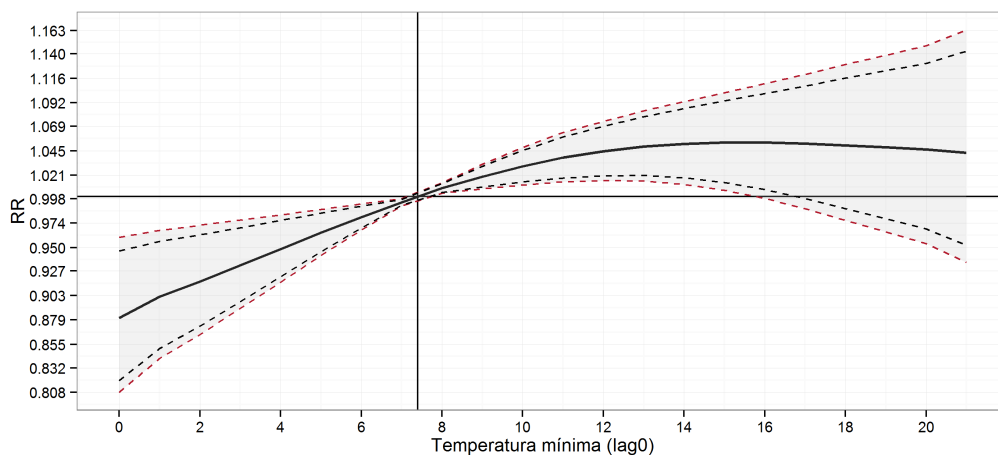
**Figura A.75:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en A Coruña. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



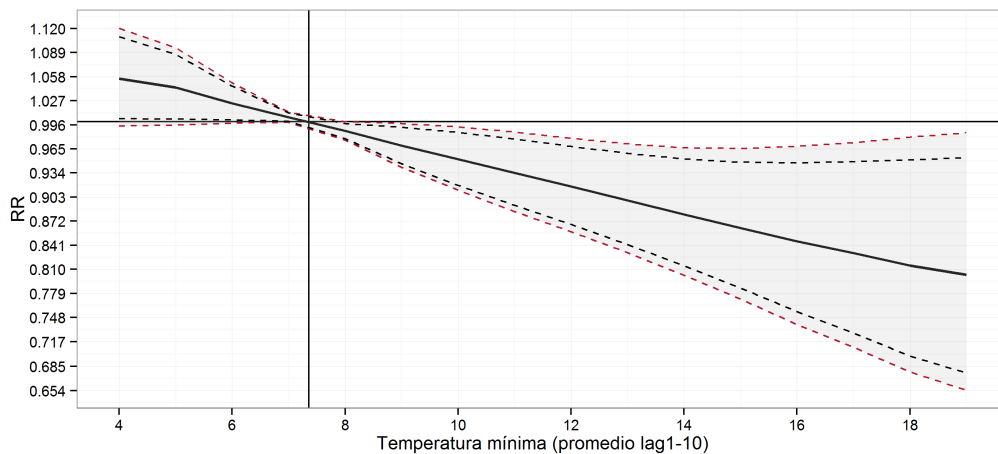
**Figura A.76:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en A Coruña. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



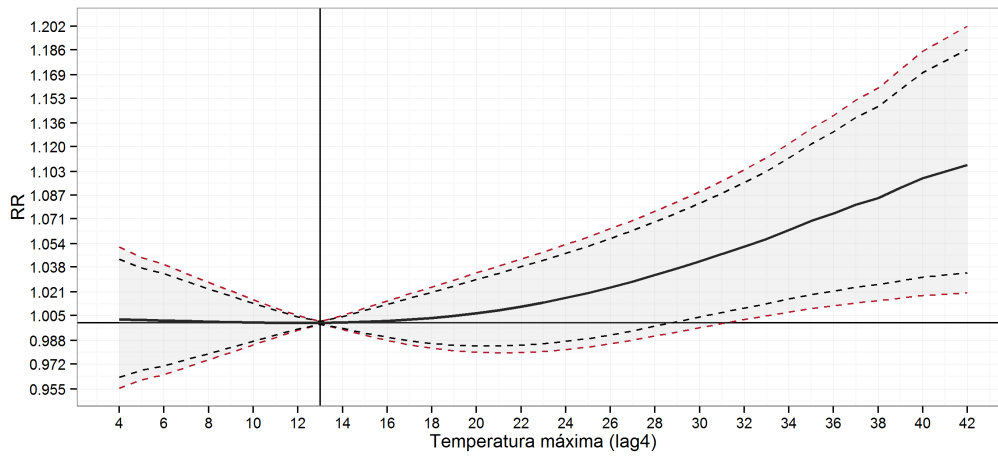
**Figura A.77:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, en A Coruña. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



**Figura A.78:** Efectos de la temperatura máxima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en A Coruña. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

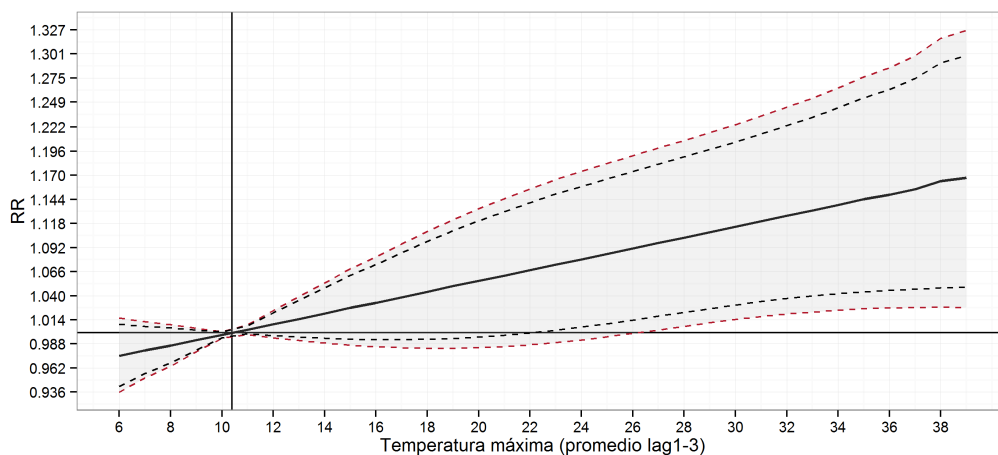


**Figura A.79:** Efectos de la temperatura máxima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en A Coruña. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

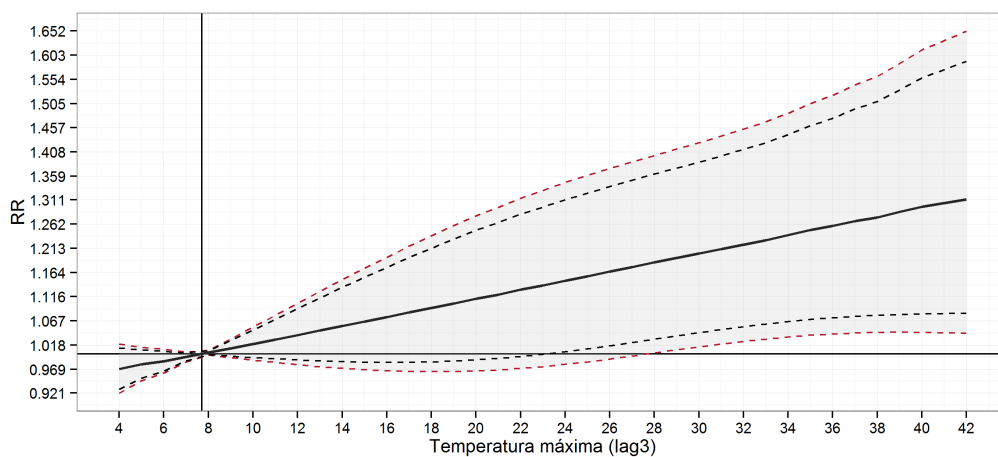


**Figura A.80:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ourense. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

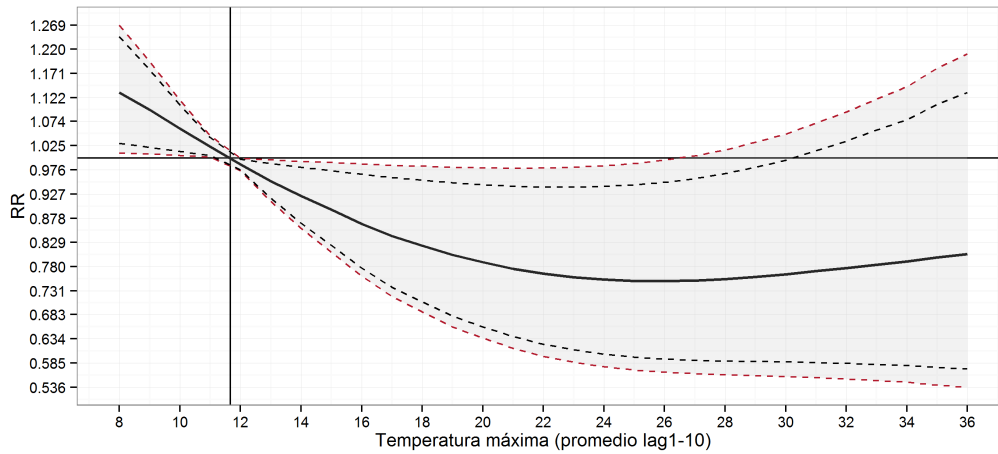




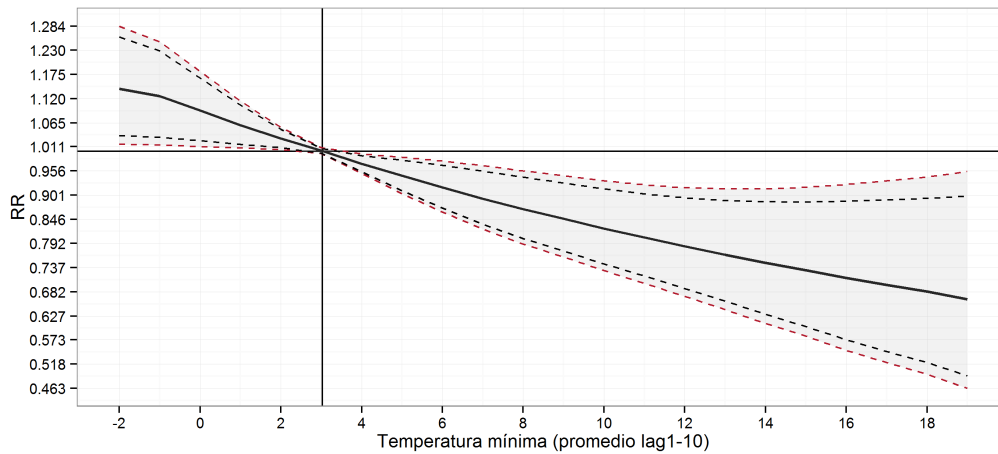
**Figura A.81:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los hombres, en Ourense. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



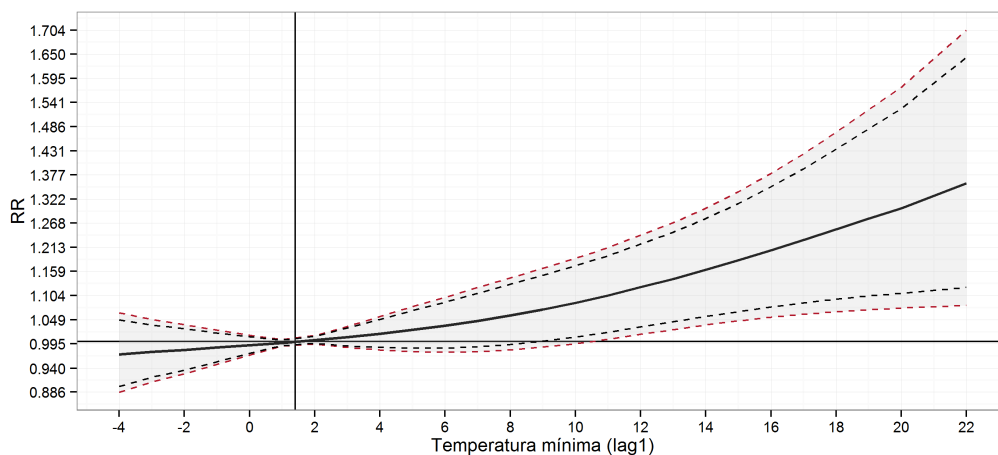
**Figura A.82:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, en Ourense. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



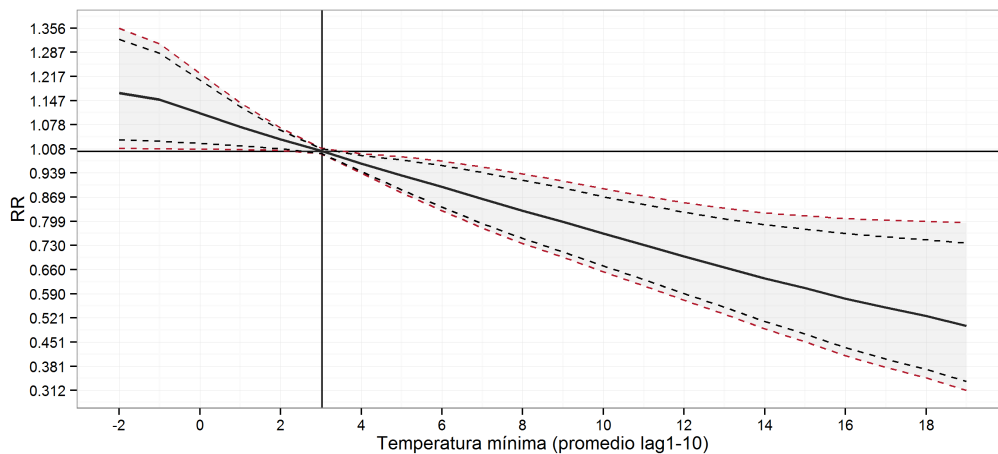
**Figura A.83:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los mayores de 64 años, en Ourense. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



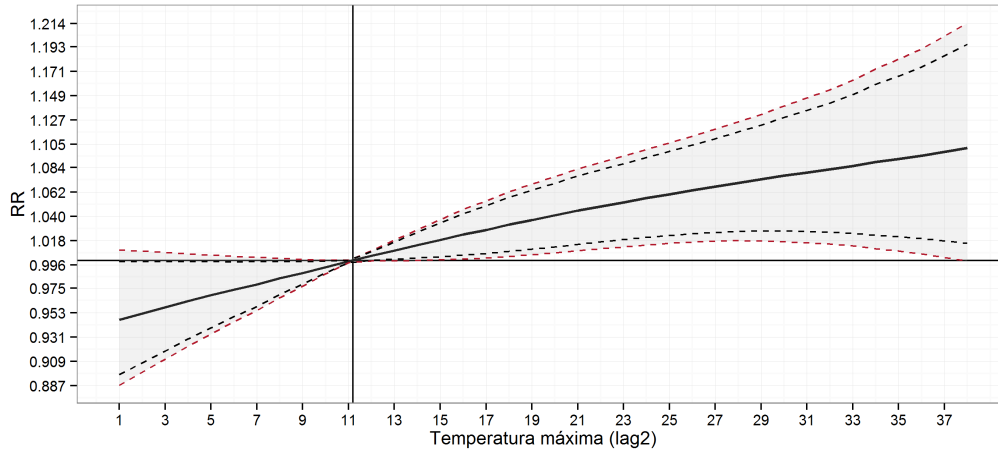
**Figura A.84:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, en Ourense. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



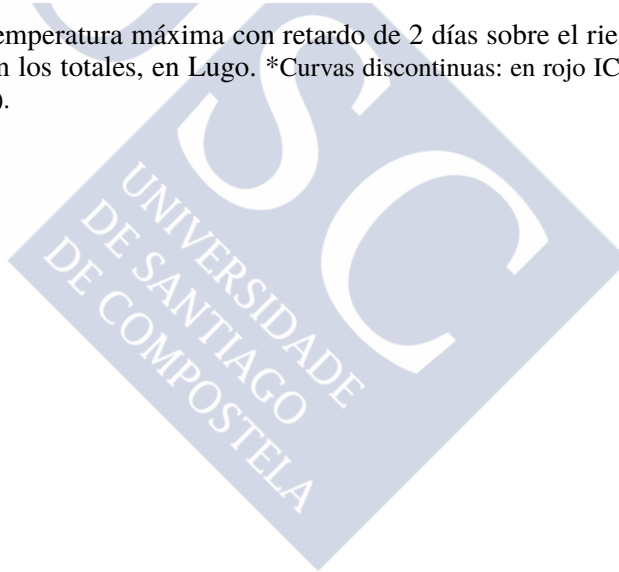
**Figura A.85:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, en Ourense. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

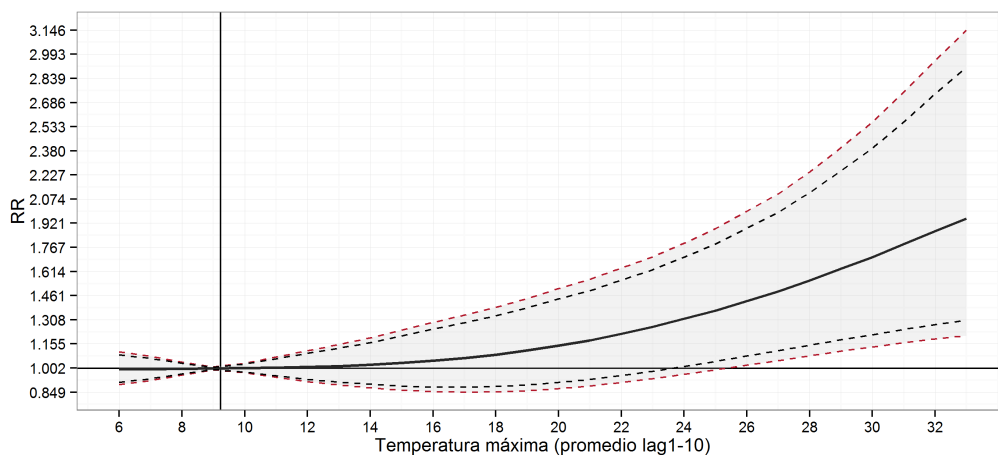


**Figura A.86:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los hombres, en Ourense. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

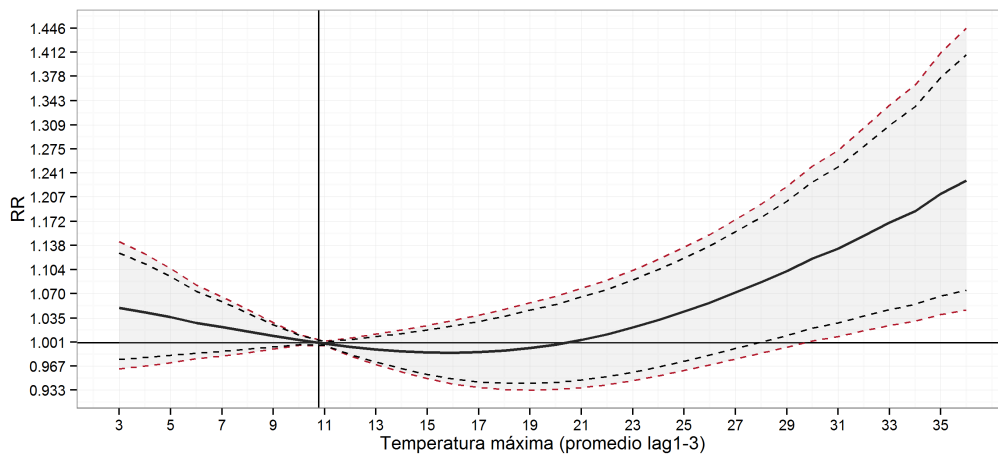


**Figura A.87:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Lugo. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

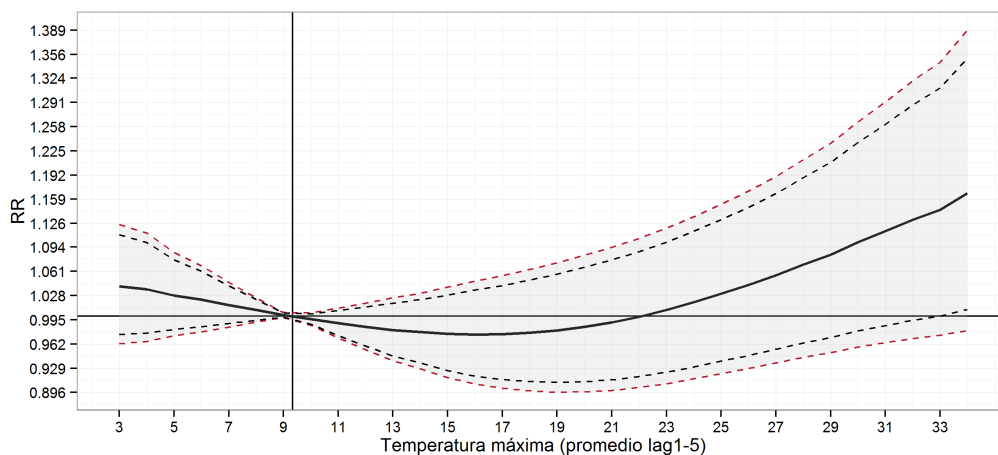




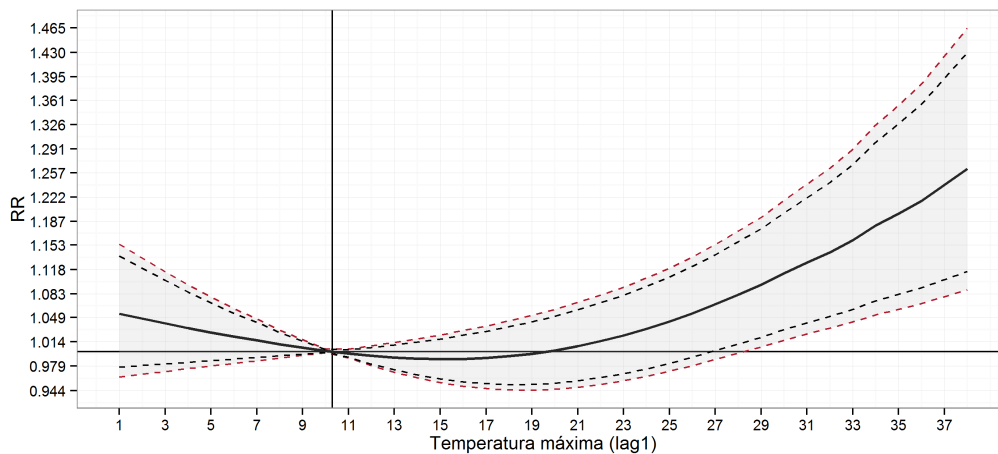
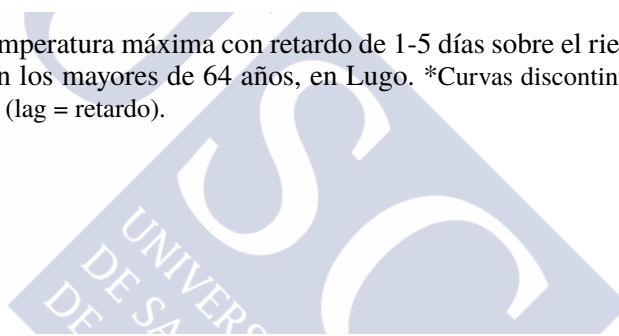
**Figura A.88:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los menores de 5 años, en Lugo. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



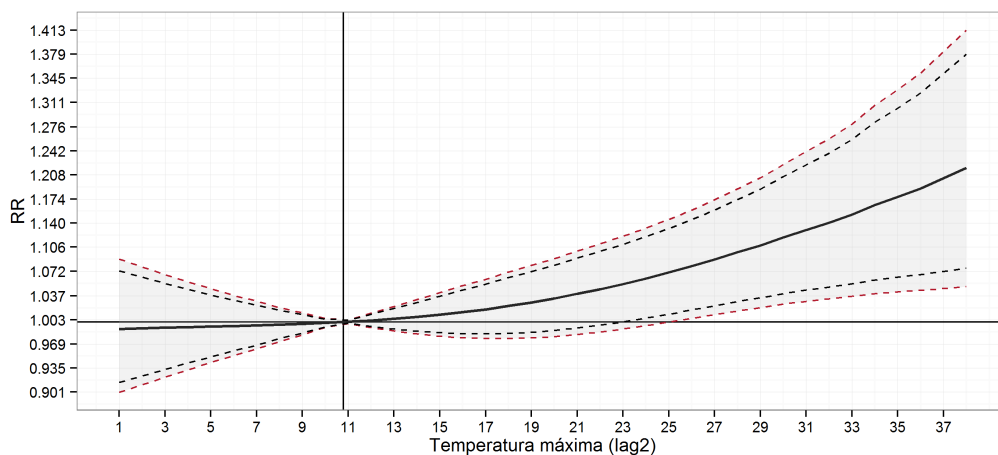
**Figura A.89:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, en Lugo. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



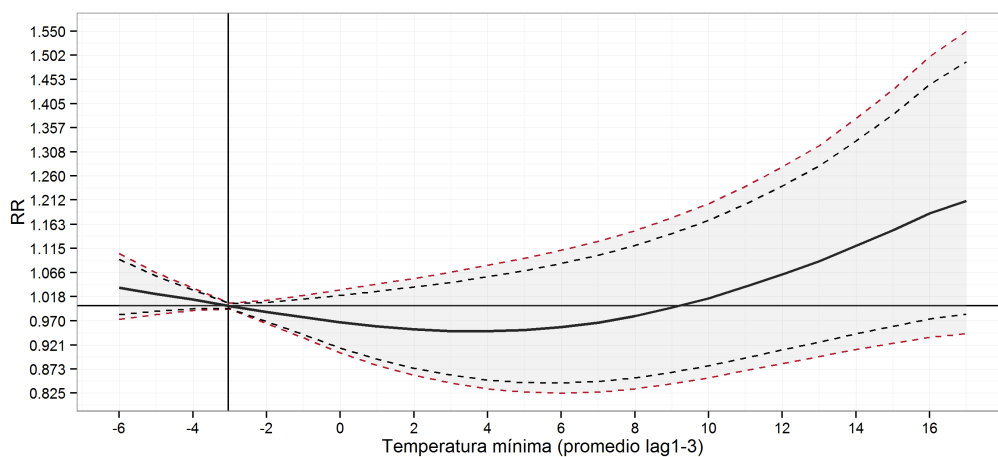
**Figura A.90:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, en Lugo. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



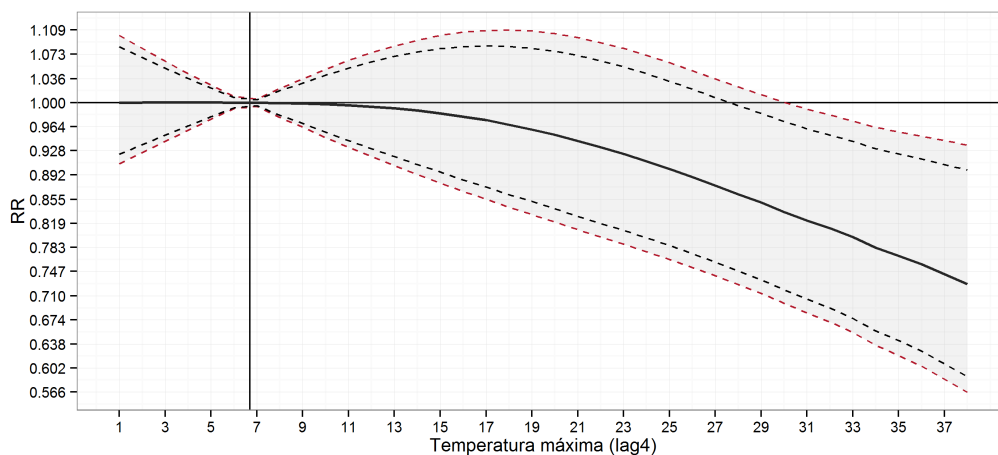
**Figura A.91:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, en Lugo. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



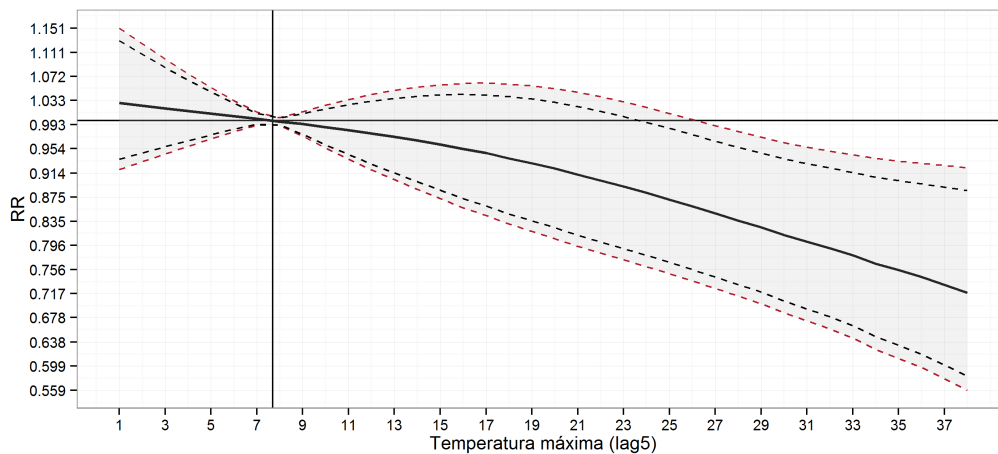
**Figura A.92:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, en Lugo. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



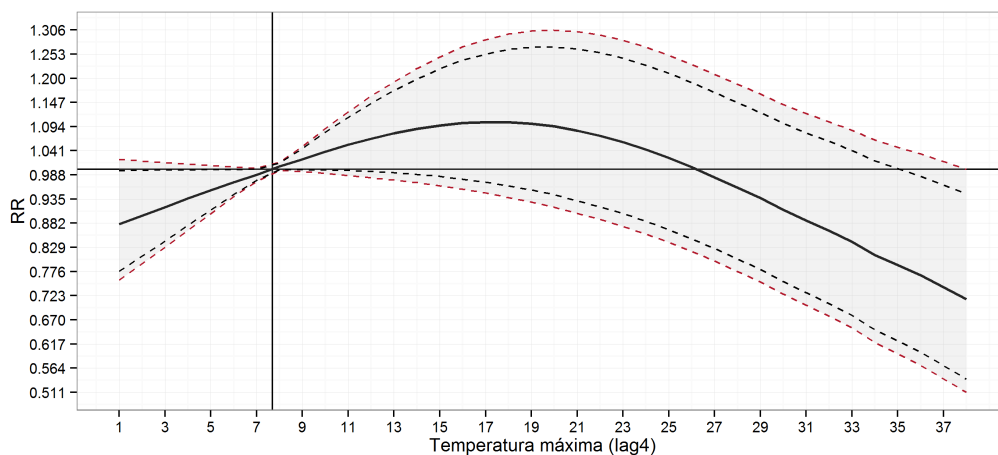
**Figura A.93:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, en Lugo. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



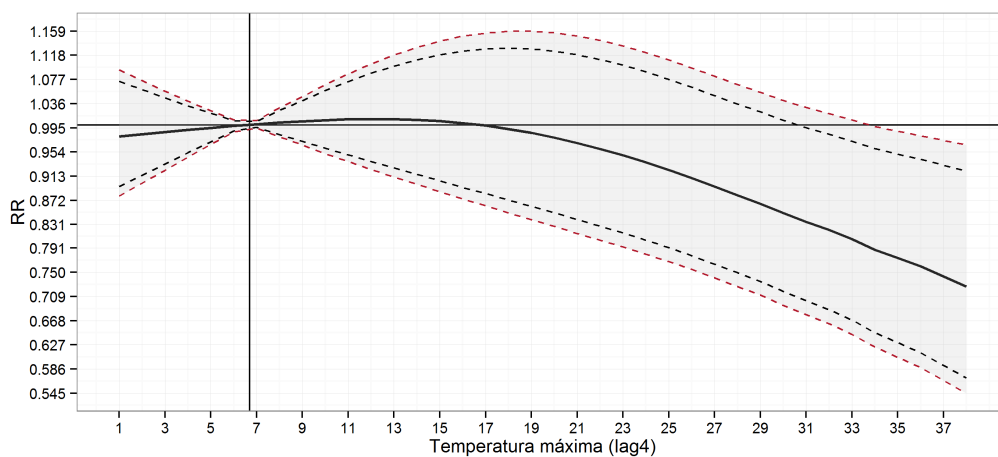
**Figura A.94:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los totales, en Lugo. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



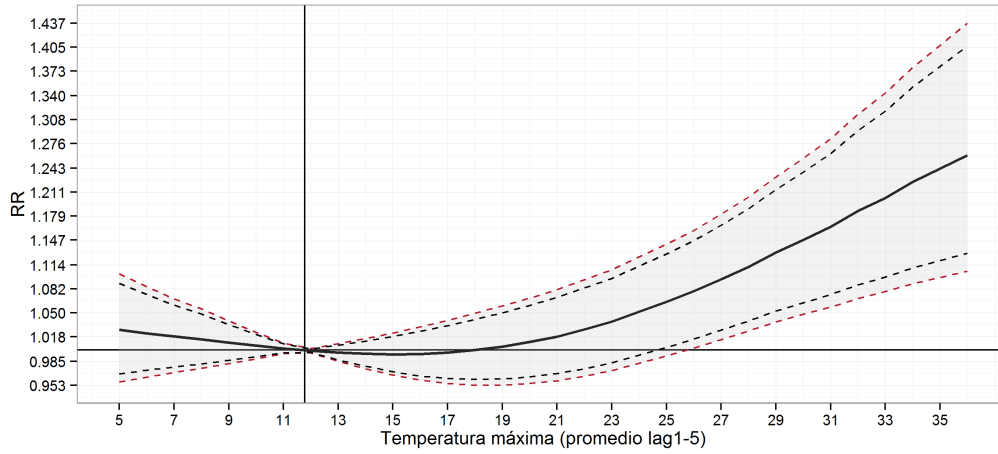
**Figura A.95:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 5 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los totales, en Lugo. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



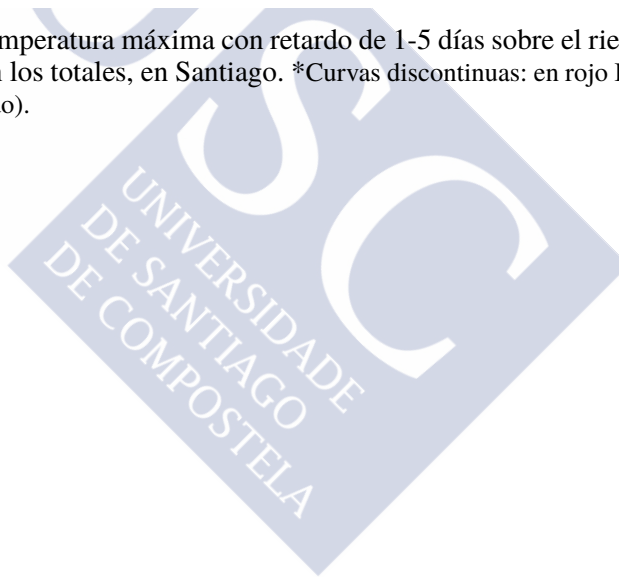
**Figura A.96:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los hombres, en Lugo. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

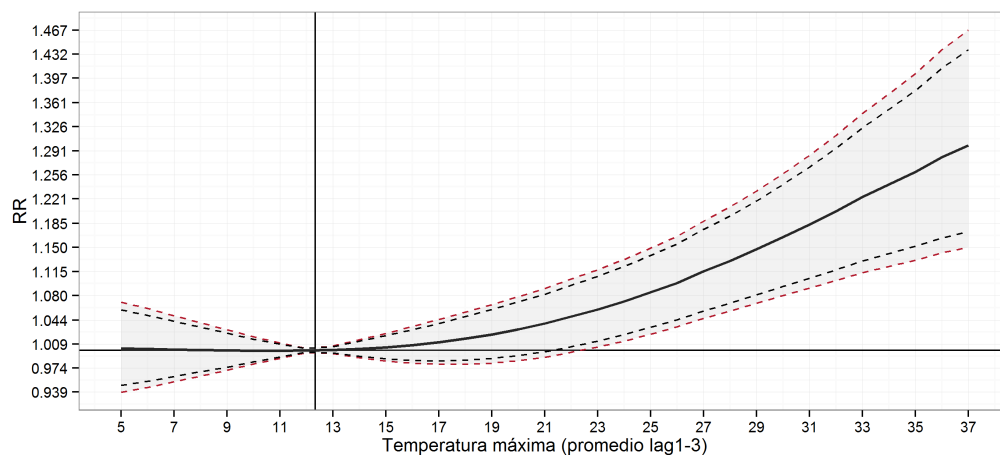


**Figura A.97:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 4 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, en Lugo. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

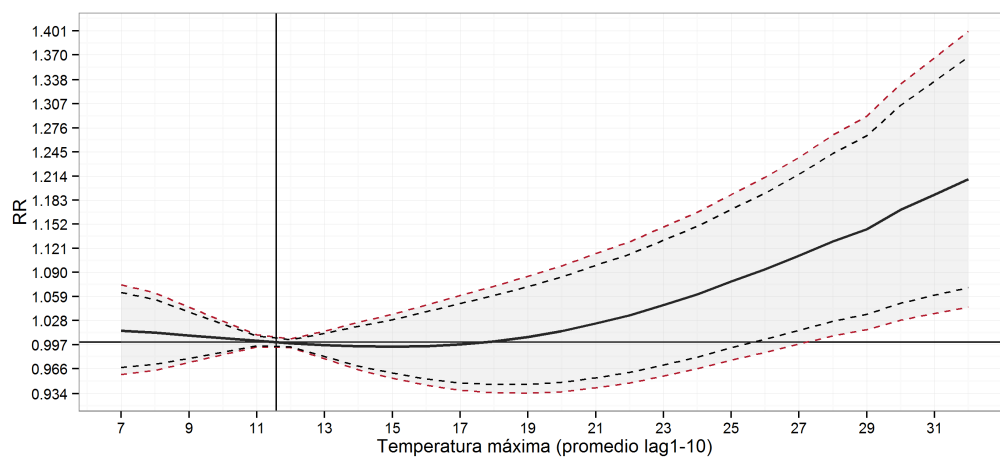


**Figura A.98:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

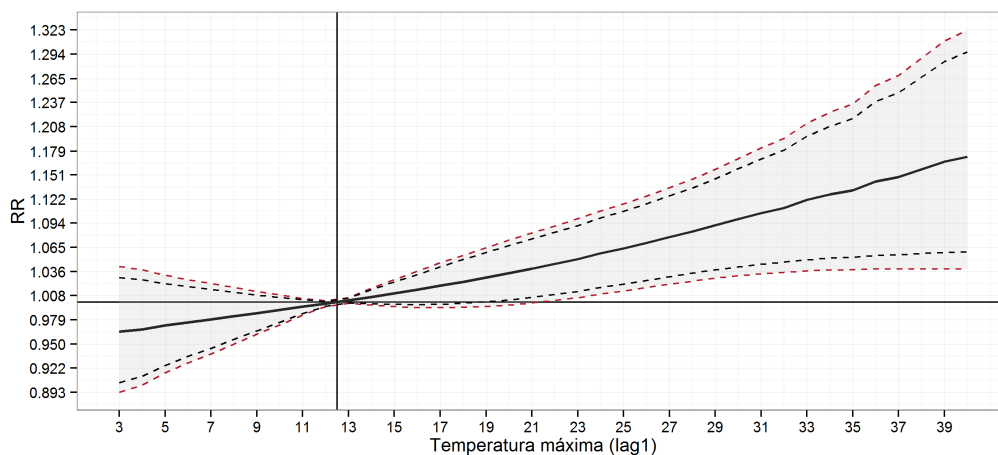




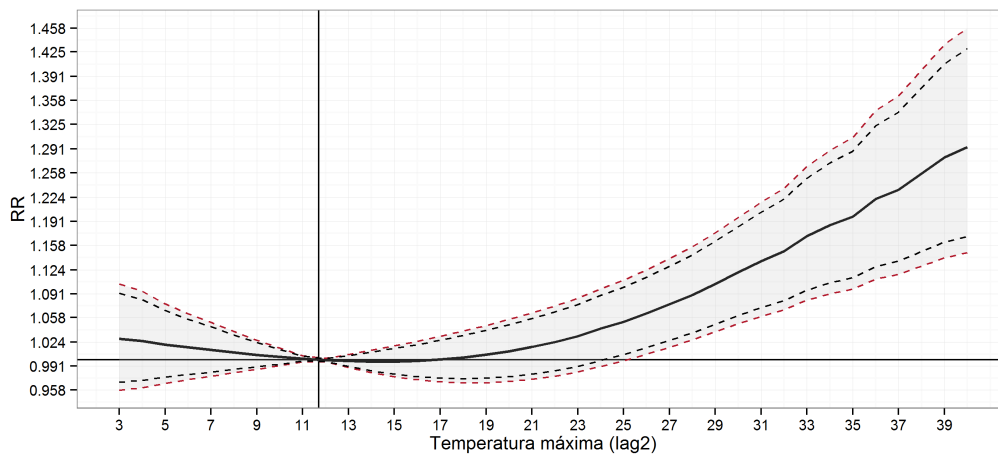
**Figura A.99:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



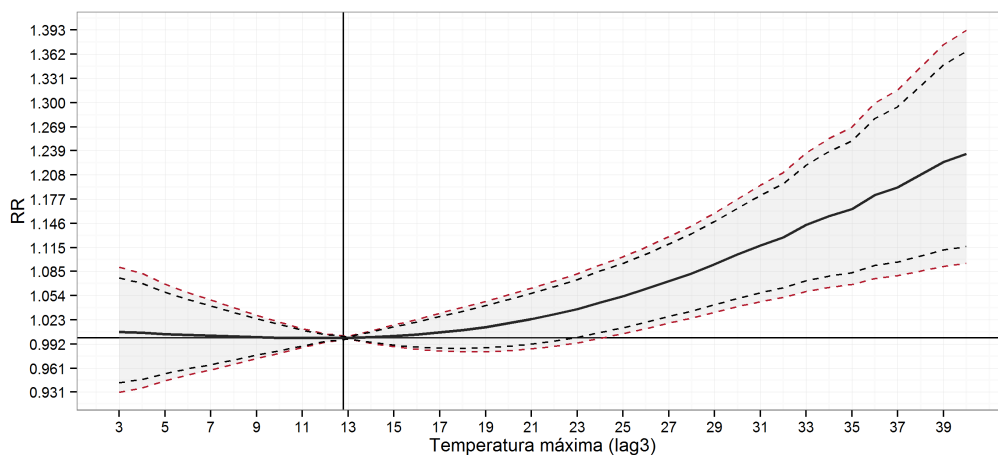
**Figura A.100:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



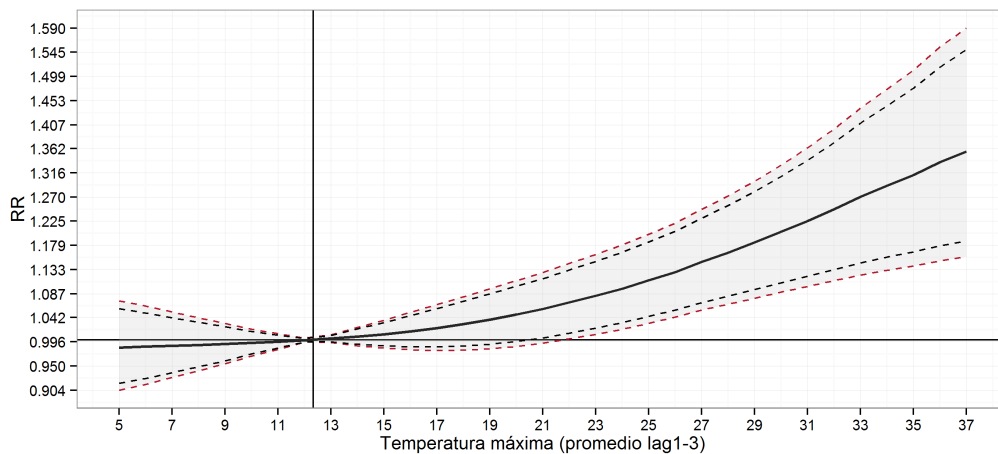
**Figura A.101:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



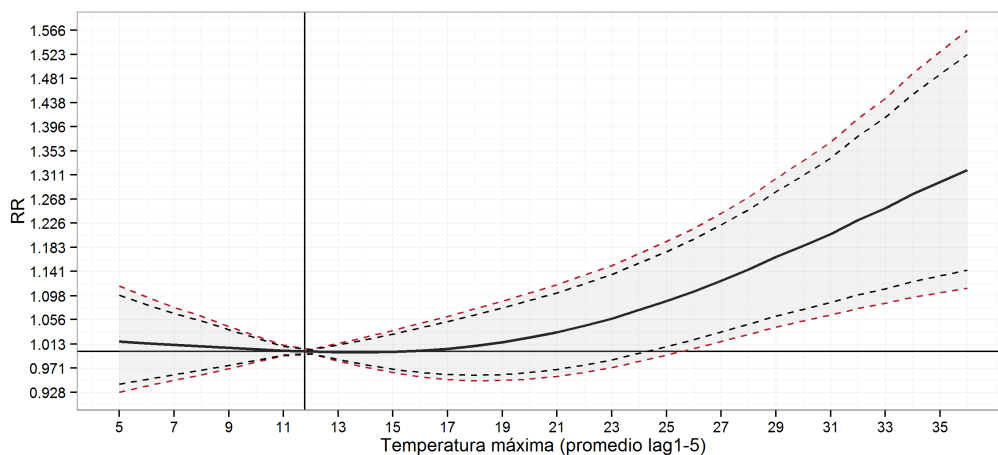
**Figura A.102:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



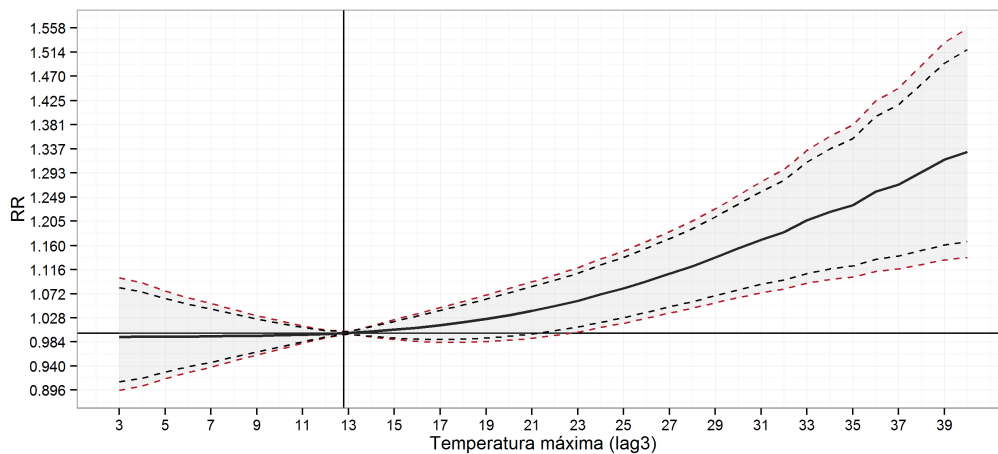
**Figura A.103:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



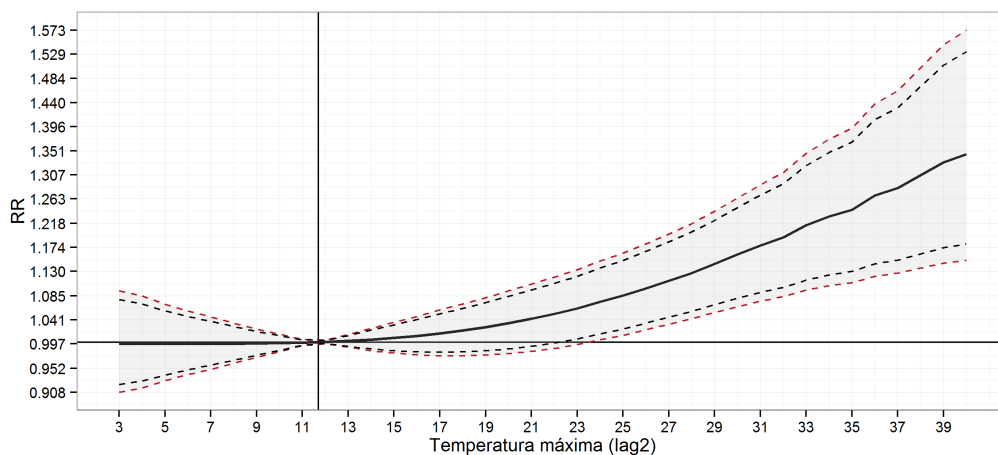
**Figura A.104:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



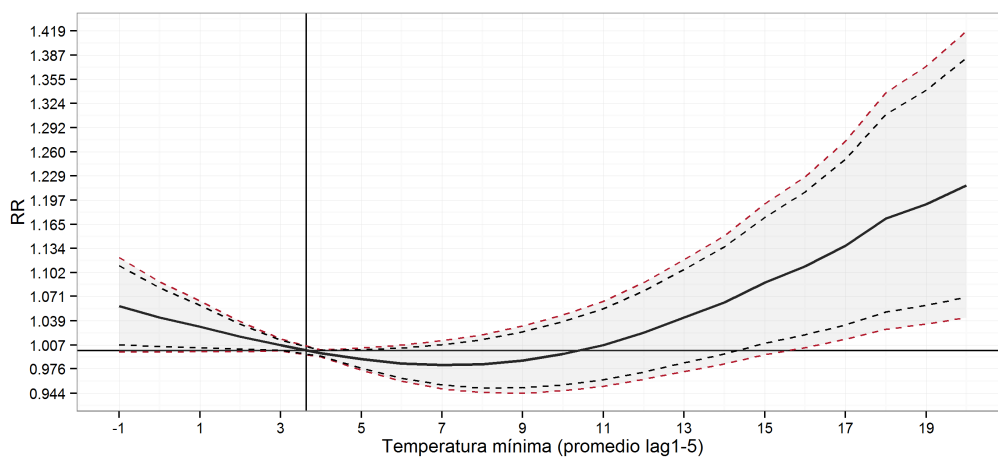
**Figura A.105:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



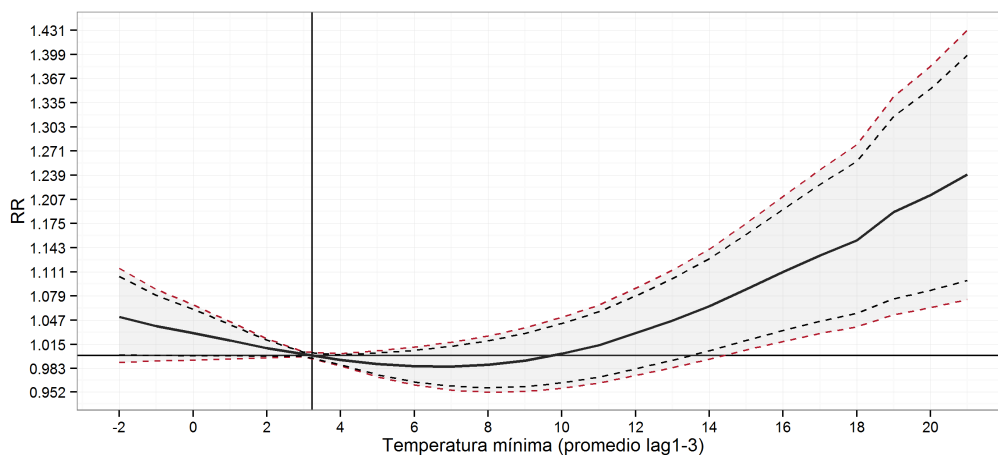
**Figura A.106:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



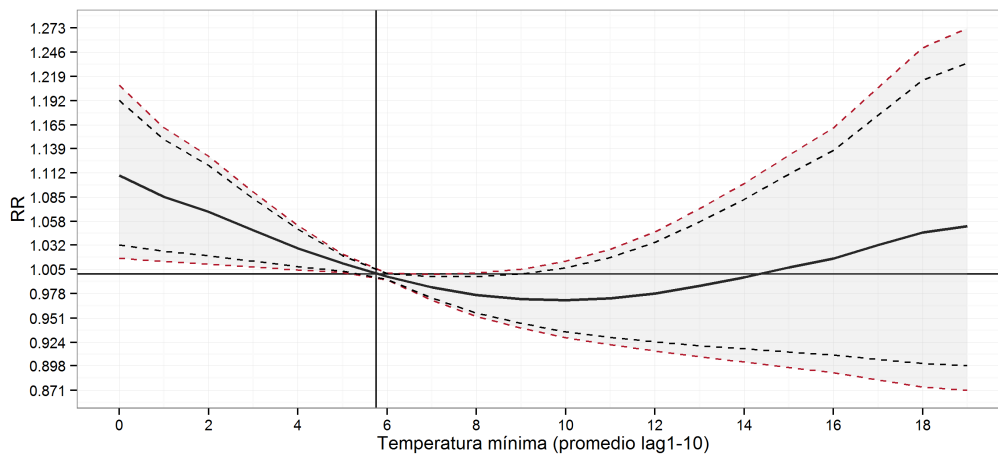
**Figura A.107:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



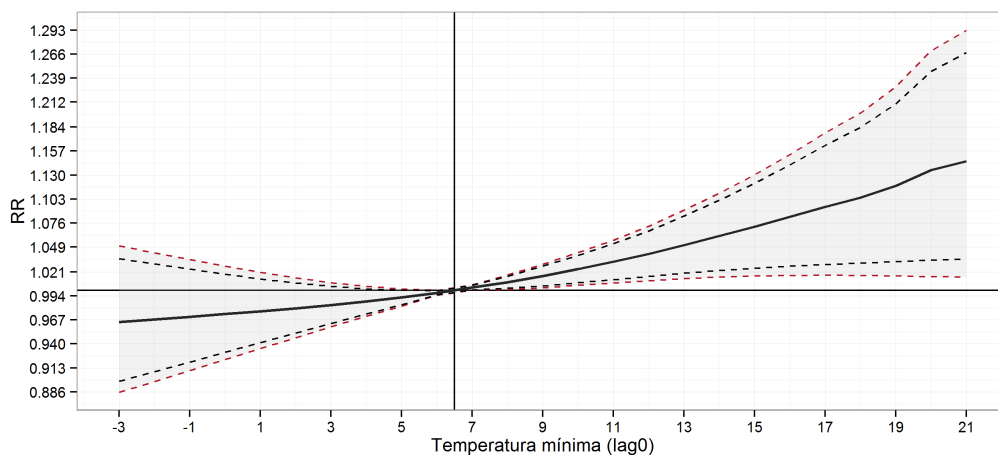
**Figura A.108:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



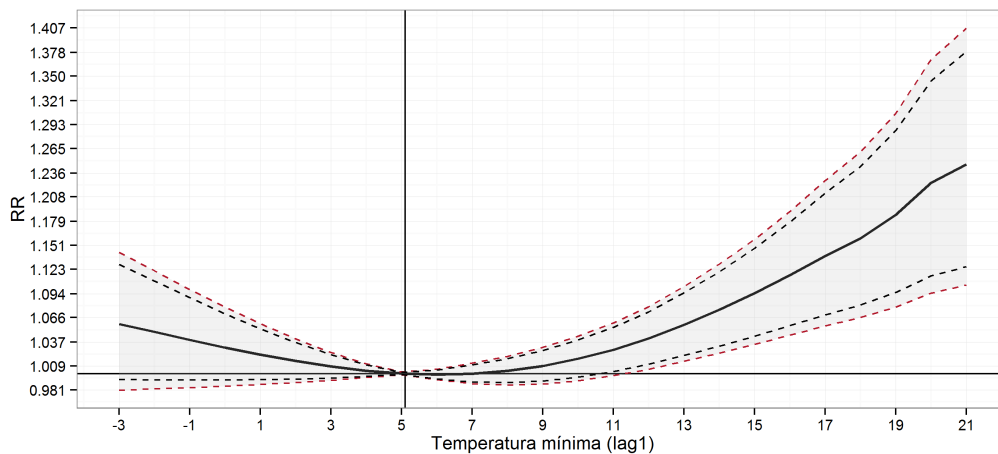
**Figura A.109:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



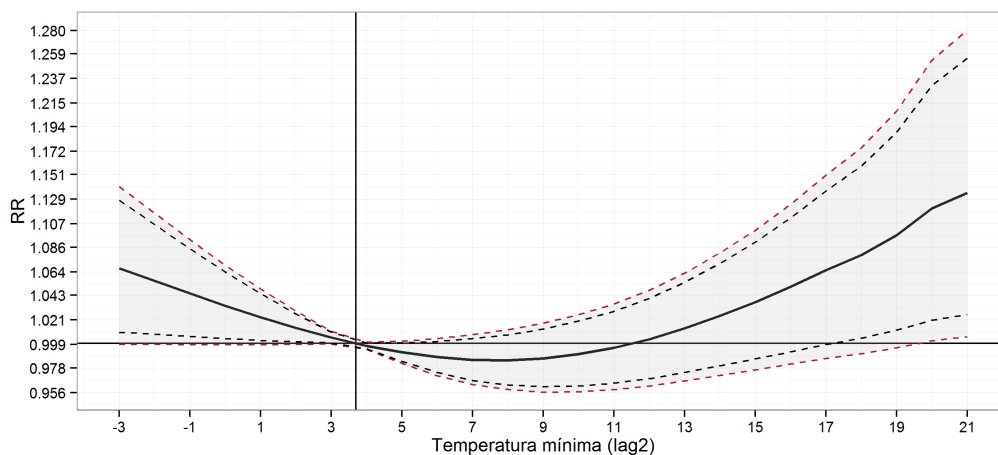
**Figura A.110:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



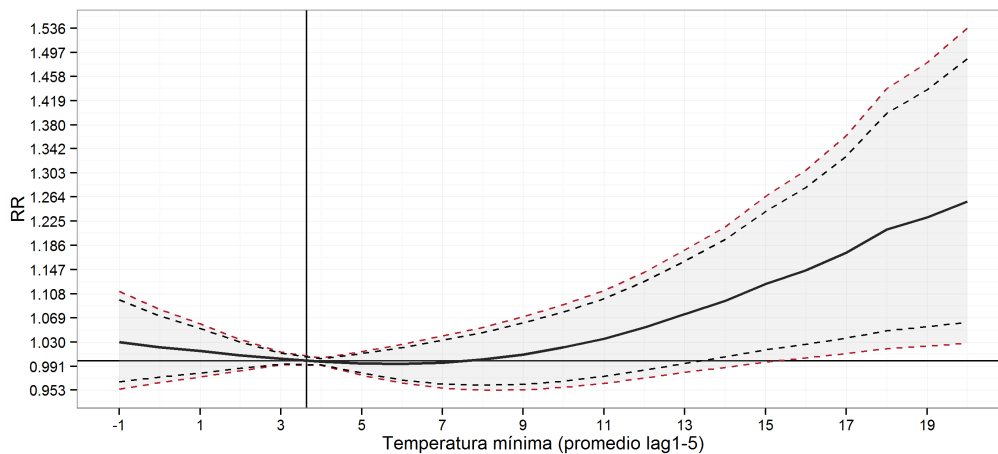
**Figura A.111:** Efectos de la temperatura mínima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



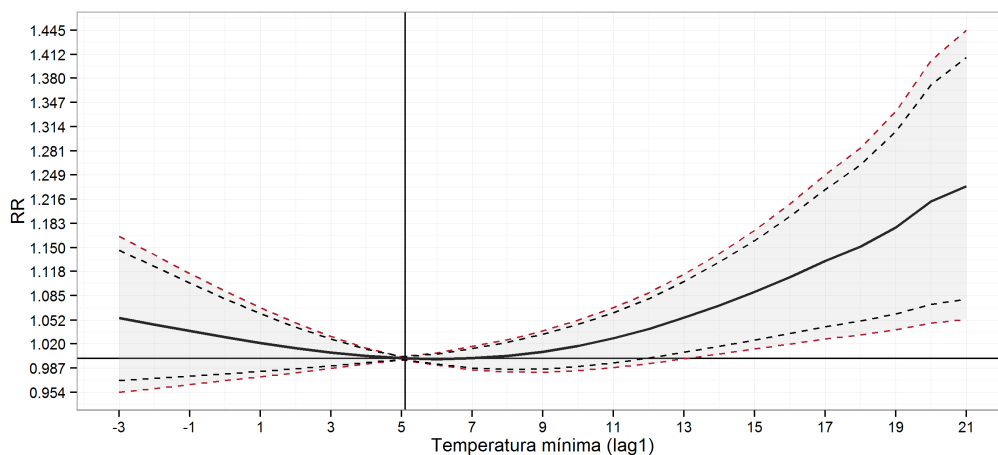
**Figura A.112:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



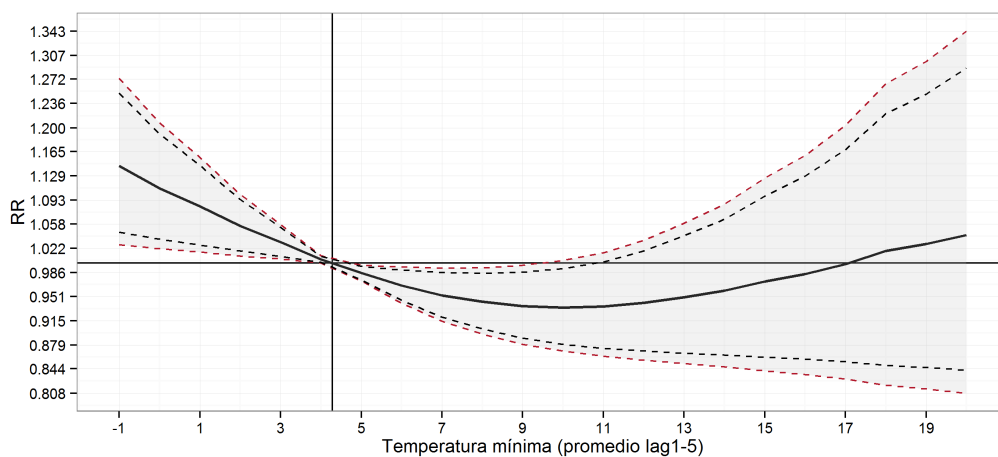
**Figura A.113:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



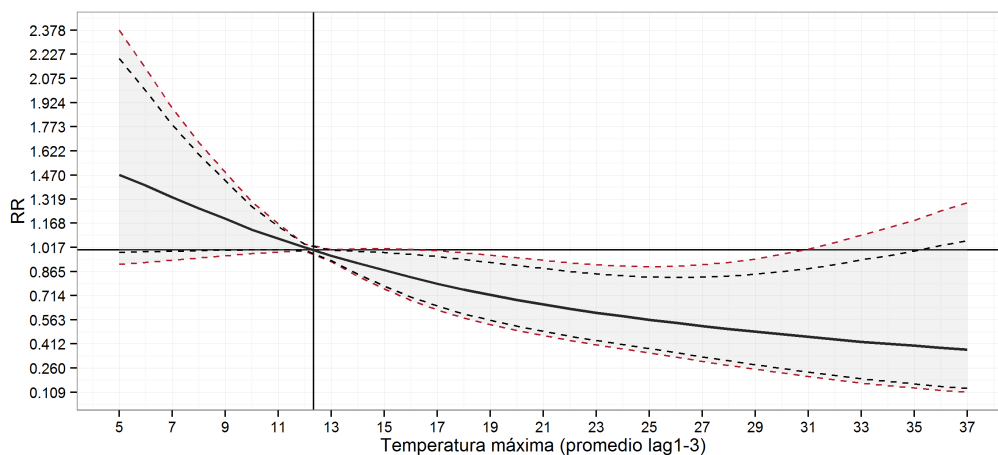
**Figura A.114:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



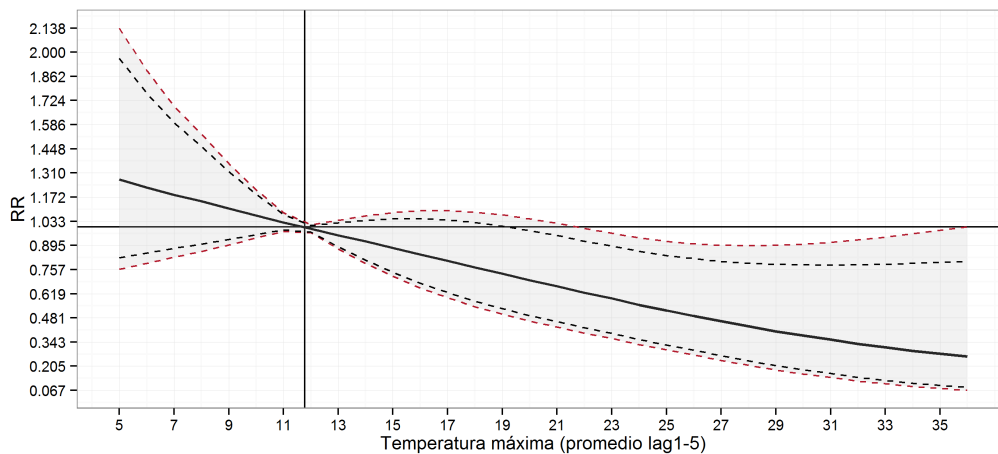
**Figura A.115:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



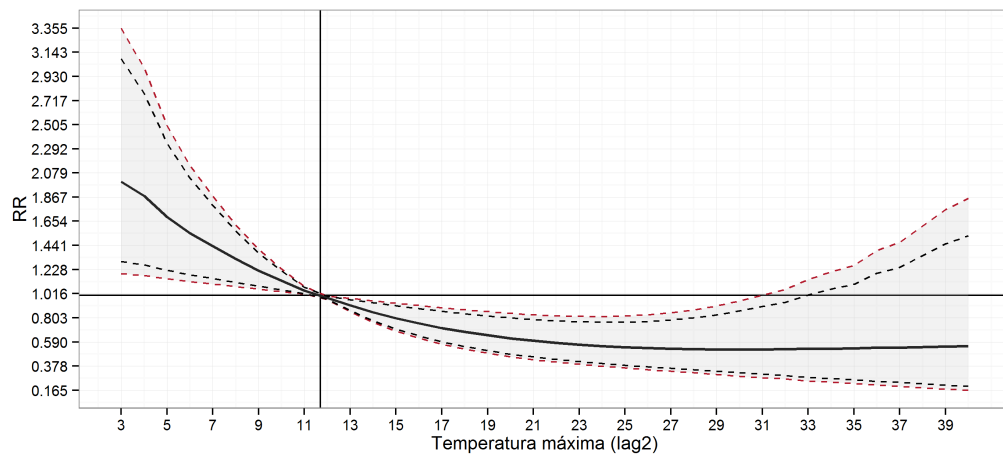
**Figura A.116:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



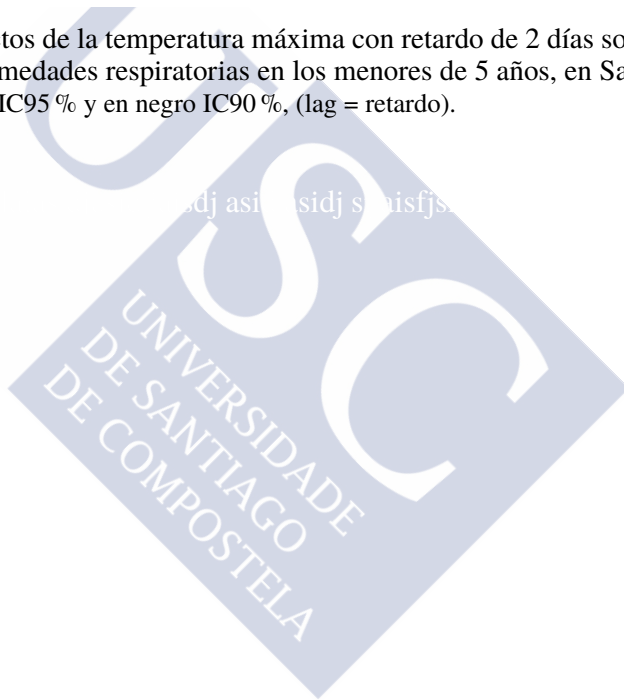
**Figura A.117:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los menores de 5 años, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

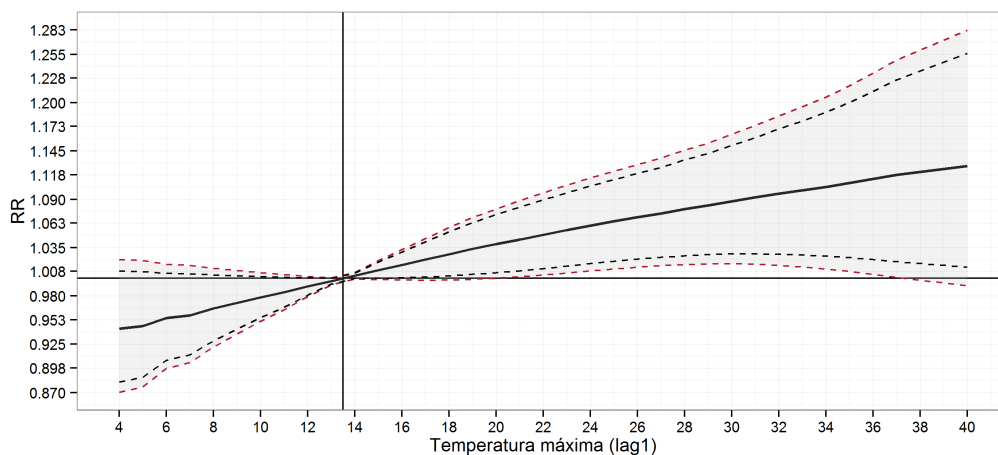


**Figura A.118:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los menores de 5 años, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

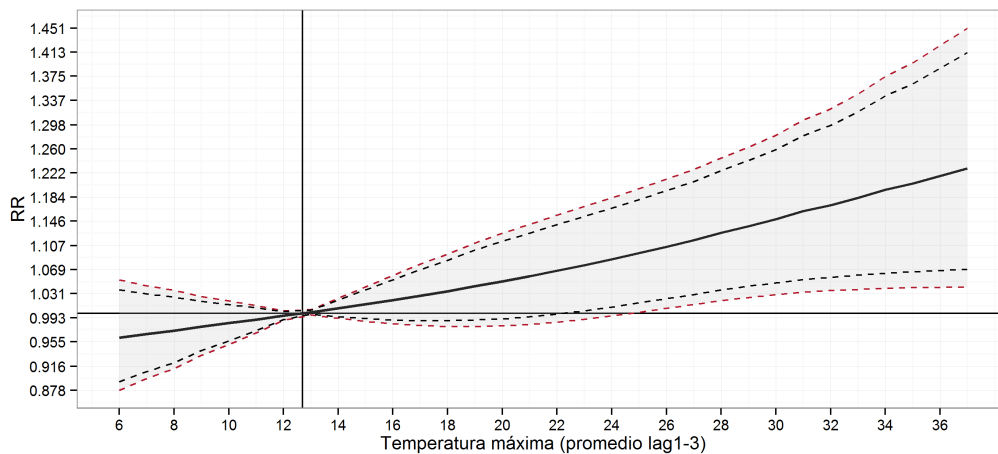


**Figura A.119:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los menores de 5 años, en Santiago. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

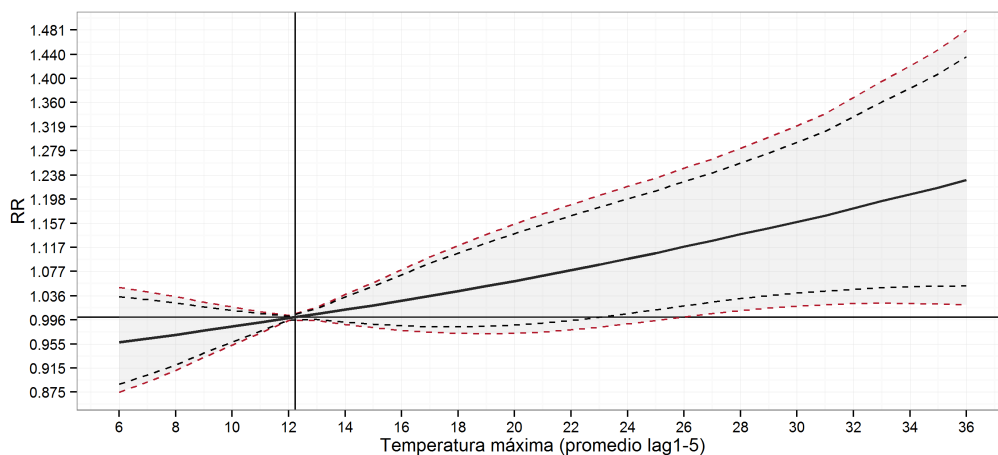




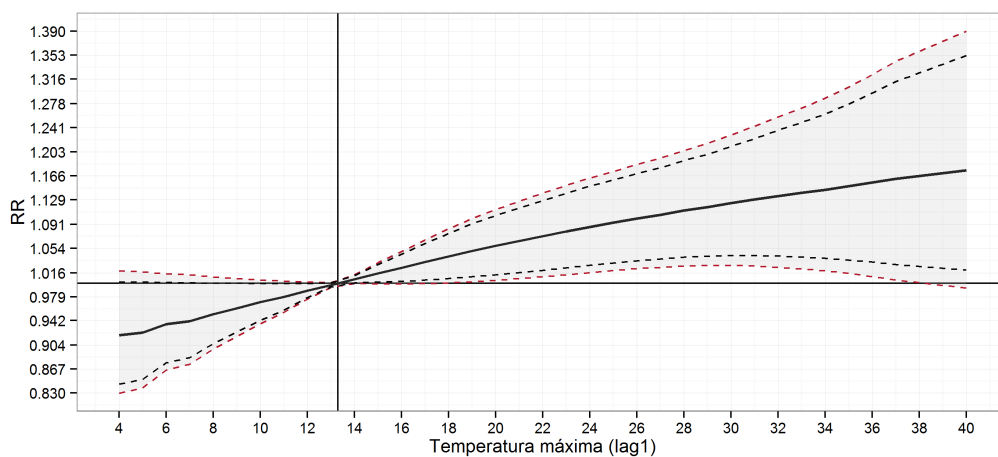
**Figura A.120:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Pontevedra. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



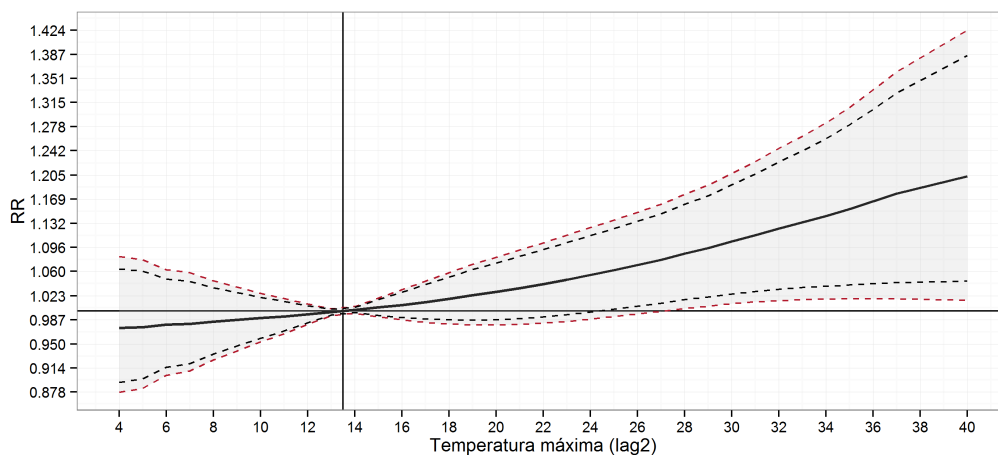
**Figura A.121:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Pontevedra. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



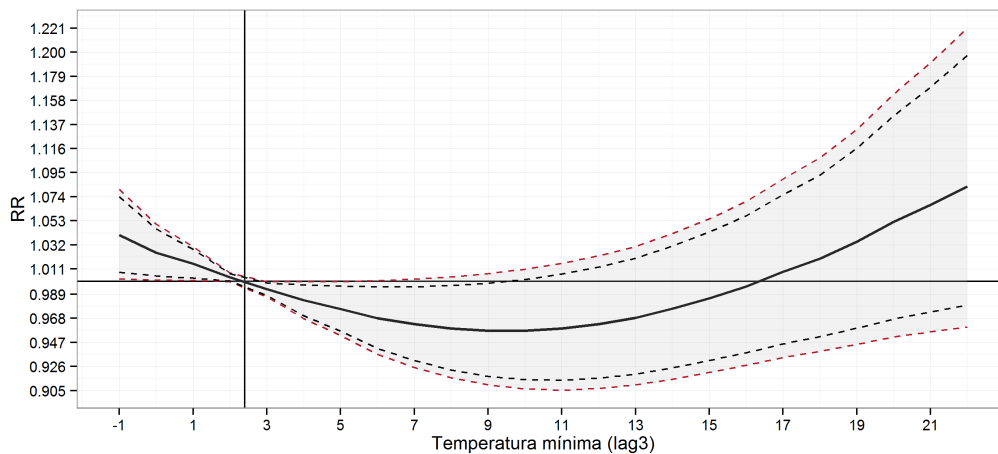
**Figura A.122:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Pontevedra. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



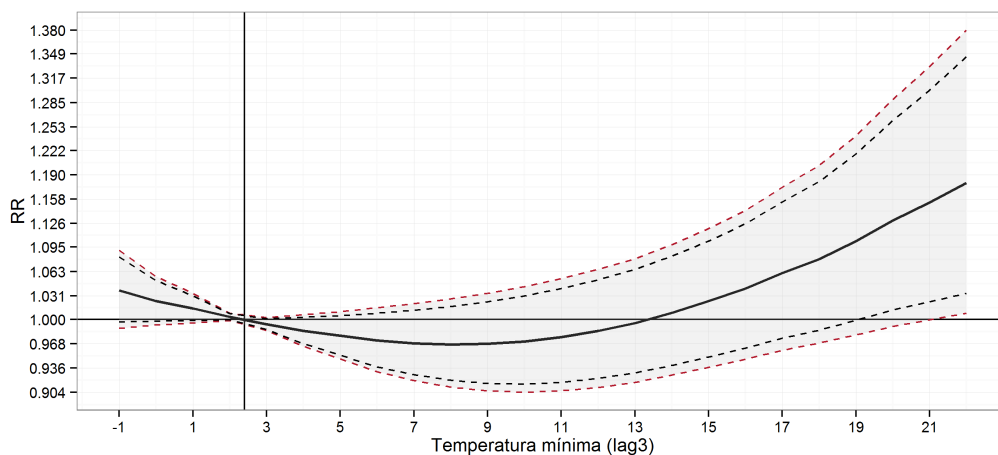
**Figura A.123:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Pontevedra. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



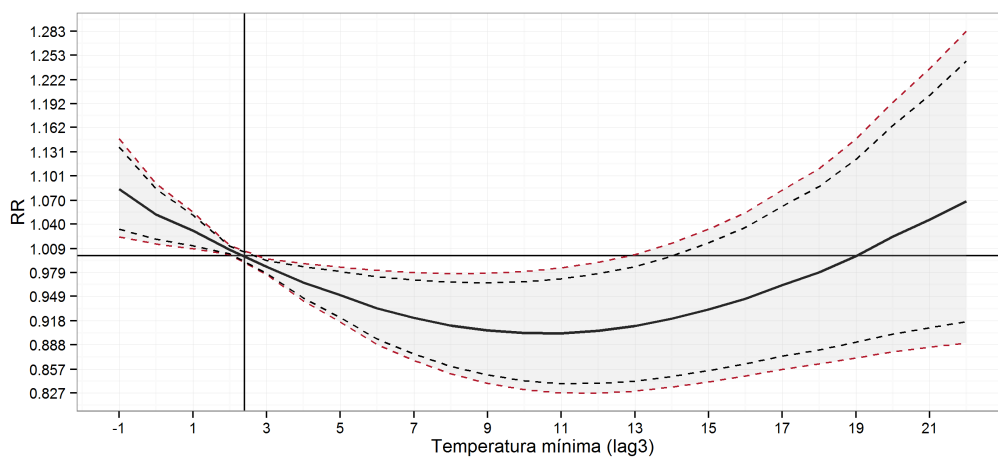
**Figura A.124:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Pontevedra. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



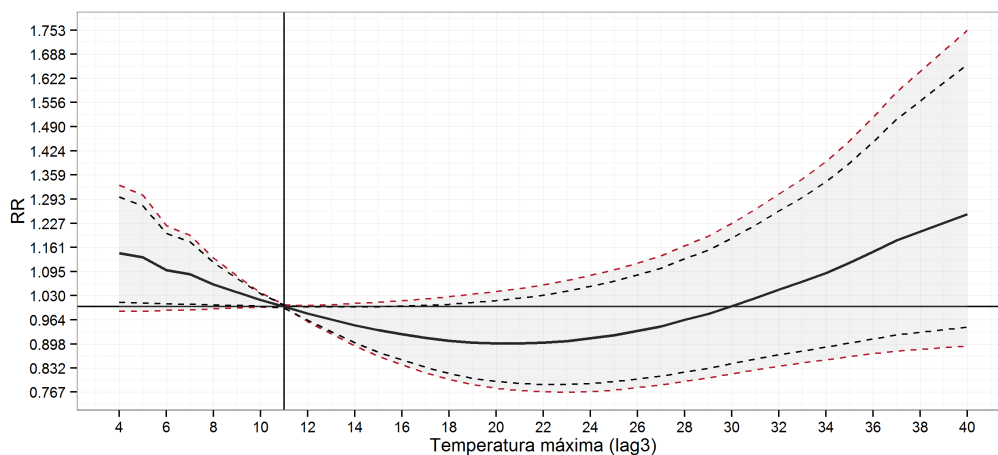
**Figura A.125:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Pontevedra. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



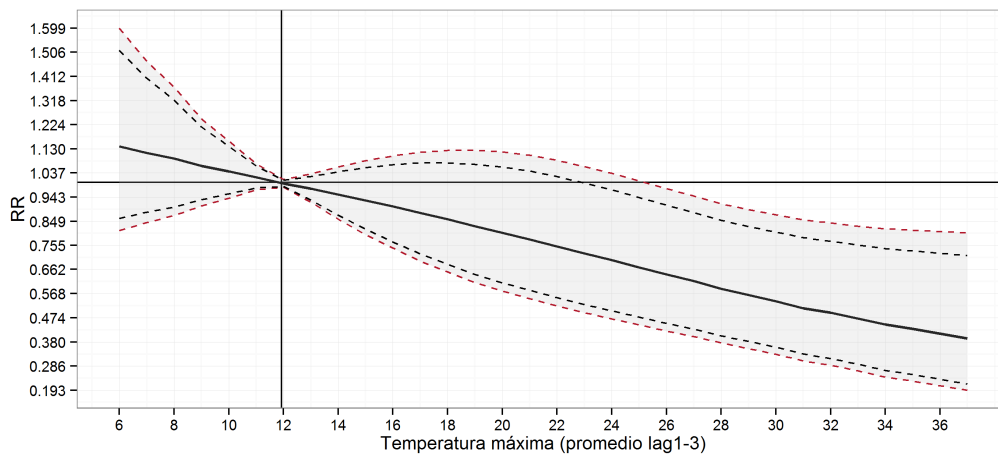
**Figura A.126:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Pontevedra. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



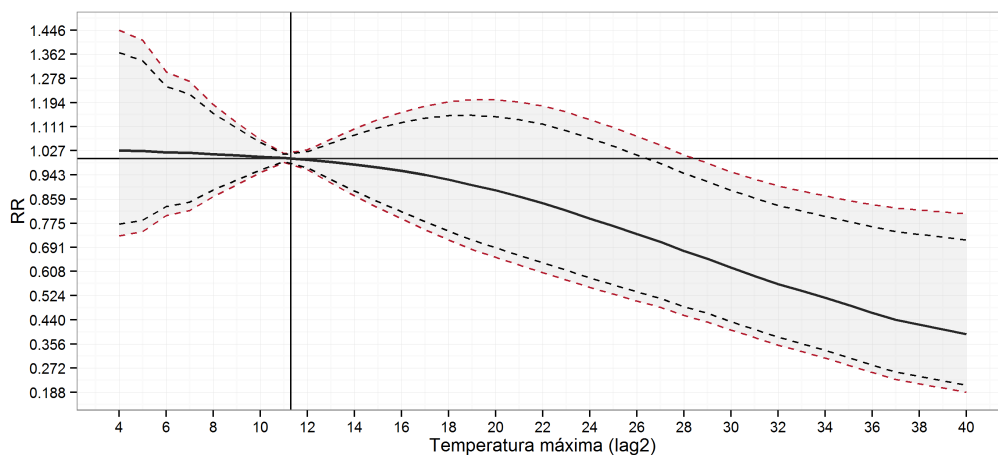
**Figura A.127:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los mayores de 64 años, en Pontevedra. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



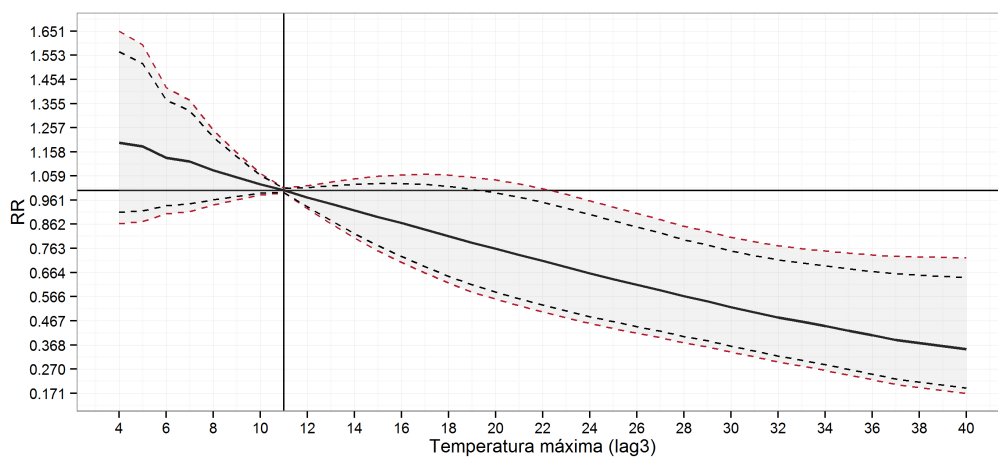
**Figura A.128:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, en Pontevedra. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



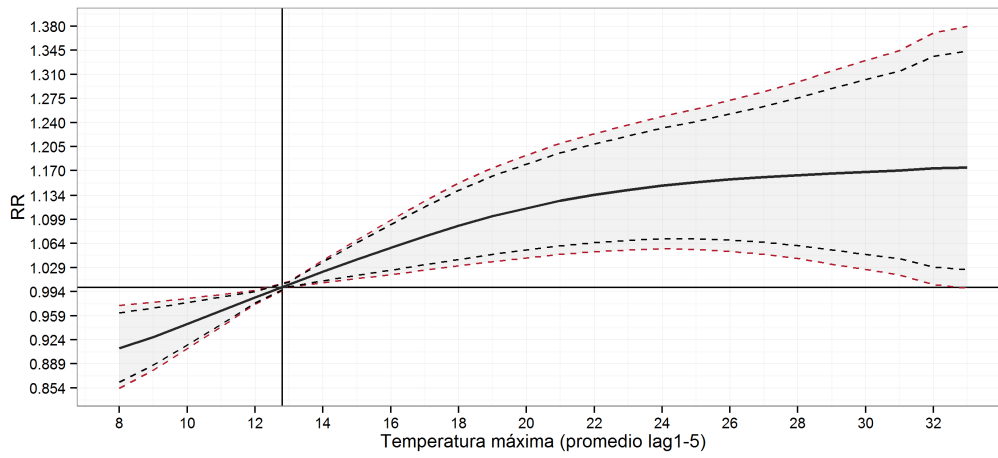
**Figura A.129:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, en Pontevedra. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



**Figura A.130:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, en Pontevedra.  
 \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

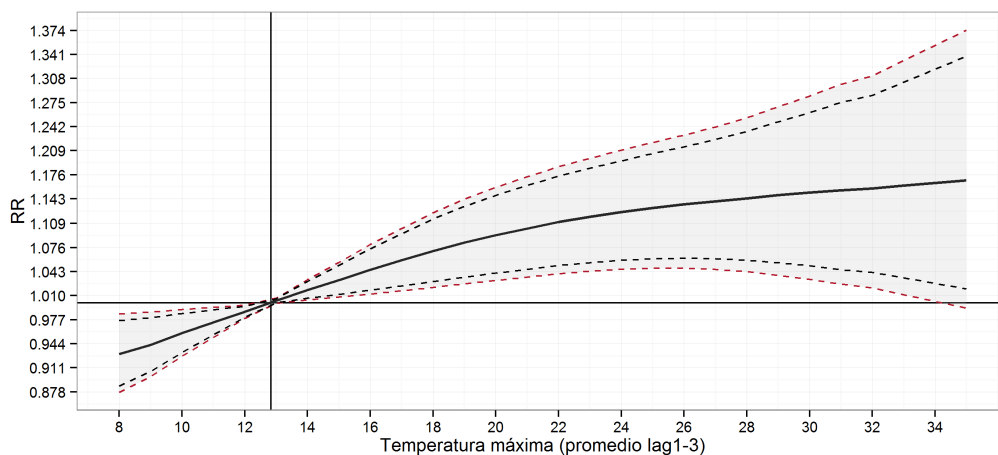


**Figura A.131:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades cardiovasculares en los mayores de 64 años, en Pontevedra.  
 \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

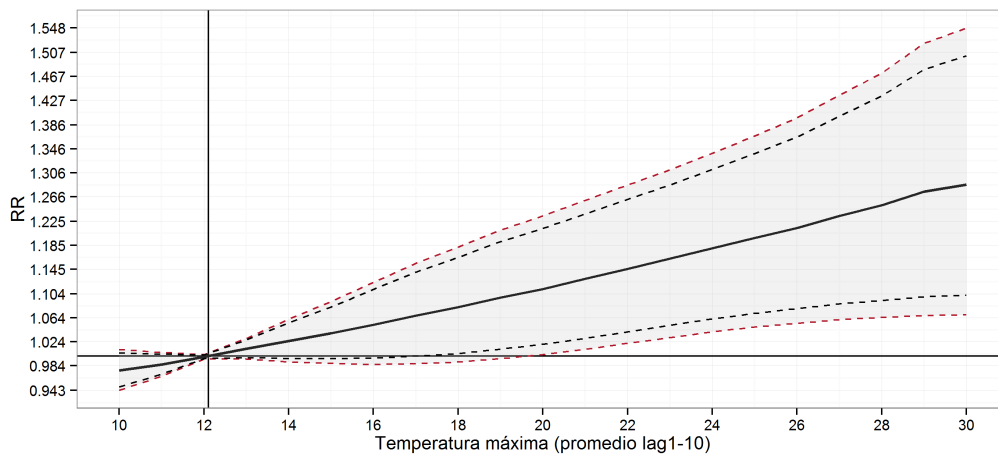


**Figura A.132:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).

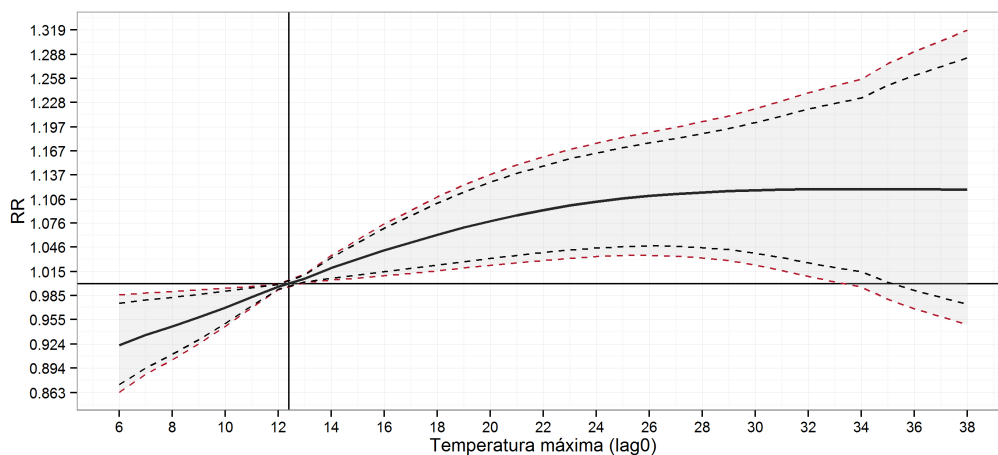




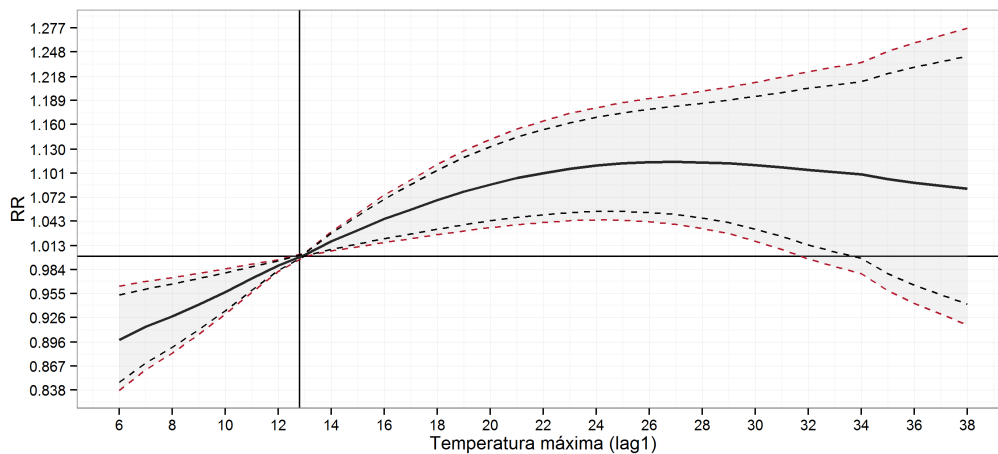
**Figura A.133:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



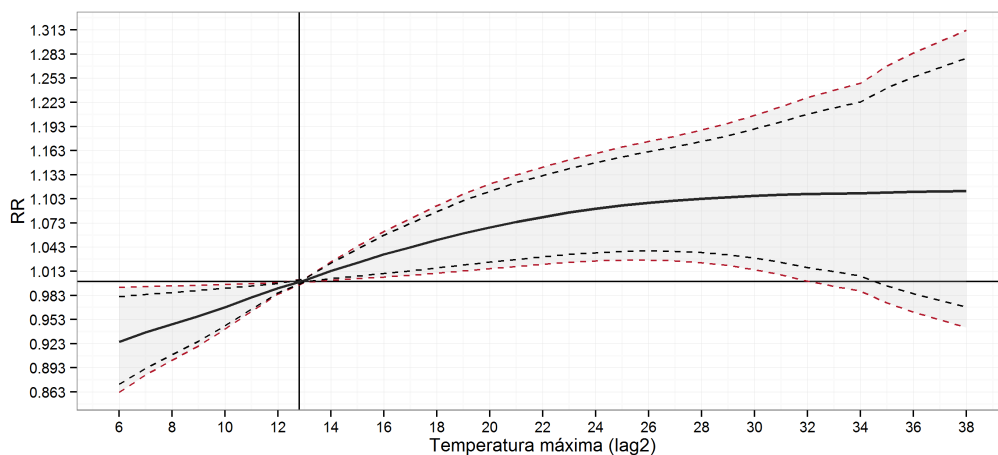
**Figura A.134:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-10 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



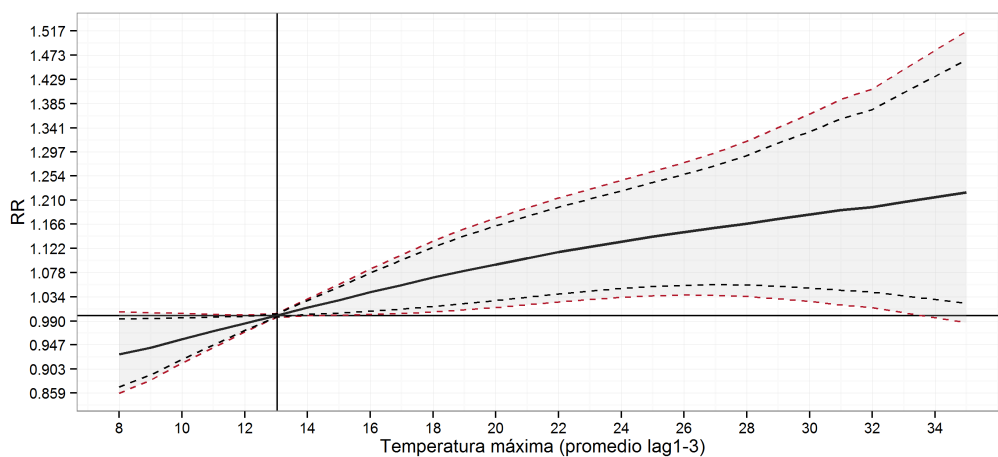
**Figura A.135:** Efectos de la temperatura máxima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



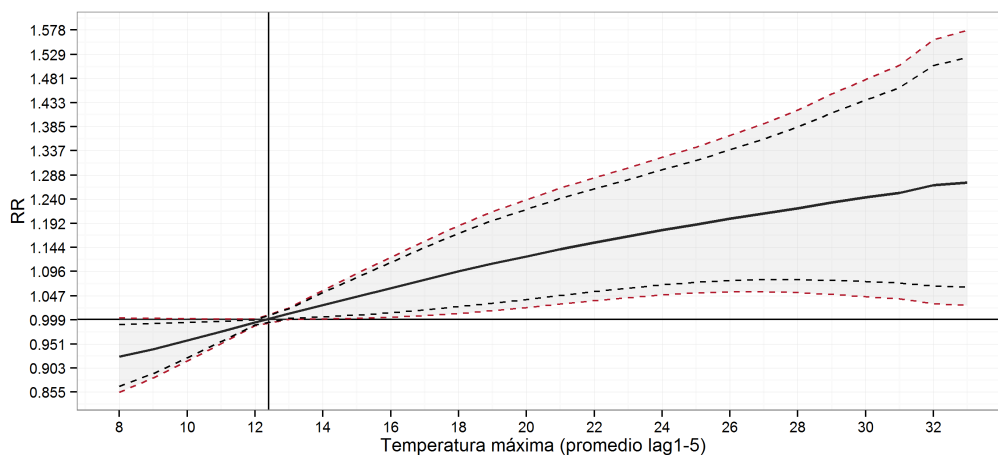
**Figura A.136:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



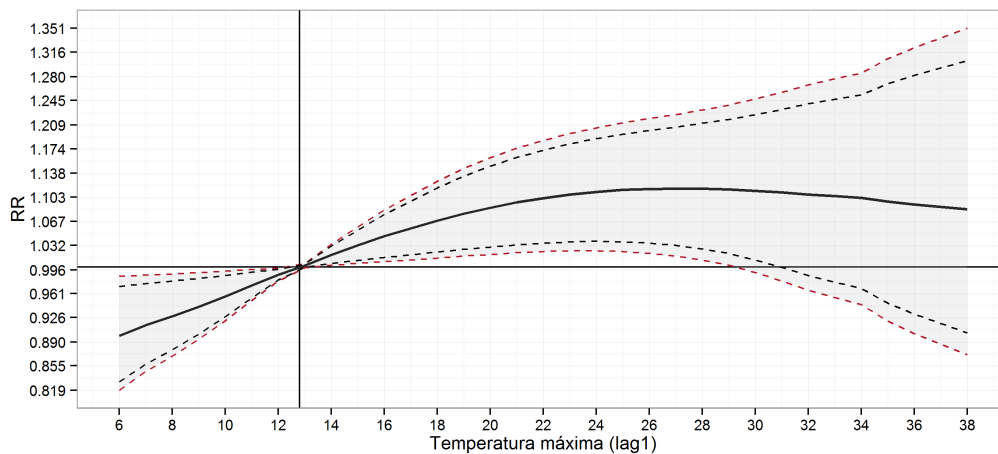
**Figura A.137:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



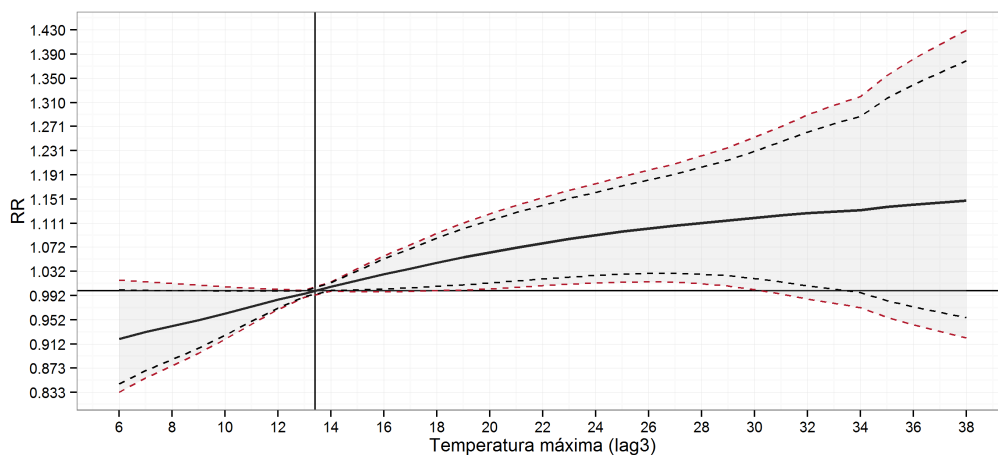
**Figura A.138:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



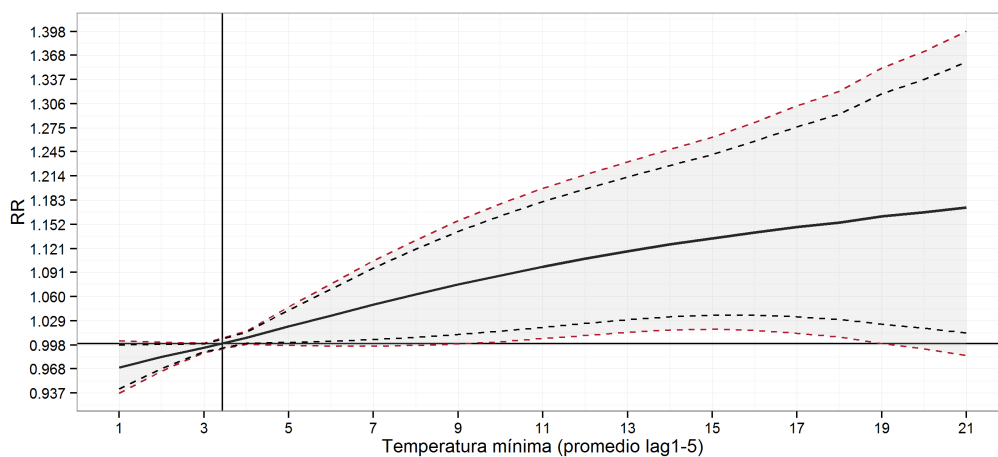
**Figura A.139:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



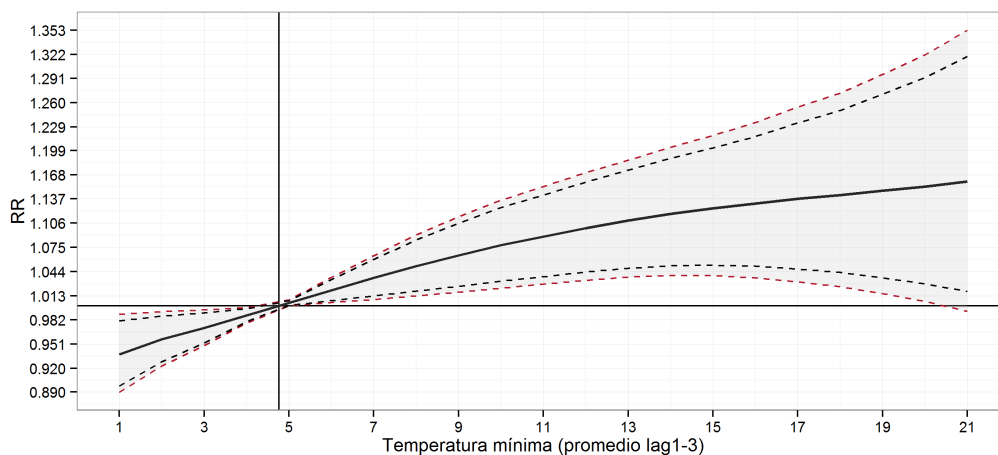
**Figura A.140:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



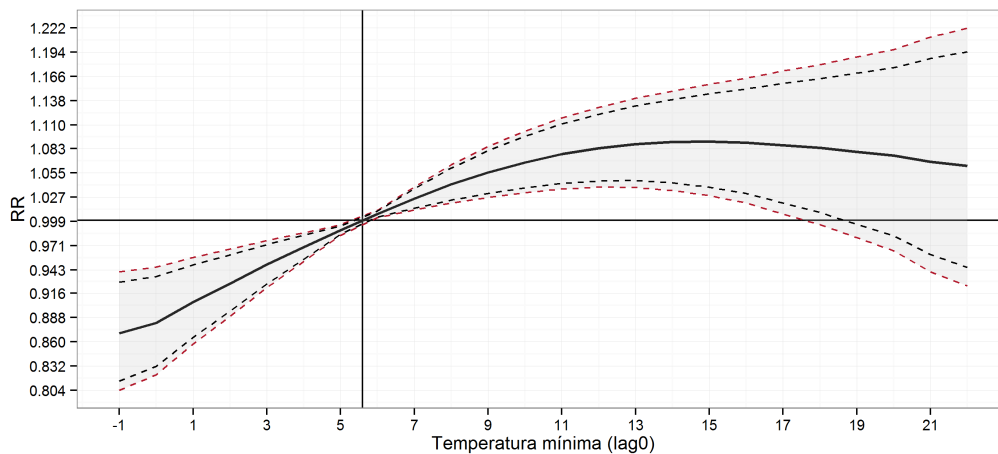
**Figura A.141:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en las mujeres, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



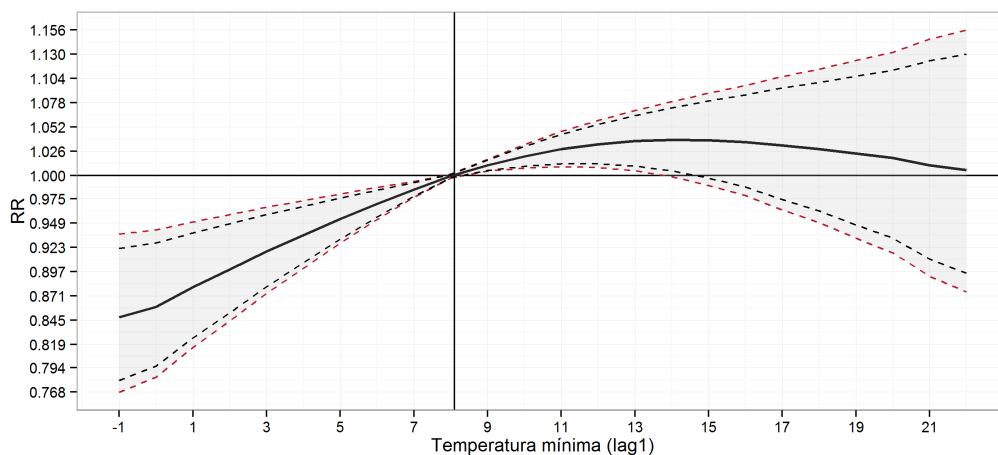
**Figura A.142:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



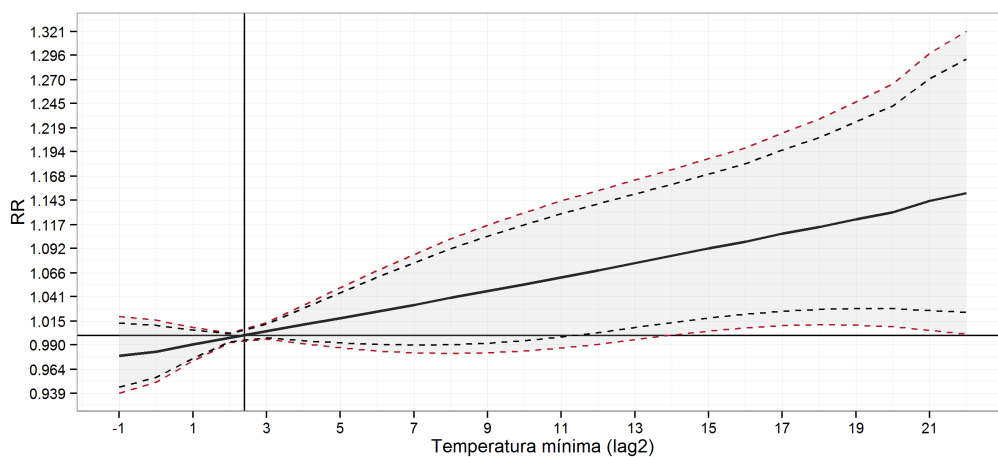
**Figura A.143:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



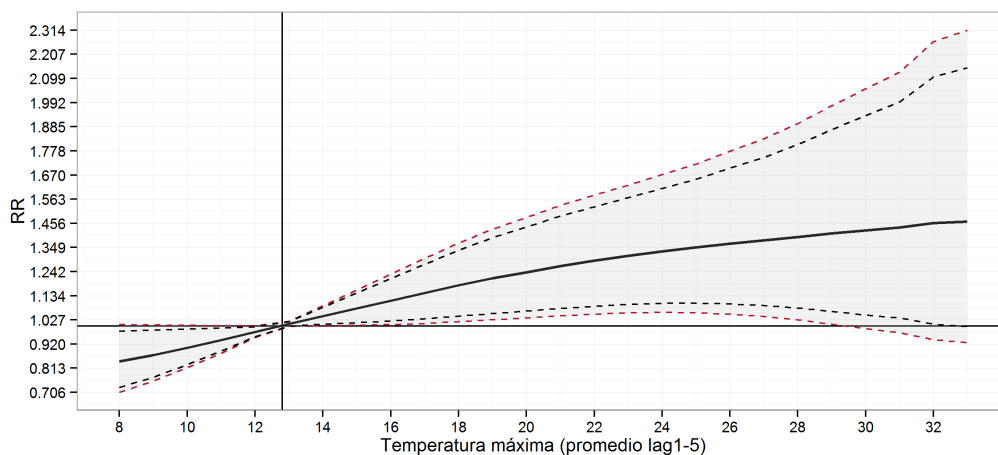
**Figura A.144:** Efectos de la temperatura mínima en el mismo día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



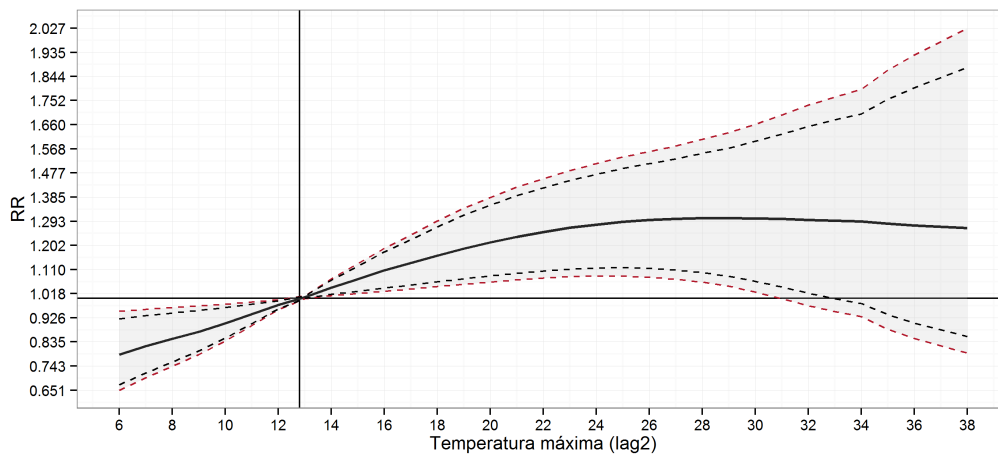
**Figura A.145:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 1 día sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



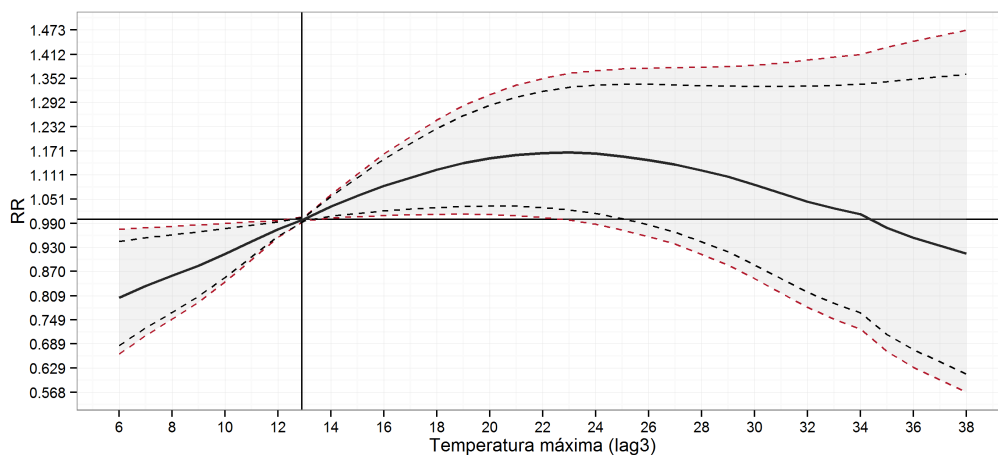
**Figura A.146:** Efectos de la temperatura mínima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en todas las causas en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



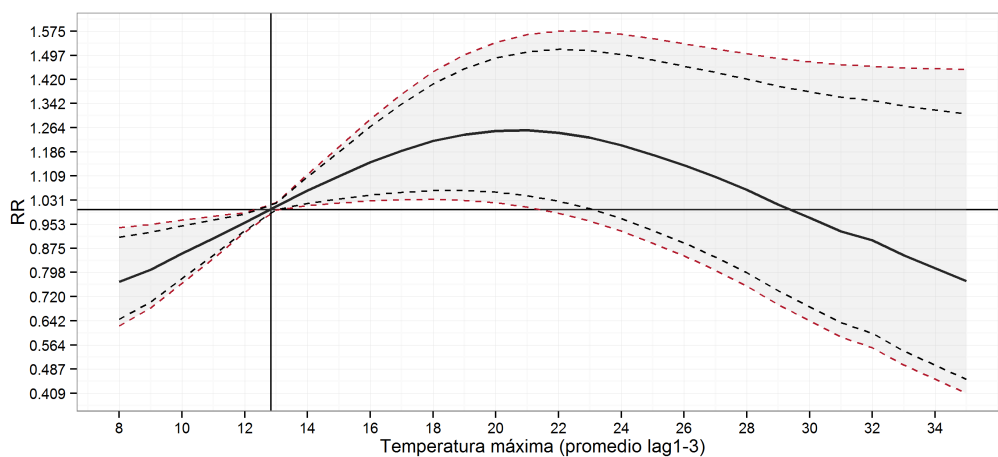
**Figura A.147:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



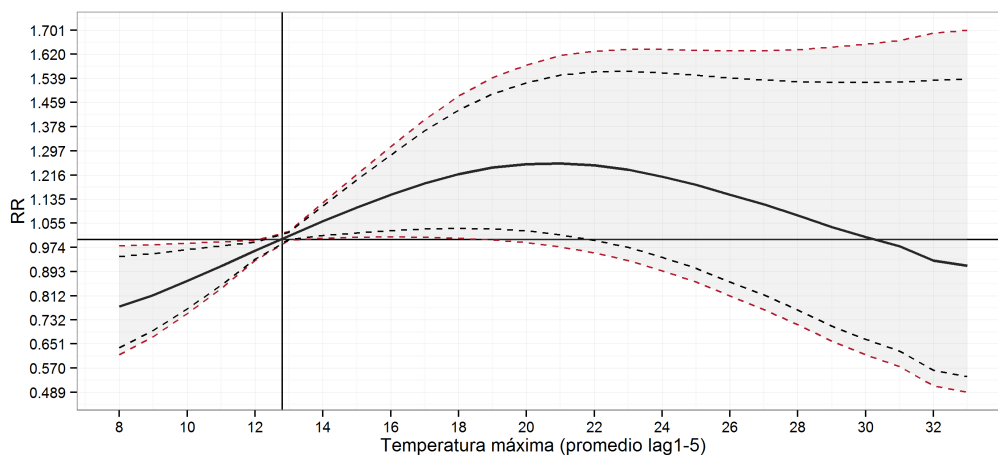
**Figura A.148:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



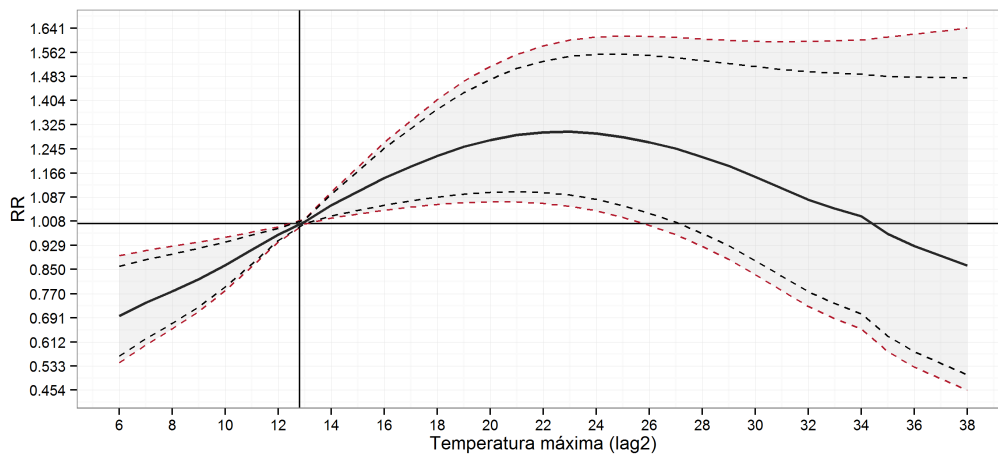
**Figura A.149:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los totales, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



**Figura A.150:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-3 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los hombres, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



**Figura A.151:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 1-5 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los hombres, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



**Figura A.152:** Efectos de la temperatura máxima con retardo de 2 días sobre el riesgo de ingreso en las enfermedades respiratorias en los hombres, en Ferrol. \*Curvas discontinuas: en rojo IC95 % y en negro IC90 %, (lag = retardo).



