

Universidad Nacional de Córdoba  
Centro de Estudios Avanzados (CEA)  
Maestría en Demografía

“Pasar agosto”

Un estudio demográfico de la estacionalidad de la mortalidad en Chile entre 1980-2013

Tesis para obtener el grado de Máster en Demografía

Autora: Ulla Suulamo

Director: Tim Miller

Septiembre de 2017

## Índice de contenidos

Índice de cuadros .....	4
Índice de figuras.....	5
Abreviaturas.....	7
1. Introducción .....	8
2. Marco teórico.....	11
2.1. Evolución histórica de la estacionalidad de la mortalidad.....	11
2.2. Determinantes de la mortalidad estacional .....	15
2.3. A quién afecta – grupos vulnerables .....	21
2.3.1. Mortalidad estacional y el sexo.....	21
2.3.2. Mortalidad estacional y la edad .....	23
2.4. Tendencias de la estacionalidad en el tiempo y respuestas de salud pública.....	27
2.5. Contexto chileno.....	29
2.6. Preguntas de investigación.....	32
3. Marco metodológico.....	34
3.1. Material.....	34
3.1.1. Edad .....	35
3.1.2. Región .....	36
3.1.3. Causa de muerte.....	39
3.1.4. Calidad de datos.....	41
3.2. Métodos.....	42
3.2.1. Análisis gráfico .....	43
3.2.2. Razón de invierno/verano .....	44
3.2.3. Prueba de Edwards.....	45
4. Parte analítica.....	49
4.1. Estacionalidad de la mortalidad total.....	49
4.2. Estacionalidad de la mortalidad por sexo .....	52

4.3.	Estacionalidad de la mortalidad por grupos de edad .....	53
4.4.	Estacionalidad de la mortalidad por grupos de edad y sexo .....	58
4.5.	Estacionalidad de la mortalidad por región, edad y sexo.....	61
4.6.	Estacionalidad de la mortalidad por causas de muerte, edad y sexo .....	69
4.7.	Estacionalidad de la mortalidad por período .....	77
5.	Resultados .....	84
5.1.	Estacionalidad de las defunciones total y por edad .....	84
5.2.	Estacionalidad de las defunciones por región de residencia.....	87
5.3.	Estacionalidad de las defunciones por grupo de causa de muerte .....	89
5.4.	Estacionalidad de la mortalidad por período .....	91
5.5.	Estacionalidad de la mortalidad por sexo .....	93
6.	Observaciones finales .....	96
7.	Bibliografía .....	99

## **Índice de cuadros**

Cuadro 3.1 Zonas grandes y regiones de Chile	37
Cuadro 3.2 Grupos de causas de muerte CIE-10 y sus códigos en las bases de datos	40
Cuadro 4.1 Defunciones estandarizadas y resultados de los métodos aplicados, por grupos de edad, 1980-2013	57
Cuadro 4.2 Resultados de los métodos aplicados, por grupos de edad y sexo, 1980-2013	61
Cuadro 4.3 Resultados de los métodos aplicados, por región natural, grupos de edad y sexo, 1980-2013	67
Cuadro 4.4 Resultados de los métodos aplicados, por grupos de causas de muerte, 1997-2013	72

## Índice de figuras

Figura 2.1 Europa (países seleccionados): exceso de muertes en invierno relacionadas con la temperatura mínima mensual .....	19
Figura 2.2 Estados Unidos: mortalidad estacional por grupos de edad. 1976-1999 .....	25
Mapa 3.1 Regiones de Chile y su agrupación en cinco regiones naturales .....	38
Figura 3.1 Distribución porcentual de defunciones por grandes grupos de causas de muerte, de 1997 a 2013 .....	41
Figura 3.2 Representación gráfica de la prueba de Edwards .....	47
Figura 4.1 Distribución mensual de defunciones (número estandarizado), 1980-2013 .....	50
Figura 4.2 Porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al número medio mensual para el período 1980-2013, total .....	51
Figura 4.3 Porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al número medio mensual para el período 1980-2013, por sexo .....	52
Figura 4.4 Porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al número medio mensual para el período 1980-2013, por grupos de edad .....	54
Figura 4.5 Desviación porcentual de 1 de la razón de invierno/verano, por grupos quinquenales de edad, 1980-2013 .....	56
Figura 4.6 Porcentaje del “exceso de defunciones” por estación en relación a la estación con el número más bajo de defunciones, por grupos de edad, 1980-2013 .....	58
Figura 4.7 Razón de invierno/verano por grupos quinquenales de edad y sexo, 1980-2013 .....	60
Figura 4.8 Porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al número medio mensual para el período 1980-2013, por región natural .....	62
Figura 4.9 Desviación porcentual de 1 de la razón de invierno/verano, por región, 1980-2013 .....	63
Figura 4.10 Razón de invierno verano por región natural, grupos de edad y sexo, 1980-2013 .....	65
Figura 4.11 Porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al número medio mensual, por grupo de causa de muerte (17 grupos), 1997-2013 .....	70
Figura 4.12 Desviación porcentual de 1 de la razón de invierno/verano, por grupo de causa de muerte, 1997-2013 .....	71

Figura 4.13 Razón de invierno/verano de las defunciones por enfermedades del sistema circulatorio, mayores de 29 años, por grupos quinquenales de edad y sexo, 1997-2013.....	74
Figura 4.14 Razón de invierno/verano de las defunciones por enfermedades del sistema respiratorio, mayores de 4 años, por grupos quinquenales de edad y sexo, 1997-2013.....	75
Figura 4.15 Razón de invierno/verano de las defunciones por causas externas, por grupos quinquenales de edad y sexo, 1997-2013 .....	76
Figura 4.16 Razón de invierno/verano total por año, 1980-2013 .....	78
Figura 4.17 Razón de invierno/verano por grupos de edad y sexo para 1980-1996 y 1997-2013 ....	79
Figura 4.18 Razón de invierno/verano por grupos de edad (mayores de 44 años) y sexo entre 1980 y 2013.....	80
Figura 4.19 Razón de invierno/verano por grupos de edad (entre 0 y 44 años) y sexo entre 1980 y 2013.....	82
Figura 4.20 Exceso (o “déficit”) de defunciones en invierno y en verano por grupos de edad (mayores de 60 años) y sexo entre 1980 y 2013 .....	83
Figura 5.1 Lado izquierdo (a): Razón de invierno/verano por grupos quinquenales de edad, Chile, 1980-2013. Lado derecho (b): Simulación del impacto del efecto de selección en la estacionalidad.....	86

## **Abreviaturas**

CIE	Clasificación Internacional de Enfermedades y de Problemas Relacionados con la Salud
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
DEIS	Departamento de Estadísticas e Información en Salud
INE	Instituto Nacional de Estadísticas

## 1. Introducción

La mortalidad humana es un importante indicador al momento de describir la situación de salud de una población. Su reducción es un objetivo basal e incuestionable en las políticas públicas de salud de todos los países. El comportamiento estacional de la mortalidad humana es también un fenómeno conocido en todas las regiones del mundo y ha llamado la atención de los académicos de distintas disciplinas desde hace mucho tiempo (Rau, 2007; Healy, 2003). Hipócrates, hace más de 2000 años, ya reconocía el impacto de las estaciones<sup>1</sup> en la salud humana (Rau, 2007).

Estudios realizados sobre todo en países de altos ingresos del hemisferio norte han demostrado que las temperaturas extremas son acompañadas por un incremento de las defunciones. Si bien el patrón de distribución de las defunciones en un año calendario varía mucho entre países y regiones climáticas, hoy en día se entiende que son las muertes durante los meses más fríos del año las que suelen ser más numerosas (McMichael et al., 2008; Rau, 2007; Laaidi et al., 2006; Sakamoto-Momiyama, 1977). Sin embargo, estos estudios también demuestran que no se puede relacionar exclusivamente y como factor determinante a las bajas temperaturas como causante del aumento del riesgo de morir en invierno. De hecho, se ha demostrado, que la diferencia entre la mortalidad en verano y en invierno es más pronunciada en países con climas más templadas que en aquellos con inviernos más crudos (Rau, 2007; Healy, 2003; McKee, 1989). En consecuencia, el clima y la temperatura por sí mismos no son buenos indicadores de la estacionalidad de la mortalidad. Si así fuera, las regiones con climas más fríos deberían mostrar mayores fluctuaciones estacionales en la mortalidad. En cambio, la literatura demuestra que la mortalidad estacional está mediada por una multitud de factores –sociales, económicos, culturales, de comportamiento, entre otros– que son

---

<sup>1</sup> La palabra "estación" tiene varios significados diferentes. La definición aquí utilizada corresponde a la división del año en cuatro períodos diferentes en los que las condiciones climáticas se mantienen dentro de un cierto rango -primavera, verano, otoño e invierno. El estudio se concentra principalmente en la estación invierno.



determinantes a la hora de explicar la vulnerabilidad de la población ante las fluctuaciones de temperatura. Este dato es importante, porque implica que las amplias variaciones estacionales de mortalidad observadas son reducibles (Rau, 2007; Davie et al., 2007).

En Chile hay consciencia de la relación entre las estaciones del año con la salud y la muerte. Durante los meses más fríos, los consultorios colapsan por causa de enfermedades respiratorias. Todos los años el Ministerio de Salud diseña y ejecuta políticas públicas llamadas “campañas de invierno”, que tienen por objeto apoyar a los grupos sociales y etáreos más vulnerables. Hasta el conocimiento popular dice que las personas –especialmente las de la tercera edad– deben cuidarse para “*pasar agosto*”, es decir, tomar precauciones pues, dice el adagio, una persona que llega a septiembre, sobrevivirá, al menos hasta el próximo invierno. La creencia popular ha llegado a tal nivel, que son varios los clubes de ancianos que celebran con fiestas el primer día de septiembre. A pesar de lo mucho que el tema de la estacionalidad de la mortalidad importa a nivel de políticas públicas de salud y de la cultura popular, en Chile no se han realizado estudios que profundicen en este tema. La pregunta que surge entonces es ¿cuánto de mito y cuánto de realidad hay en este “decir popular”? ¿Qué pasa en Chile con respecto a la estacionalidad de la mortalidad?

Para contribuir a una comprensión más completa del fenómeno de la mortalidad estacional en Chile, y que ayude en la implementación de intervenciones y políticas más apropiadas durante las temporadas de alto riesgo, esta tesis asume como objetivo el identificar –a través del análisis de los datos de mortalidad de toda la población chilena fallecida entre 1980 y 2013– los patrones de estacionalidad en la mortalidad durante el período de estudio, así como analizar el impacto de diferentes variables sociodemográficas (sexo, grupo de edad, región de residencia y grupo de causa de muerte) en esta estacionalidad. Se busca identificar además posibles cambios en la variación estacional de la mortalidad durante los 34 años que abarcará este estudio para definir si hubo disminución o aumento de la estacionalidad.

El capítulo que sigue tiene el propósito de dar a conocer el estado actual de conocimiento sobre la estacionalidad de la mortalidad y formar un marco de referencia y conceptual para este estudio. Los aspectos metodológicos serán discutidos en el capítulo tres donde se

presenta el material utilizado y los métodos de investigación elegidos para realizar el análisis. El estudio de la estacionalidad de las muertes en Chile tratado en el capítulo cuatro cubre los años 1980-2013. El capítulo cinco presenta los resultados. En el capítulo seis se realiza una breve discusión sobre la relevancia de los resultados encontrados.

## 2. Marco teórico

Aunque la mayoría de las variables demográficas están sujetas a patrones estacionales, su comportamiento e impacto rara vez son el centro de atención en los estudios demográficos. La mortalidad no es una excepción en esto sino su unidad de análisis temporal habitual es la “anual”. Sin embargo, otras disciplinas científicas, como la epidemiología, la salud pública, la geografía, y la historia, han observado que las condiciones climatológicas cambiantes durante las distintas estaciones del año, coinciden con períodos de mayor o menor mortalidad. Este comportamiento diferencial de la mortalidad a lo largo del año, denominado “mortalidad estacional”, es el tema de preocupación central de esta tesis.

A continuación, se presenta una discusión sobre los estudios que han abordado esta problemática. Se demostrará que la mortalidad estacional es un fenómeno de múltiples causas y de múltiples efectos. El objetivo de esta discusión conceptual es diseñar una batería metodológica simple, que permita el análisis de los datos para el caso de la estacionalidad de la mortalidad en Chile.

En primer lugar, se describe brevemente como ha sido la evolución del patrón de la mortalidad estacional desde el pasado hasta el presente. Luego, se resumen los principales resultados de los estudios contemporáneos de la estacionalidad de mortalidad en cuanto a sus determinantes y su variación a causa de diferentes factores. Finalmente, se presentan las diferentes recomendaciones que han surgido para combatir la mortalidad estacional, y en particular, la sobremortalidad invernal y se describe el contexto chileno en que este estudio se desarrolla.

### 2.1. Evolución histórica de la estacionalidad de la mortalidad

Ritmos estacionales en la ocurrencia de fenómenos en la salud humana se han observado por lo menos desde el año 4000 AC, cuando Hipócrates en su ensayo seminal “On Airs, Waters, and Places” indicó que (citado por Rau, 2007, pág.1):

*"El que quiera investigar la medicina adecuadamente debe proceder así: En primer lugar, tener en cuenta las estaciones del año y el efecto que cada uno de ellos produce..."<sup>2</sup>*

El impacto de las estaciones en la salud no ha perdido su importancia, pero la revisión histórica de la estacionalidad de la mortalidad muestra que el patrón de estacionalidad “moderna”, con una mayor concentración de muertes en invierno, difiere de lo observado históricamente.

En efecto, estudios históricos han logrado captar patrones estacionales de mortalidad que muestran que antes del siglo XV hubo coexistencia de dos patrones estacionales opuestos: en regiones cálidas las muertes alcanzaron su punto máximo en el verano, mientras que en regiones frías la mortalidad mostraba su máximo en invierno (Rau, 2007). Como evidencia de esta observación existen estudios sobre la mortalidad en Egipto Romano y Roma basados en inscripciones funerarias y catacumbas romanas, por un lado; (Scheidel, 2009; Shaw, 1996) y por otro, un estudio que se basa en la orientación de los cuerpos en las tumbas merovingias medievales (Fichter y Volk, 1980).

Según los resultados de estudios sobre la distribución de las muertes en poblaciones prehistóricas en Egipto Romano y en Roma, la estacionalidad de la mortalidad caracterizada por un máximo en verano, fue causada principalmente por enfermedades infecciosas, especialmente malaria. Malas condiciones sanitarias, altas temperaturas y alta densidad poblacional facilitaron su propagación (Scheidel, 2009; Shaw, 1996). A su vez, los estudios por grupos de edad indican que mientras más años tenía una persona, mayor era también su riesgo de morir en invierno (Shaw, 1996).

Al contrario de estos estudios realizados en países mediterráneos con climas cálidos, Fichter y Volk (1980) analizaron la mortalidad histórica de una población que habitaba una región que hoy en día sería parte de Alemania y Francia y que por lo tanto tenía un clima más frío.

---

<sup>2</sup> “Whoever wishes to investigate medicine properly should proceed thus: In the first place to consider the seasons of the year and what effect each of them produces”.

Sus resultados muestran que en esta región la mortalidad mostraba su punto máximo durante el invierno.

Luego, después de 1400 y hasta alrededor de 1800, los estudios sobre la mortalidad estacional ya no tenían que basarse en métodos arqueológicos, sino que podían hacer uso de los registros parroquiales, lo que presentó una gran ventaja para el análisis. Estudios basados en esta época muestran que el patrón general de estacionalidad de la mortalidad en varios países ya se parecía bastante al patrón que se observa actualmente en los países del hemisferio norte: las muertes repuntaban en invierno y encontraban su punto más bajo durante los meses de verano (Rau, 2007). Datos de Inglaterra muestran un patrón relativamente estable donde se puede observar un máximo en invierno. Este patrón no solo es estable en el tiempo sino también en términos geográficos. Llama la atención la estabilidad al tener en cuenta el patrón general de mortalidad que en este tiempo histórico se caracterizaba por altas tasas de mortalidad (esperanza de vida baja) y altas fluctuaciones en el nivel de mortalidad de un año a otro debido a epidemias (Rau, 2007).

El estudio por edad muestra que las personas más mayores eran especialmente susceptibles al frío del invierno. La malnutrición es muchas veces señalada como una de las principales causas de mortalidad de los adultos en invierno durante este tiempo. La causalidad entre malnutrición, infección y mortalidad ha sido bien documentada, y se asume que “este mecanismo no solo entraba en fuerza en años de crisis y de mala cosecha, sino que todos los años a finales del invierno, cuando la posibilidad de malnutrición era más alta” (Rau, 2007, pág. 28).

Sin embargo, este patrón moderno con máximo en invierno y mínimo en verano no se observa en todos lados. En países con climas templados seguía existiendo un patrón de estacionalidad con un máximo en verano. Según Rau, la explicación está dada, al menos parcialmente, por factores sociales, pues “varios ejemplos muestran que, dentro de la misma región climática, diferentes regímenes de estacionalidad persisten, hecho que no podría explicarse, en consecuencia, por variaciones climáticas” (Rau, 2007, pág. 29). Datos de Francia apoyan este razonamiento. En el siglo XIII se observaban grandes diferencias en los patrones estacionales

de mortalidad entre áreas urbanas y rurales. Las áreas rurales mostraron un patrón moderno con máxima mortalidad durante los meses más fríos y mínima en verano, mientras las áreas urbanas mostraron su máxima mortalidad en verano. Las altas temperaturas durante el verano no eran lo que directamente causaba la muerte, pero las temperaturas altas facilitaban el desarrollo de ciertas bacterias que en malas condiciones sanitarias pudieron fácilmente propagarse.

A partir del siglo XIX, gracias a la mayor cantidad y mejor calidad de información, aumentaron los estudios sobre mortalidad estacional y su evolución. Estos llegaron a dos conclusiones principales. Primero, que el máximo en verano observado a principios del siglo XIX, en algunos países y especialmente en zonas urbanas, fue progresivamente reduciéndose hasta desaparecer al llegar a las primeras décadas del siglo XX. Desde entonces, el exceso de muertes en invierno comenzó a predominar. Segundo, que existe una tendencia hacia la reducción de las fluctuaciones estacionales de la mortalidad, especialmente en países de ingresos altos. La desaparición del máximo intermedio en la mortalidad estacional y la reducción en la estacionalidad en general se atribuyen a mejoras en condiciones de vivienda y de calefacción y medidas de salud pública. Gracias a estas medidas ha disminuido la exposición al frío, por un lado, y por otro, a agentes infecciosos que eran frecuentes en los meses de verano en áreas urbanas (Rau, 2007).

Según Muñoz-Tudurí et al. (2006), estos cambios en el tiempo pueden relacionarse con la evolución de las causas de muerte, pues se ha observado que la prevalencia de las causas relacionadas al exceso de muertes estacionales se ha modificado. Las muertes por causas infecciosas, características de países con bajos niveles de desarrollo, han perdido importancia, dando lugar a muertes por causas cardiovasculares y cerebrovasculares. Sobre este punto López (2012), entre otros, sostiene que esto puede explicarse con la teoría de la transición epidemiológica, paradigma formulado por Omran para profundizar el estudio de los cambios en los patrones de mortalidad dentro del modelo de la transición demográfica, que se define como un cambio paulatino desde un patrón de causas de muerte dominado por patologías infecciosas y alta mortalidad, a otro patrón dominado por enfermedades crónico degenerativas y baja mortalidad (Omran, 1971). Entonces, podríamos decir, que las

transiciones demográfica y epidemiológica, también están acompañadas por un cambio en el patrón estacional. Países que se encuentran en una etapa inicial de las transiciones muestran un patrón de mortalidad estacional con un máximo más pronunciado en verano causado por enfermedades infecciosas y parasitarias, mientras, en países que se encuentran en etapas avanzadas de las transiciones, el mayor número de muertes se presenta en los meses más fríos, y sus principales causas son del tipo cardiovascular y cerebrovascular.

En el apartado siguiente se profundizará sobre las causas de muerte relacionadas con la mortalidad estacional.

## 2.2. Determinantes de la mortalidad estacional

Aunque estudios demuestran vínculos entre mortalidad y las estaciones del año, los mecanismos que explican la variación estacional de la mortalidad aún no están del todo claros. Aquí se va a presentar un esquema general sobre la serie de sucesos que han sido relacionados con el aumento de la mortalidad, principalmente, en invierno. Se hace una distinción entre tres grupos de factores: ambientales, biomédicos y sociales.

En general, los estudios sostienen que los factores ambientales, y especialmente la temperatura, cumplen un papel fundamental a la hora de explicar la mortalidad estacional. Estos estudios concluyen que las temperaturas distintas a la “óptima” provocan en los seres humanos efectos adversos a la salud (Mäkinen et al, 2006). Así como también que la relación entre la temperatura ambiental y la mortalidad adopta una forma de U, lo que demostraría el aumento de la mortalidad asociada con el frío en invierno y con los períodos de calor en verano. Además, determinan que la mortalidad más baja se registra por lo general cuando la temperatura ambiente está entre 14 y 26 grados Celsius (Keatinge et al., 2000), y que cuando la temperatura cae por debajo o supera este nivel, la mortalidad aumenta (Kunst et al., 1993; Eurowinter Group, 1997; Ballester-Diez et al., 1997). Sin embargo, cabe destacar que esta relación entre el aumento en la mortalidad y la variación de la temperatura del “nivel óptimo” difiere entre países y regiones. Existen estudios sobre lugares donde la mortalidad es casi independiente de las variaciones de temperatura, como la ciudad rusa de Yakuts, considerada

una de las más frías del mundo, donde la temperatura media mensual varía entre los 10 y los -48 grados Celsius (Donaldson et al., 1998). En esta ciudad no se observaron aumentos en la mortalidad por todas las causas y por enfermedades del sistema circulatorio al bajar la temperatura.

Una serie de otras variables meteorológicas también han sido relacionadas con la mortalidad estacional. Una de ellas es la contaminación del aire. Es indudable el efecto perjudicial de la contaminación en la salud y la mortalidad, y también que el problema de la contaminación en varios lugares empeora, precisamente, durante la temporada de frío, por el uso de combustibles fósiles para la calefacción, entre otros. Sin embargo, como lo señala Rau, es difícil determinar “si un aumento en la mortalidad se debe al frío, o a la mayor concentración de contaminantes en el aire que han sido emitidos para calefaccionar casas y departamentos durante olas de frío excepcionales” (Rau, 2007, pág. 12).

En cuanto a los factores biomédicos, la medicina es clara al respecto del efecto perjudicial de las bajas temperaturas en la salud: el frío genera una serie de reacciones en el cuerpo humano que puede elevar el riesgo de morir, y en el peor de los casos, conducir a la muerte (Näyhä et al., 2011). Asimismo, los cambios periódicos en las condiciones climáticas, además de su efecto diferencial sobre el nivel de la mortalidad, también son un factor importante para determinar el comportamiento de algunas enfermedades y explican el hecho de que una gran parte de las causas de muerte experimentan variaciones estacionales. Las causas de muerte principales para explicar el aumento de mortalidad en invierno son las del sistema circulatorio y las enfermedades respiratorias.

En cuanto a las defunciones por enfermedades del sistema circulatorio, estos se dividen en enfermedades cardiovasculares y en cerebrovasculares. El estrés por frío tiene dos efectos, por un lado, actúa sobre los vasos sanguíneos y por otro lado hace que la composición de la sangre cambie, volviéndose más concentrada. De esta forma, el corazón debe trabajar con más fuerza para bombear la sangre a través de los vasos contraídos, a la vez que los cambios en la concentración sanguínea promueven la formación de coágulos aumentando así el riesgo



de las enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares (Ekamper et al., 2009; Huynen et al., 2001).

Respecto a las infecciones de las vías respiratorias y el relacionado aumento de la mortalidad, esto se atribuye en parte al hecho que las bajas temperaturas favorecen la sobrevivencia de ciertas bacterias y virus (Rau, 2007). Por ejemplo, los virus que causan influenza pueden permanecer como gotitas en el aire durante varias horas, y cuando el aire es frío y seco, mejor aún sobreviven (Lowen et al., 2007). El estrés por frío también tiende a suprimir la resistencia del sistema inmunológico a las infecciones de las vías respiratorias, y el respirar aire frío aumenta la susceptibilidad a infecciones pulmonares (Huynen et al., 2001). Además, la propagación de las enfermedades respiratorias se facilita por el hecho de que las personas se juntan en espacios cerrados poco ventilados cuando hace frío (Eurowinter Group, 1997).

Las causas de muerte por enfermedades respiratorias tienen el patrón estacional más marcado entre todos los principales grupos de causas de muerte. Sin embargo, como las enfermedades respiratorias no son la causa de muerte principal en los países desarrollados, estas no generan el mayor exceso de muertes en invierno en términos absolutos, a pesar de su patrón altamente estacional (Rau, 2007). Según el Grupo Eurowinter (1997), aproximadamente la mitad de las muertes relacionadas con el frío se atribuyen a causas cerebrovasculares y a la enfermedad isquémica del corazón, mientras causas respiratorias explican casi la mitad del exceso de mortalidad restante.

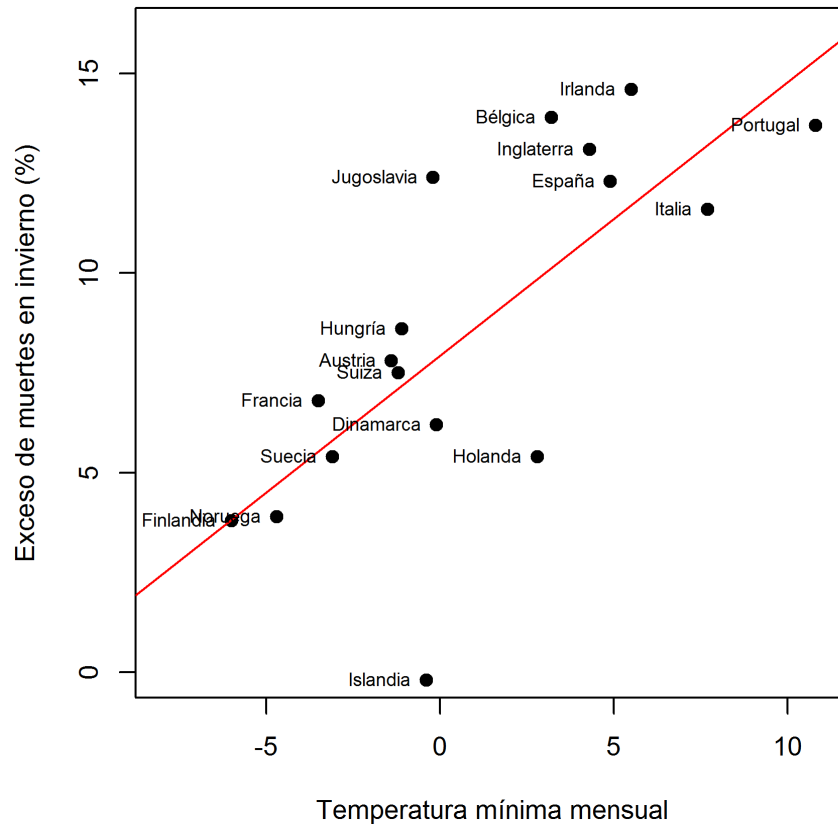
Además de estas causas más frecuentes, hay también otras que comúnmente se vinculan con el invierno. En cuanto a la influenza, algunos estudios sostienen que esta enfermedad explica solo una pequeña parte del exceso de mortalidad en invierno –gracias a las campañas de vacunación (Dinsdale et al., 2006) – mientras otros indican que la influenza sigue siendo una de las causas importantes del aumento de la mortalidad en invierno en países como los Estados Unidos (Reichert et al., 2004). La hipotermia por su parte, –probablemente la causa de muerte más obvia por exposición al frío– suele explicar solo una pequeña parte de las muertes relacionadas con el frío (Rau, 2007).

Teniendo en cuenta lo arriba descrito sobre la importancia del cambio en la temperatura como el factor desencadenante en la mortalidad estacional, sería lógico concluir que mientras más frío hace, mayor estacionalidad en las muertes se observa. Sin embargo, una serie de estudios demuestra que la intensidad del frío no se relaciona directamente con el aumento de la mortalidad estacional. Algo se adelantó con el estudio de Yakuts, al que se pueden agregar estudios realizados en países con climas relativamente calurosos, como España, Italia y Portugal. En éstos, la sobremortalidad en invierno es más severa que en países con climas fríos, como Noruega, Finlandia y Suecia. La figura 2.1 está basada en los resultados de McKee (1989) y muestra el exceso de muertes en invierno<sup>3</sup> relacionada con la temperatura mínima mensual en diferentes países europeos. Lo paradójico es que se observa en los datos que mientras mayor es la temperatura mínima mensual, mayor es el exceso.

---

<sup>3</sup> El exceso invernal se definió como el porcentaje por el cual las defunciones observadas superaban el nivel esperado si la tasa de mortalidad entre junio y septiembre se mantuviera durante todo el año.

**Figura 2.1**  
 Europa (países seleccionados): exceso de muertes en invierno relacionadas con la temperatura mínima mensual



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de McKee (1989), pág. 179.

Aquí cabe mencionar que estudios que han analizado la estacionalidad entre distintas regiones dentro de un mismo país, no han encontrado diferencias en la intensidad de la estacionalidad (Davie et al., 2007; Rau, 2007). Esto sumado a la paradoja de observar diferentes patrones de estacionalidad entre un país y otro dentro de una región con climas relativamente similares, deja en claro la importancia de factores no-climáticos en la forma que toma la distribución de las defunciones en los doce meses del año. Por estas razones, se entiende que la magnitud de la mortalidad estacional está relacionada con una amplia

variedad de factores sociales y culturales que intervienen y tienen un rol importante a la hora de paliar los efectos del frío (Rau, 2007; Davie, et al., 2007), factores que a grandes rasgos se refieren a la forma en que las diferentes sociedades resuelven la exposición al frío de sus ciudadanos. Una serie de elementos que han sido estudiados se discuten a continuación.

Healy (2003) y Clinch y Healy (2000), estudiaron factores como el impacto de la calidad de vivienda y de la calefacción sobre la sobremortalidad invernal en Irlanda y Noruega. En sus estudios lograron concluir que la estacionalidad más pronunciada encontrada en Irlanda, se explica por la mala calidad de sus viviendas y –por tanto– por el efecto de las bajas temperaturas al interior de las casas. A este respecto, el concepto “*fuel poverty*” –muy utilizado en Inglaterra– es aclarador. Con él se hace referencia a aquellos hogares que deben gastar más del 10% de su ingreso en mantener la casa calefaccionada (Dinsdale et al., 2006). Las principales causas de la escasez de combustible son una combinación de: mala eficiencia energética, costo de calefacción, ingreso del hogar y tamaño de la vivienda (Dinsdale et al., 2006). Además, se comenta que las personas que sufren de la escasez de combustible se encuentran en un círculo vicioso, pues suelen vivir en viviendas de mala calidad y, por ende, con mala aislación y eficiencia energética, lo que les significa una mayor inversión proporcional en calefacción, comparados con casas de mejor calidad (Rau, 2007).

Sin embargo, estudios muestran que no basta con la mantención del calor al interior de las casas (Keatinge y Donaldson, 2001), al mismo tiempo igual de importante es la protección ante las bajas temperaturas en el exterior. A nivel individual esto se traduce en ponerse ropa adecuada y suficientemente abrigadora. En Alemania, un refrán dice: no existen inviernos fríos, existen zapatos malos. Algunos estudios dan evidencia de que, en países donde los inviernos son intensamente fríos, la gente está más acostumbrada y mejor preparada que sus pares en países más cálidos y que, por tanto, están más dispuestos y atentos a protegerse del frío (Donaldson et al., 2001; Ekamper et al., 2009).

### 2.3. A quién afecta – grupos vulnerables

Así como la probabilidad de muerte de una persona varía de acuerdo a sus características, no todas las personas son afectadas por igual ante las fluctuaciones de temperatura, sino la vulnerabilidad es modificada por diferentes variables a nivel del individuo. La condición socioeconómica es un importante factor determinante en las diferencias de mortalidad general. Sin embargo, a la hora de estudiar su impacto en la mortalidad estacional, los resultados son contradictorios. De este modo, mientras estudios como el de Healy (2003) explican y concluyen una clara relación entre los niveles de pobreza y mortalidad estacional, otros, como los de Rau (2007) y de Gemmel (2000), no logran encontrar evidencia que apoye la hipótesis de que son los grupos socioeconómicos más bajos los que se enfrentan a mayor exceso de mortalidad durante el invierno. La conclusión en la literatura sobre la relación entre la vulnerabilidad socioeconómica y la pobreza aparece, por lo tanto, difusa.

Otros determinantes sociales “clásicos” de mortalidad, como estado civil, ocupación y educación han sido poco estudiados. Asimismo, solo un número limitado de estudios contienen información sobre el impacto de las variables sexo y edad, a pesar de ser reconocidas como los determinantes básicos de mortalidad que juegan un papel de suma importancia en su estudio. Como en esta tesis el énfasis está en analizar y descubrir los aspectos básicos del fenómeno de la mortalidad estacional en Chile, es necesario incluir estas dos variables centrales en el análisis para conocer su impacto. A continuación, se presentan los principales hallazgos de los estudios que han analizado las diferencias entre hombres y mujeres y entre grupos de edad en relación a la mortalidad estacional.

#### 2.3.1. Mortalidad estacional y el sexo

Una variable central en el estudio de la mortalidad es el sexo. En la mayoría de las edades, la mortalidad es mayor entre los hombres que entre las mujeres. Esto se explica tanto por razones biológicas como de comportamiento (Rowland, 2003).

A saber, no hay razón biológica que determine diferencias entre la estacionalidad de hombres y mujeres, pero se podría suponer que las tasas de mortalidad específicas por edad más bajas

de las mujeres, reflejarían su menor susceptibilidad a las condiciones medioambientales, por lo que su mortalidad presentaría diferencias entre estaciones de menor tamaño. Además, aspectos relacionados con los estilos de vida de las personas como, por ejemplo, el hecho de que las tasas de tabaquismo de los hombres de mayor edad son más elevadas, aumenta su riesgo de morir de enfermedades cardiovasculares, riesgo que a su vez se manifiesta de manera estacional (Rau, 2007).

Sin embargo, a pesar que la mortalidad general muestra claras diferencias en el comportamiento entre hombres y mujeres, la relación entre mortalidad estacional y sexo sigue siendo una relación que no cuenta con estudios concluyentes. Al contrario de lo esperado, varios estudios no han logrado detectar diferencias significativas (Eurowinter Group, 1997; Rau, 2007; Yan, 2000).

Pese a eso, Quételet ya en 1838, en su trabajo basado en los datos de mortalidad de Bélgica, concluyó que existen diferencias significativas en la estacionalidad de la mortalidad por sexo. Su estudio describe cómo, en el grupo de menores de un año de la población de Bélgica, las niñas son menos susceptibles a los cambios estacionales, mientras que entre las edades de 12 y 16 años, son los niños los menos afectados. Pero que luego, después de los 20 años, comienza a observarse un patrón estacional de mortalidad más fuerte para los hombres que para las mujeres, hasta el último grupo abierto de edad (Quételet, 1838).

Después del trabajo de Quételet, los estudios que han indagado sobre la relación entre la mortalidad estacional y el sexo han llegado a resultados contradictorios. Hay estudios que no encontraron diferencia alguna entre los patrones de estacionalidad de hombres y mujeres, indicando independencia entre la estacionalidad y el sexo (Eurowinter Group, 1997; Yan, 2000), mientras otros sostienen, que son los hombres los que sufren las mayores fluctuaciones estacionales. Por ejemplo, Rau y Doblhammer (2003), en su estudio sobre la mortalidad estacional por cohortes en Dinamarca, describen que los hombres y las mujeres difieren en gran medida en relación a la mortalidad estacional, siendo ellos quienes muestran fluctuaciones estacionales más grandes, concluyendo, por tanto, una mayor susceptibilidad de este grupo a los períodos de estrés ambientales. Estas diferencias, además, según describen

los autores, aumentan con la edad. Por lo tanto, opinan, son erróneos aquellos estudios que no concluyen diferencias de mortalidad estacional por grupos de edad y sexo, error, según los autores, seguramente atribuible al uso de rangos de edad demasiado estrechos.

Otros estudios también analizan las diferencias por sexo en la estacionalidad de la mortalidad, sin embargo, indicando una mayor estacionalidad en el grupo de mujeres que en el de hombres (Ballester-Díez et al., 1997; Wilkinson et al., 2004). Rau (2007), a propósito de esto, vuelve a analizar la mortalidad estacional en Dinamarca pero con una metodología distinta, y esta vez llega a la conclusión que son las mujeres que se enfrentan a un mayor riesgo de morir en invierno que los hombres. Sin embargo, el investigador advierte que la interpretación de este resultado debe hacerse con cuidado, pues se debe tomar en cuenta el posible efecto de la estructura por edad de hombres y mujeres en esta población específica, así como la particularmente alta tasa de tabaquismo de las mujeres danesas. Otros estudios siguen esta línea conclusiva, como el de Davie et al. (2007) al estimar, para la población de Nueva Zelanda, que la probabilidad de las mujeres de morir durante invierno es 9% mayor que el de los hombres.

En resumen, no se ha podido detectar un patrón claro de diferencias entre hombres y mujeres con respecto a la mortalidad estacional. Algunos estudios han encontrado mayor mortalidad estacional masculina (Quételet, 1838; Rau y Doblhammer, 2003), mientras otros han encontrado mayor mortalidad femenina (Ballester-Díez et al., 1997; Wilkinson et al., 2004; Rau, 2007; Davie et al., 2007). Esto probablemente significa que los factores de comportamiento más que los factores genéticos son importantes a la hora de explicar las diferencias en la estacionalidad observadas entre los dos sexos.

### 2.3.2. Mortalidad estacional y la edad

Así como el sexo, el efecto de la edad en la mortalidad es clave. Por lo general, la mortalidad es alta al principio y al final de la vida, dado que el cuerpo humano es fisiológicamente más vulnerable en estos dos momentos. En los estudios sobre mortalidad estacional, la variable edad merece un punto aparte. Sin embargo, si bien los análisis demuestran su fuerte relación

e importancia (Quételet, 1838; Rau, 2007), los estudios muchas veces no lo consideran. Además, los que existen rara vez cubren todo el rango etario y suelen concentrarse, en general, en la mortalidad adulta, debido a que la mortalidad en las demás edades sigue un patrón distinto, y obedece, por tanto, a otra causalidad (Rau, 2007). A propósito de esto, como uno de los objetivos de esta tesis es contribuir a construir una visión general del efecto de las estaciones en la mortalidad en Chile, se incluirá todo el rango etario en el análisis.

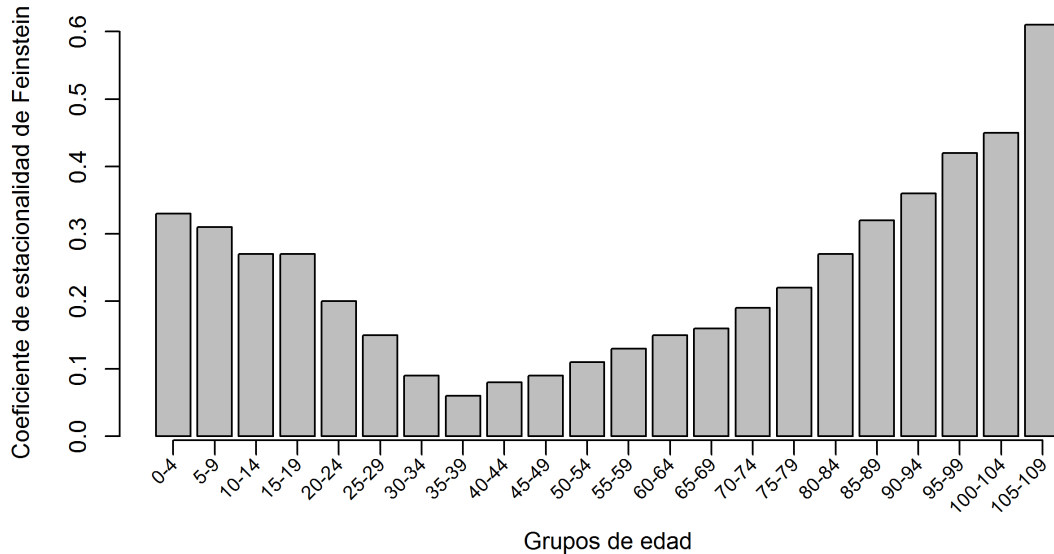
Uno de los estudios que demuestra la importancia de la relación entre la edad y la mortalidad estacional es el de Feinstein (2002) sobre la estacionalidad de la mortalidad en los Estados Unidos. Su trabajo describe las diferencias de la mortalidad por edad para los años 1976-1999 (Figura 2.2), donde estima la estacionalidad promedio de las defunciones por edad para todo el período<sup>4</sup>. En su estudio se observan claramente las diferencias en la estacionalidad por edad y, específicamente, cómo los grupos más jóvenes y los de mayor edad son los que presentan mayor estacionalidad. Así mismo el autor describe cómo la estacionalidad disminuye gradualmente para llegar a su nivel más bajo en el grupo de edad 35-39 años, y cómo luego comienza a subir nuevamente en paralelo a la edad de los grupos considerados. Su estudio concluye a nivel general que, a edades adultas, cada grupo de edad es más propenso a los efectos de las estaciones que los que tienen cinco años menos. Este hallazgo sobre el incremento de la variación estacional a medida que aumenta la edad –y que es alto sobre todo en los dos extremos de la vida– ha sido apoyado por la mayoría de los estudios que incorporaron esta variable (Feinstein, 2002; Burkart et al., 2011; Davie et al. 2007; Gouveia, et al., 2003; Gemmel et al., 2000).

---

<sup>4</sup> Para medir la estacionalidad de las defunciones, Feinstein utiliza en su análisis un método de descomposición de series de tiempo llamado “X-11, Census Method II” el cual consiste en el cálculo del componente estacional de una serie de tiempo a partir de medias móviles.



**Figura 2.2**  
Estados Unidos: mortalidad estacional por grupos de edad. 1976-1999



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de Feinstein (2002), pág. 483.

Una de las razones que podrían explicar el aumento de la estacionalidad con la edad, la entregan Hajat, Kovats y Lachowicz (2006), quienes observan que la disminución de la función termorreguladora con la edad es la razón principal por la que las personas mayores son más sensibles y se ven más afectadas por las condiciones ambientales. Sin embargo, otros indican que la relación entre mortalidad estacional y edad no es tan clara. Según estudios realizados en Inglaterra (Dinsdale et al., 2006), la concentración de las muertes de los de mayor edad en invierno no se debe simplemente a que las personas mayores están más afectadas por el frío o la variación estacional, sino es el resultado de las causas de muerte más sensibles a estaciones, es decir, los problemas respiratorios y cardiovasculares, que afectan principalmente a las personas de edad. Dicho de otro modo, el exceso de mortalidad invernal se concentra entre las personas mayores debido a la naturaleza de las causas de muerte estacionales, y no sólo a un aumento de la sensibilidad a los cambios de estación con la edad.

La evidencia sobre la mortalidad durante los primeros años de vida sugiere que también existen en el grupo de los recién nacidos importantes variaciones estacionales (Muhuri, 1996; Coutin y Zambrano 2006; Burkart et al. 2001; Davie et al., 2007; Dias, 1975). Coutin y Zambrano (2006) detectaron la presencia de un patrón estacional en la mortalidad infantil de Cuba durante los meses de verano. Burkart et al. (2011), por su parte, describieron las variaciones estacionales de la mortalidad en áreas urbanas y rurales de Bangladesh, concluyendo que la estacionalidad es especialmente fuerte entre los niños<sup>5</sup>. En este aspecto, en Inglaterra –donde el tema de la estacionalidad de la mortalidad y especialmente el de la sobre mortalidad invernal es muy estudiado– se han encontrado marcadas variaciones en las muertes de los niños menores de 5 años entre invierno y verano (Dinsdale et al., 2006). Hare, Moran y Macfarlane (1981), utilizando datos de Inglaterra y Gales para el período 1928-1978, detectaron una tendencia hacia la disminución de la estacionalidad entre los menores de un año, especialmente los del período neonatal. También Feinstein (2002), en el estudio descrito anteriormente, encontró que la estacionalidad de la mortalidad de los grupos de edad más jóvenes ha ido disminuyendo en el tiempo.

Sin embargo, algunos estudios muestran que no son solamente los niños pequeños y los adultos mayores los que sufren en invierno. En Inglaterra, para el grupo de edad de 46 a 64 años, la posibilidad de morir en el invierno superó el resto del año en un 10% (Dinsdale et al., 2006). También Gemmel (2000), en su estudio sobre la mortalidad en Escocia, detectó que incluso entre las edades de 10 a 59 años las diferencias estacionales son importantes, por ejemplo, que las tasas de mortalidad por causas de muerte cardiovasculares mostraban un aumento de casi un 30% en comparación con el verano.

Por su parte, en edades intermedias (jóvenes y adultos jóvenes), se observa un patrón de mortalidad estacional opuesto al de los demás grupos de edad, con un mayor número de defunciones en los meses de verano en vez de invierno. Esto se explica por el hecho de que las causas de muerte más comunes entre los adultos jóvenes, como los accidentes de tránsito,

---

<sup>5</sup> Cabe destacar el contexto donde se han realizado estos estudios: son países del trópico donde no hay marcadas diferencias de temperatura y donde las estaciones se ven más marcadas por la lluvia.

suicidio, ahogamiento y asalto, son más probables de ocurrir en los meses más cálidos (Feinstein, 2002). Incluso en algunos países el verano se conoce como "temporada de trauma" entre profesionales de la salud pública y médicos, dado el aumento dramático de las muertes no intencionales entre los niños (Haut, 2016). Sin embargo, estudios sistemáticos sobre la mortalidad estacional entre los jóvenes son escasos.

En contraste con los hallazgos contradictorios en relación a las diferencias en la estacionalidad entre los sexos, se ha encontrado un claro patrón por edad en la literatura. Este patrón indica que la variación estacional es alta sobre todo en los dos extremos de la vida, baja entre los adultos jóvenes y luego aumenta a medida que aumenta la edad. Una probable causa de este patrón es que los efectos de las estaciones se relacionan con la vulnerabilidad fisiológica del cuerpo humano (Hajat et al., 2006). La vulnerabilidad es más alta al inicio y al final de la vida lo que explicaría la mayor estacionalidad de los recién nacidos y de las personas en edades avanzadas. Por otro lado, el comportamiento de la estacionalidad por edad se dice relacionar también con el comportamiento de las causas de muerte por estaciones y la distribución por edad de estas causas (Dinsdale et al., 2006).

#### 2.4. Tendencias de la estacionalidad en el tiempo y respuestas de salud pública

Algunos estudios realizados durante las últimas décadas hablan de una disminución de la mortalidad estacional y del exceso de muertes en invierno (McDowall, 1981; Kunst et al., 1991). Esta reducción se atribuye a una serie de factores, entre ellos están las mejoras en el servicio de salud y en la alimentación durante invierno. Dado que una gran parte del aumento de la mortalidad en invierno parece no estar asociada con la temperatura misma sino con la exposición al frío, los demás factores se pueden resumir como diferentes maneras de reducir esta exposición. Dicho de otro modo, si bien no se puede impedir que arrecie el frío, sí se puede reducir la exposición.

Estudios internacionales de gran escala han mostrado una asociación independiente del frío exterior y del frío interior con el exceso de mortalidad en invierno (Eurowinter Group, 1997), por lo que serán tratados por separado.

Una serie de estudios indican una asociación directa entre los índices de mortalidad en invierno y las medidas de protección contra el frío al exterior. Como se señaló anteriormente, el aumento en la mortalidad es mayor en regiones con inviernos suaves, donde, además, las medidas de protección contra un determinado grado de frío son menores. Por ejemplo, a temperaturas al aire libre de 7 grados Celsius en Atenas, solo un 13% de las personas utiliza un gorro, versus el 72% de las personas que viven en la parte sur de Finlandia. La asociación que se observa entre la mortalidad y la protección contra el estrés por frío sugiere que el exceso de mortalidad en invierno puede reducirse sustancialmente por una mejor protección contra las bajas temperaturas, especialmente en países con inviernos cálidos, donde la necesidad de evitar el frío es menos evidente y, por lo tanto, las medidas tomadas menos efectivas. Especialmente se recomienda la utilización de guantes, bufandas y gorros (Eurowinter Group 1997; Donaldson et al., 2001). Además de la ropa, se ha señalado que el efecto del frío también depende del nivel de actividad, de tal manera que la actividad física evita el estrés por frío al aire libre (Stocks et al., 2004; Donaldson et al., 1998). Esta información proporciona apoyo científico para la salud pública sobre la importancia de protegerse bien al estar al aire libre en el invierno. Asimismo, actividades para promover este tipo de medidas personales son maneras simples de reducción del estrés por frío y de prevención de efectos adversos para la salud.

Sin embargo, el contacto con el aire frío exterior no determina toda la variación estacional en la mortalidad. Temperaturas al interior también juegan un papel importante, debido a las diferencias en los estándares de vivienda y su eficiencia en mantener los ambientes cálidos en invierno. La hipótesis básica es que las temperaturas exteriores frías tienen poco efecto en una persona que está dentro de una casa adecuadamente calefaccionada. En efecto, los países europeos con los estándares de eficiencia térmica más bajos –Portugal, Grecia, Irlanda y el Reino Unido– demuestran el mayor exceso de muertes en invierno, mientras países con inviernos más fríos, que generalmente tienen viviendas mejor construidas, presentan índices más bajos de muertes en invierno (Healy, 2003). La Organización Mundial de Salud también reconoce que la calidad de la vivienda afecta la salud en una serie de maneras, incluyendo el aumento de la mortalidad en invierno (WHO, 2011).

Por lo tanto, para reducir el exceso de mortalidad en invierno, una medida de acción es mejorar las condiciones térmicas de las viviendas, lo que puede potencialmente prevenir problemas de salud relacionados con el frío. La aislación no solo aumenta la temperatura ambiente, sino que además ayuda a reducir la humedad y el moho, cuyo vínculo con la mala salud han sido destacados en estudios internacionales (WHO, 2011). En estrecha relación con la aislación está el tema de la calefacción, pues viviendas mal construidas son difíciles de calefaccionar. Además, los altos precios de los sistemas de calefacción y del combustible suelen dificultar aún más la situación, especialmente para hogares de bajos ingresos. La eficiencia energética doméstica también se relaciona con la salud en el sentido de que el dinero gastado en calefacción no se puede gastar en otras necesidades. Por ejemplo, cuando las familias pobres deben gastar una gran parte de su ingreso en calefacción, al mismo tiempo reducen el gasto en alimentos, lo que por su parte también puede traer consecuencias indeseables para la salud. Toda esta evidencia subraya la importancia de que las políticas públicas de vivienda y de energía incorporen el enfoque de salud y tomen conciencia del impacto de sus decisiones en este ámbito (Rau, 2007; WHO, 2011).

## 2.5. Contexto chileno

Considerando que este trabajo está centrado en el estudio de la mortalidad estacional en Chile durante las últimas tres décadas, en esta sección se describe el contexto general en que el estudio se desarrolla, tomando en cuenta el ámbito geográfico-climatológico, la evolución de la mortalidad general y las acciones de la política pública de salud.

### *El contexto geográfico climatológico*

Con más de 4 mil kilómetros de largo y solo un ancho promedio de menos de 200 kilómetros, Chile se extiende entre paisajes disímiles que van, por un lado, desde el desierto de Atacama hasta las islas australes de Tierra del Fuego, y por otro, entre el Océano Pacífico y la cordillera de Los Andes. Por esto, Chile cuenta con un amplio rango de condiciones climáticas que varían mucho entre sí. La diversidad climática es observable por las temperaturas mínimas,

máximas y por las lluvias. Generalizando, el norte tiene un clima seco y temperaturas altas la zona central, en cambio, un clima predominantemente mediterráneo, caracterizado por inviernos templados y lluviosos y veranos secos y calurosos; a medida que se avanza hacia el sur, el clima se pone más fresco y húmedo (Errázuriz Körner et al., 1998). En la mayor parte del país se presentan las cuatro estaciones del año diferenciadas, las cuales, debido a que Chile se encuentra en el hemisferio sur, se ubican en momentos opuestos a los del hemisferio norte: el verano, con los meses más cálidos, ocurre entre diciembre y marzo, y el invierno entre los meses de junio y septiembre.

Naturalmente, el invierno en Chile varía de acuerdo a la ubicación geográfica. En el norte, las diferencias entre las estaciones son menos marcadas. En la zona central los inviernos tienen temperaturas mínimas bastante bajas, con heladas matinales frecuentes. A medida que se sigue al sur va aumentando el frío, así como también la humedad. Las mínimas más bajas se experimentan en el mes de julio, mientras en agosto la distancia entre las temperaturas mínimas y máximas durante un mismo día es mayor (Errázuriz Körner et al., 1998). Según Isabel Allende (Allende, 2003:), en Chile se nota la poca cultura de frío. La autora opina que en Chile en invierno se muere de frío “pero nadie tiene (...) una calefacción decente porque no pueden pagarlo y además sería admitir que el clima no es tan bueno como se dice”.

### *La evolución de la mortalidad en Chile*

El marco demográfico chileno ha experimentado una importante evolución, en específico, en lo referido al descenso de su mortalidad general. Nacer en Chile hace cien años, implicaba tener una esperanza de vida por debajo de 30 años, mientras para el período 2010-2015 este indicador ascendía a 79 años para ambos sexos (INE, 2010a). En 1980, que corresponde al primer año de observación de este trabajo, la esperanza de vida se situaba en 69 años, por lo que se puede constatar que durante el período de estudio ha habido un aumento aproximado de 10 años en la esperanza de vida. El aumento de la esperanza de vida ha incidido en transformaciones en la estructura etaria y, en particular, en el proceso de envejecimiento de su población, debido al aumento de la proporción de personas mayores. En 1980, en Chile,

la población mayor de 60 años representaba un 8 por ciento del total, mientras en 2010 alcanzaba un 13 por ciento (CEPAL/CELADE, 2011), cifras que confirman claramente el proceso sostenido de envejecimiento de la población del país.

El descenso de la mortalidad ha ido acompañado por una modificación en el perfil de las causas de muerte. Si en los años sesenta aún predominaban las enfermedades infeccioso-parasitarias, a partir de los ochenta adquieren relevancia las muertes por enfermedades crónicas no transmisibles y degenerativas, encontrándose Chile en una etapa post transicional de la transición epidemiológica. Este cambio en el perfil de las defunciones por causas de muerte también ha afectado, tanto en términos absolutos como porcentuales, la estructura de las muertes por edad. El predominio de la mortalidad en el inicio de la vida se ha trasladado en el tiempo hacia las personas adultas y adultas mayores (INE, 2010a). La tasa de mortalidad infantil ha bajado en los últimos 34 años (1980 a 2013), de 33 por mil nacidos vivos a 7 por mil nacidos vivos (INE, 1982; INE, 2015).

Se considera que la reducción de la mortalidad es principalmente el resultado del continuo progreso en la calidad de vida de la población: urbanización, mejoramiento de las condiciones habitacionales, implementación de políticas públicas efectivas de salud, mejor nutrición, mayor escolaridad, avances en el conocimiento médico, entre otros. Pero en un país caracterizado por importantes desigualdades como Chile, corresponde preguntarse si estos procesos han beneficiado a todo el país por igual. Y en efecto, diversos estudios muestran que los beneficios de la situación de salud en Chile se distribuyen inequitativamente entre los distintos grupos socioeconómicos de la población (Goic, 2015). Asimismo, no solo las desigualdades socioeconómicas complejizan la lectura de los indicadores demográficos, también influye la forma en que la desigualdad territorial impacta el comportamiento de su mortalidad (Arteaga et al., 2002).

### *Acciones de política pública de salud: las campañas de invierno*

Desde 1994, durante el período de invierno, el Ministerio de Salud de Chile (MINSAL) implementa campañas de invierno, que corresponden a un conjunto de estrategias para fortalecer la red hospitalaria con el fin de enfrentar el alza en la demanda por atención, especialmente por enfermedades respiratorias durante los meses más fríos del año. Esta política pública reúne estrategias sanitarias para reforzar la atención primaria y los servicios de urgencia hospitalarios y campañas comunicacionales orientadas, sobre todo, al reconocimiento de enfermedades, prevención de los contagios y al buen uso de consultorios y hospitales. La información detallada sobre el presupuesto y las estrategias sanitarias y comunicacionales de estas campañas se encuentran en el sitio web del Ministerio (<http://web.minsal.cl/campana-de-invierno-2016/>).

#### 2.6. Preguntas de investigación

Considerando lo anteriormente presentado, esta investigación busca encontrar respuestas a las siguientes preguntas:

**Sexo:** Sorprendentemente varios estudios no han encontrado evidencias sobre diferencias entre la estacionalidad de la mortalidad de hombres y mujeres. En Chile ¿se pueden observar diferencias entre los sexos?

**Edad:** Varios estudios han mostrado que la mortalidad estacional está fuertemente vinculada con la edad, siendo más fuerte en los dos extremos de la vida. Además, que en la adultez, mientras más avanza la edad, más marcadas son las diferencias en la mortalidad entre estaciones. ¿Qué ocurre a este respecto en Chile?

**Región:** La evidencia dice que la mortalidad estacional es más marcada en lugares con climas templados que en aquellos con inviernos fríos. En un país como Chile, con un número importante de regiones climáticas, ¿qué tan importante es la región de residencia para la mortalidad estacional?



**Causa de muerte:** Los estudios presentados muestran que la estacionalidad de la mortalidad es particularmente fuerte para ciertas causas de muerte. ¿Se pueden encontrar las mismas tendencias en Chile?

**Período:** Se argumenta en la literatura que el desarrollo socioeconómico disminuye las fluctuaciones estacionales de las defunciones. En efecto, en varios países, durante el último siglo, se han observado descensos en la mortalidad estacional, sin embargo, otros estudios, muestran una tendencia ascendente para la mortalidad estacional, especialmente para las personas en edades avanzadas. En el largo aliento de 34 años que considera este estudio, ¿se observa una disminución o un aumento de la estacionalidad en Chile?

### 3. Marco metodológico

Al estudiar fenómenos demográficos, generalmente se prefiere trabajar con tasas, debido a que los modelos basados en ellas toman en cuenta la población expuesta al fenómeno que se estudia. Sin embargo, hay situaciones en que la población expuesta no está disponible y es difícil de estimar. Este es el caso del estudio de la mortalidad estacional, pues la información sobre las defunciones está, pero rara vez se dispone de un cálculo exacto de la población bajo el riesgo de morir. Algunos investigadores han solucionado este problema estimando la población expuesta al riesgo por interpolación (Donaldson y Keatinge, 1997; Kunst et al., 1993). Sin embargo, se han señalado varios problemas asociados a la estimación de poblaciones estacionales –por ejemplo, el impacto que tienen los movimientos de personas de su "residencia habitual" por una parte del año– que podrían afectar los resultados de la investigación (Rau, 2007; Happel y Hogan, 2002). Otra solución, que corresponde a aquella adoptada en esta tesis, es utilizar solamente los eventos ocurridos. Al tomar esta decisión, es importante tener en cuenta los posibles efectos que los cambios composicionales pueden tener en los resultados. Por ejemplo, la tendencia de la mortalidad general es descendiente, sin embargo, en términos absolutos las defunciones aumentan debido al mayor número de personas en edades avanzadas, y es justamente entre las personas de mayor edad donde la estacionalidad es más marcada.

A continuación, se describen con más detalle las decisiones metodológicas tomadas para llevar a cabo este estudio, presentando primero el material utilizado y su tratamiento, y luego especificando los métodos de análisis elegidos para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas.

#### 3.1. Material

La fuente principal de información utilizada en este estudio corresponde a las bases de datos de defunciones obtenidas del Departamento de Estadísticas e Información en Salud (DEIS) del Ministerio de Salud de Chile, por un lado, y del Instituto Nacional de Estadísticas de

Chile (INE), por otro. Estas tienen como fuente primaria los certificados de defunción. Para los años 1990-2013 se utilizaron las bases de datos obtenidas del DEIS y accedidos a través de su página web ubicada en <http://www.deis.cl/>. Para los años 1980-1989 se utilizaron bases solicitadas y entregadas por el INE en formato CD.

Las bases de datos contienen un registro por cada persona fallecida en Chile entre el 1 de enero de 1980 y el 31 de diciembre de 2013. En total, consisten en 2.756.345 defunciones en los 34 años de estudio. Cada registro extraído contiene información sobre la edad y el sexo del difunto, año y mes de defunción. Además, para el análisis se extrajo información sobre la causa básica de defunción y región de residencia. Las defunciones mensuales de cada uno de estos subconjuntos de la población conforman una serie de tiempo con 480 observaciones mensuales, y para cada una de ellas, se llevaron a cabo los análisis descritos en la segunda parte de este capítulo. Antes de presentar los métodos, se explica a continuación la forma en que fueron agrupadas y recodificadas algunas de las variables utilizadas en este estudio, así como la forma en que fueron solucionados algunos problemas que se encontraron.

### 3.1.1. Edad

Para realizar un análisis más preciso de los patrones estacionales por edad, la mayor parte de los cálculos se hicieron para defunciones ocurridas por grupos de edad. Desde el primer grupo de “menores de 1 año”, “de 1 a 4 años” y el resto en grupos quinquenales hasta el intervalo abierto final de 100 y más años.<sup>6</sup> En total son 22 grupos de edad. Sin embargo, para facilitar la lectura, al presentar los resultados de la variable edad se utilizan los siguientes grandes grupos: 0, 1-4, 5-14, 15-24, 25-44, 45-59, 60-74, 75-89, 90 y más. La definición de los grupos grandes corresponde a ciertos grados de homogeneidad observados en el comportamiento estacional de la mortalidad de estos grupos de población.

---

<sup>6</sup> La decisión de situar el grupo abierto a 100 años y más fue tomada para poder analizar la estacionalidad en edades avanzadas, ya que estudios muestran que a medida que avanza la edad la estacionalidad aumenta.

### 3.1.2. Región

Para analizar el comportamiento de la mortalidad estacional en diferentes condiciones medioambientales del país se utilizó la división administrativa región. Entre 1980 y 2007 Chile estuvo dividido en 13 regiones, y luego de ese año y hasta el año 2013, en 15 regiones. Para contar con una serie de tiempo completa para los 34 años para cada región se utilizó la división antigua y se analizaron los datos a nivel de 13 regiones. A pesar de que la subdivisión regional chilena no está basada en un criterio climático, su distribución de norte a sur –desde climas desérticos del norte a climas fríos y lluviosos del sur– permite su uso en el estudio como aproximación a condiciones climáticas.

También se agruparon las regiones administrativas en cinco zonas grandes, o regiones naturales, con características climáticas semejantes: Norte Grande (Tarapacá y Antofagasta), Norte Chico (Atacama, Coquimbo), Zona Central (Valparaíso, Región Metropolitana, Libertador Bernardo O’Higgins, Del Maule, Del Biobío), Zona Sur (Araucanía, Región, de los Lagos) y Zona Austral (Aysén y Magallanes) (Cuadro 3.1). Esta división tiene parecido con las regiones naturales de Chile definidas por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) en 1950, basados en una división de Chile de acuerdo con las condiciones naturales de paisaje y factores socioeconómicos. Sin embargo, la división aquí utilizada no corresponde exactamente a la de CORFO, dado que solamente se agruparon las regiones, mientras la definición de CORFO está basada en la agrupación de las provincias de aquel tiempo (Errázuriz Körner et al., 1998).

La ubicación geográfica de las 13 regiones y la conformación de las cinco regiones naturales del país se pueden observar en el mapa 3.1.

La variable región no estuvo disponible en las bases de datos para los años entre 1980 y 1989 y ha sido recodificada desde la variable provincia (años 1980-1984) y comuna (años 1985-1989).

Cabe destacar que la información sobre región corresponde a la región de residencia del difunto, y no a la región donde el hecho ocurrió. Luego, se trabaja bajo el supuesto que la mayoría de las defunciones ocurren en el mismo lugar donde el fallecido residía (Rau, 2007).

**Cuadro 3.1**  
Zonas grandes y regiones de Chile

<b>Zona grande</b>	<b>Región</b>
Norte Grande	I Región de Tarapacá II Región de Antofagasta
Norte Chico	III Región de Atacama IV Región de Coquimbo
Zona Central	V Región de Valparaíso XIII Región Metropolitana VI Región de Libertador Bernardo O'Higgins VII Región de Del Maule VIII Región Del Biobío
Zona Sur	IX Región de Araucanía X Región de los Lagos
Zona Austral	XI Región de Aysén XII Región de Magallanes

**Mapa 3.1**  
Regiones de Chile y su agrupación en cinco regiones naturales



### 3.1.3. Causa de muerte

El análisis según causa de muerte se hace a nivel de grandes grupos utilizando los grupos definidos por el sistema de clasificación CIE (Clasificación Internacional de Enfermedades y de Problemas Relacionados con la Salud). Este sistema determina la clasificación y la codificación de las causas de muerte con el fin de facilitar el registro sistemático, el análisis, la interpretación y la comparación de los datos de mortalidad. Es responsabilidad de la Organización Mundial de la Salud y desde su creación ha pasado por varias revisiones (WHO, 1992). Durante el período de análisis de este estudio de 1980 a 2013 han sido utilizadas dos revisiones diferentes en Chile. La décima revisión CIE-10 se ha utilizado desde el año 1997. Entre 1980 y 1996, las causas de muerte fueron codificadas de acuerdo a la novena revisión, CIE-9.

El cambio de una revisión a otra trae desafíos en términos de comparabilidad a la hora de querer homologar los grupos de causas de muerte entre una revisión de CIE y otra. Debido a las dificultades en la identificación, y por tanto la conversión, de los códigos encontrados en las bases de datos entre 1980 y 1996, por no tener acceso a un libro de códigos completo para las bases de datos recibidas, se tomó la decisión de realizar el análisis de la estacionalidad por causas de muerte solamente para el período de 17 años desde el año 1997 en adelante.

En el cuadro 3.2 se pueden observar los grupos de causas de muerte definidos por la CIE-10 y sus respectivos códigos en las bases de datos utilizadas. Del total de 19 grupos se incluyeron 17 grupos de causas de muerte en el análisis. Los grupos VII y VIII fueron omitidos dado el bajo número de casos.

**Cuadro 3.2**  
Grupos de causas de muerte CIE-10 y sus códigos en las bases de datos

<b>Grupos de causas de muerte CIE-10</b>	<b>Códigos</b>
I. Enfermedades infecciosas y parasitarias	A010-B99X
II. Tumores	C000-D489
III. Enfermedades de la sangre y del sistema inmunológico	D500-D899
IV. Enfermedades de las glándulas endocrinas, de la nutrición y metabólicas	E030-E889
V. Trastornos mentales y del comportamiento	F011-F500
VI. Enfermedades del sistema nervioso	G000-G98X
VII. <i>Enfermedades del ojo y sus anexos</i>	No incluidos
VIII. <i>Enfermedades del oído y de la apófisis mastoides</i>	No incluidos
IX. Enfermedades del sistema circulatorio	I011-I99X
X. Enfermedades del sistema respiratorio	J00X-J989
XI. Enfermedades del sistema digestivo	K044-K929
XII. Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	L020-L984
XIII. Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	M000-M954
XIV. Enfermedades del sistema genitourinario	N002-N939
XV. Embarazo, parto y puerperio	O001-0998
XVI. Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	P000-P969
XVII. Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	Q000-Q999
XVIII. Síntomas, signos y hallazgos anormales no clasificados en otra parte	R02X-R99X
XX. Causas externas de morbilidad y mortalidad	V011-Y899

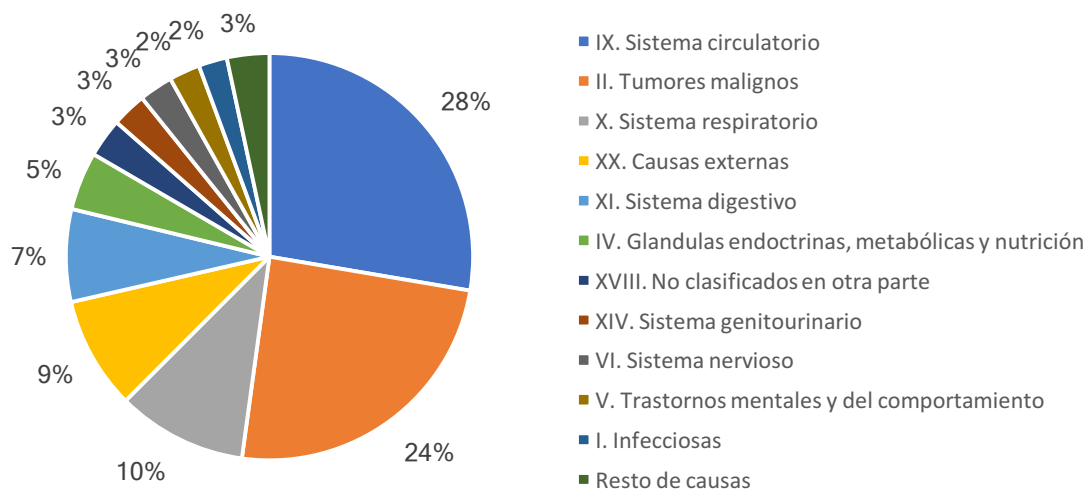
Los cambios demográficos en Chile descritos en el capítulo anterior han estado acompañados por cambios en el perfil epidemiológico de las defunciones. Las enfermedades infeccioso-parasitarias han dado paso a problemas de salud asociados a enfermedades crónicas no transmisibles y degenerativas, y a causas externas. La principal causa de muerte en Chile durante el período de estudio entre 1997 y 2013 fueron las enfermedades del sistema circulatorio que correspondían al 28% del total de muertes. En segundo lugar, se sitúan los tumores malignos con un 24% del total de muertes. Le siguen en relevancia las enfermedades del sistema respiratorio (10%) y las defunciones por causas externas (9%). La figura 3.1



muestra la distribución porcentual de defunciones por grandes grupos de causas de muerte entre 1997 y 2013.

**Figura 3.1**

Distribución porcentual de defunciones por grandes grupos de causas de muerte, de 1997 a 2013



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones de DEIS, 1997-2013.

#### 3.1.4. Calidad de datos

En términos generales, Chile es considerado como un país con buenas estadísticas de mortalidad (Núñez e Icaza, 2006). Posee una cierta tradición en la recolección de datos y se ha preocupado constantemente de su mejoramiento. En cuanto a la información sobre defunciones, una de las características que asegura su calidad radica en la obligación legal de inscribir una defunción tan pronto sucede. Su comprobación se produce al optar a determinados beneficios y derechos sociales –en el caso de los fallecidos, la sepultación (INE, 2010b).

No obstante, los datos todavía adolecen de errores y omisiones, pese a las periódicas evaluaciones que hacen las instituciones encargadas con el objeto de corregirlos. Por ejemplo, se estima que las defunciones de menores de 15 años presentan mayor subregistro y menos confiabilidad, mientras las estadísticas de mortalidad adulta parecen más rigurosas (Bay y Orellana, 2007). A pesar de las imperfecciones, en Chile el porcentaje de defunciones por causas de muerte mal definidas, que es un indicador comúnmente utilizado para evaluar la calidad de la información, ha disminuido sostenidamente y al año 2007 se encontraba en 2,9% (INE, 2010b). Según Ribotta (2016), algunos autores sostienen que cuando el porcentaje de causas mal definidas no supera al 10%, los datos se pueden considerar de buena calidad. En América Latina, la mayoría de los países cuenta con menos de 10% de las defunciones mal definidas (Gawryszewski et al., 2013).

### 3.2. Métodos

Para detectar y medir la tendencia de las muertes de estar correlacionadas con las estaciones se han utilizado muchos métodos, como el análisis gráfico, el cálculo de índices descriptivos simples y las pruebas estadísticas de estacionalidad. Para este estudio se adoptó una metodología que combina estos tres métodos. Con el fin de examinar las características básicas de las series de tiempo y para visualizar la estructura de la estacionalidad según las diferentes variables se utilizaron herramientas gráficas para su análisis descriptivo. Luego, para evaluar el grado de estacionalidad y sus características específicas por sexo, grupos de edad, región de residencia y grupos de causas de muerte, se calcularon índices de estacionalidad y pruebas estadísticas de estacionalidad.

Un punto importante a tener en cuenta al estudiar las variaciones en la mortalidad, según estaciones utilizando los eventos ocurridos (*count data*), es el efecto que tienen las longitudes desiguales de los meses y los años bisiestos en los datos, dado su efecto en el tamaño de la población bajo riesgo (Barnett y Dobson, 2010). El desconocimiento de los efectos del calendario puede producir resultados falsos en los análisis de estacionalidad, pues, por ejemplo, enero con 31 días probablemente tendrá más muertes que febrero con 28 o 29 días

(Hakko, 2000). Por esta razón, todos los datos mensuales han sido estandarizados a un mes de 30.44 días de duración (la duración promedio de un mes, tomando en cuenta los años bisiestos,  $365.25/12=30.44$ ) utilizando la siguiente ecuación:

$$N_i \text{ estandarizadas} = \frac{N_i \text{ observado} \times 365,25/12}{\text{número de días por mes}_i}$$

donde  $N_i$  es el número de defunciones por mes. El número de días por mes del denominador varía de mes a mes entre 28 y 31.

Todos los análisis fueron realizados en el lenguaje estadístico R (R Core Team, 2013)<sup>7</sup>.

### 3.2.1. Análisis gráfico

El primer paso al comenzar a analizar una serie de tiempo, y para estudiar si un patrón estacional está presente en ella, es la exploración visual de su gráfico. Muchas veces, al solo graficar las defunciones por mes de ocurrencia, se puede observar claramente la distribución desigual de las defunciones entre los doce meses del año. Pero partir con un análisis gráfico de los datos no es solo recomendable por lo sencillo, también lo es porque un gráfico puede comunicar, de manera simple, las frecuencias mensuales de eventos en forma de histogramas. Esto permite detectar no solamente las características básicas de una serie, sino que además nos entrega una idea de los posibles errores e información faltante (Chatfield, 1996; Holopainen y Pulkkinen, 2008; Hakko, 2000; Tobías et al., 2004).

---

<sup>7</sup> R es un lenguaje de programación y un entorno enfocado al análisis estadístico. Es un proyecto de software gratuito similar al lenguaje S. R proporciona una amplia variedad de herramientas estadísticas (modelos lineales y no lineales, test estadísticos, análisis de series temporales, etc.) y gráficas, y es muy extensible por los propios usuarios (Ver: <https://www.r-project.org/about.html>).

Para identificar la forma de variación estacional de la mortalidad, para cada serie de tiempo, se obtuvo el número promedio de defunciones mensuales para cada uno de los 12 meses del año y el promedio mensual anual para calcular y luego graficar el porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al promedio anual. De este modo, el valor de una distribución uniforme corresponde a 0. Valores por sobre 0 indican un exceso de mortalidad mientras valores por debajo de 0 corresponden a mortalidad por debajo de lo esperado.

### 3.2.2. Razón de invierno/verano

A parte del análisis visual, existen varias herramientas descriptivas de resumen para caracterizar el patrón estacional de los datos que generalmente están basados en la agrupación de los datos en un solo año de acuerdo a las estaciones. La razón de invierno/verano es un índice simple que divide las defunciones ocurridas en invierno con las que ocurren en verano (Rau, 2007).

$$\text{Razón de invierno/verano} = \frac{\sum_{i=JUN}^{AGO} Defunciones_i}{\sum_{j=DIC}^{FEB} Defunciones_j}$$

La ventaja de este índice es su fácil interpretación. 1 significa que no hay diferencia entre las defunciones de invierno y verano. Valores superiores a 1 significan que hay más defunciones en invierno que en verano y viceversa. Por ejemplo, un valor de 1,19 indica que el número de defunciones es 19 por ciento mayor en invierno que en verano.

El agrupamiento de los datos mensuales en períodos más largos –en este caso estaciones– ha despertado algunas preocupaciones metodológicas que caben señalar. En primer lugar, la definición de las estaciones, es decir, la selección de los meses para el numerador y el denominador es algo arbitrario y puede afectar los resultados. Por ejemplo, en el hemisferio norte, para algunos investigadores, los meses desde enero a marzo representan el invierno,

mientras otros definen el invierno desde diciembre a febrero. En segundo lugar, los verdaderos patrones estacionales pueden desaparecer cuando los análisis se limitan a períodos de tres meses (Torrey et al. 1997). En cuanto a la razón de invierno/verano en particular, cabe resaltar que el índice entrega una medida de la diferencia que existe entre las defunciones que ocurren en invierno y en verano, pero no toman en cuenta lo que ocurre en los demás meses del año. La interpretación de la evolución del índice tampoco es sencilla, pues una baja en el valor del índice no necesariamente significa una baja en las muertes en los meses más fríos del año, sino que puede significar que son las defunciones durante los meses de verano las que han bajado menos.

### 3.2.3. Prueba de Edwards

El análisis de la existencia de componentes estacionales en series temporales de datos tiene interés en multitud de campos científicos, y se han desarrollado una serie de pruebas estadísticas para analizar la existencia de variación estacional. Estas pruebas están basadas, en esencia, en la definición de un estadístico determinado, en el estudio de la distribución en los datos observados, y en su comparación con alguna distribución conocida.

Para este estudio se decidió utilizar la metodología propuesta por Edwards (Edwards, 1961), que es la primera prueba estadística especialmente diseñada para la estacionalidad y una de las más utilizadas (Rau, 2007). Entre sus ventajas están el poder detectar la estacionalidad con pocos casos y detectar el mes con la mayor estacionalidad. A pesar de que las defunciones aquí analizadas son casi tres millones en total, al dividir los casos en subgrupos por edad, sexo, región etc., el aporte del análisis estadístico de Edwards es importante.

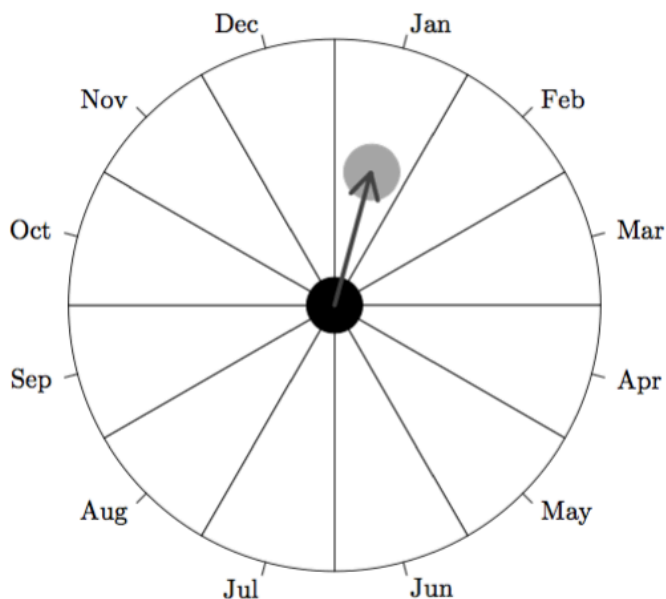
Los cálculos se ejecutaron en R, pero también se pueden hacer utilizando una hoja de cálculo programada de libre acceso, disponible en: [www.krothman.org/episheet.xls](http://www.krothman.org/episheet.xls).

La prueba de Edwards pertenece al análisis armónico por basarse en un método que comprueba si la distribución de los eventos observados puede ser ajustada a una curva sinusoidal armónica simple con un máximo y un mínimo dentro de un período de 12 meses.

A partir de este marco básico, la prueba permite estimar la amplitud de la variación estacional que indica la intensidad de la estacionalidad y el momento en que el valor máximo de la fluctuación ocurre. Además, permite evaluar si es o no es adecuado describir los datos observados mediante una curva de este tipo, utilizando una prueba de hipótesis nula de no estacionalidad.

Edwards explica su test utilizando un círculo de representación geométrica y su “centro de gravedad”. El círculo representa el año cuya circunferencia se divide en  $k$  sectores de igual longitud cuyo radio equivale a 1. En el caso de los meses por año,  $k$  es igual a 12. Por lo tanto, la contribución de cada mes al perímetro del círculo es una doceava parte del círculo, es decir, un sector de 30 grados. Esto se muestra en la figura 3.1. Luego, al centro de cada uno de estos 12 segmentos, se une un peso  $\sqrt{N_i}$  que corresponde al número de eventos en el mes  $i$ . El peso, en otras palabras la cifra mensual, correspondiente a un mes se coloca a un ángulo  $\theta$  que corresponde al punto medio de ese mes (teniendo como punto de referencia al 1. de enero con un ángulo  $\theta$  de 0 grados, enero corresponde a 15 grados, febrero a 45 grados, etc.). Si no existiera variación estacional y los eventos se distribuyeran de manera uniforme, el centro de gravedad de esta "rueda" coincidiría con el centro geométrico, como se indica por el círculo negro en la figura 3.1. En caso de existir un pulso considerable o un patrón sinusoidal subyacente, el centro de gravedad se desplaza del centro geométrico (círculo gris de la misma figura). El centro de gravedad es empujado simultáneamente hacia el máximo por una zona de alta concentración de observaciones a lo largo del perímetro del círculo y empujado lejos del mínimo por una zona de baja concentración de observaciones a lo largo de su perímetro. La posición del centro de gravedad observada indica el momento del valor máximo ( $\theta$ ), y su distancia desde el centro geométrico del círculo indica la intensidad relativa de la variación estacional (la razón entre el valor máximo y el mínimo). La hipótesis nula asume tener sectores equidistantes con las mismas frecuencias en cada segmento (Edwards, 1961; Walter, 1977).

**Figura 3.2**  
Representación gráfica de la prueba de Edwards



**Fuente:** Rau, 2008, pág. 48.

Los cálculos necesarios para la prueba de Edwards se tratan de encontrar la posición observada del centro de gravedad de todos los pesos, que en este caso corresponden a los números de defunciones por mes, en el sistema de coordenadas  $(x, y)$ . Como se señaló anteriormente, si todas las observaciones estuvieran distribuidas equitativamente durante el año, el “centro de gravedad” del círculo  $(x_c, y_c)$  sería el centro geométrico exacto  $(0,0)$ . La presencia de estacionalidad desplazará el centro de gravedad del centro geométrico. Pero también es posible que las variaciones en la distribución mensual de las observaciones solo por casualidad alejen el centro de gravedad del centro geométrico. El método de Edwards consiste en rechazar la hipótesis nula de que el desplazamiento observado del centro de gravedad se debe únicamente al azar a favor de la hipótesis alternativa de un patrón sinusoidal (con un máximo y un mínimo).

Bajo la hipótesis nula de ausencia de estacionalidad, la posición en el eje horizontal  $x$  del centro de gravedad ( $x_c$ ) tiene una media esperada de 0 y una varianza esperada (debido a fluctuaciones aleatorias) de  $1/(8*N)$  (Edwards, 1961). De forma similar, la posición del centro de gravedad en el eje horizontal ( $y_c$ ) tiene una media esperada de 0 y una varianza esperada de  $1/(8*N)$ . Edwards demostró que si el desplazamiento del centro de gravedad desde el centro geométrico solo es debido a fluctuaciones aleatorias de las observaciones se produce una estadística de prueba,  $T = 8*N * ((x_c)^2 + (y_c)^2)$ , que se ajusta a una distribución de chi-cuadrado con 2 grados de libertad. Por ejemplo, si las observaciones mensuales se distribuyen al azar a lo largo del año, solo se espera que el valor de  $T$  sea mayor que 5.991 alrededor del 5% del tiempo. En el método de Edwards, el rechazo de la hipótesis nula de ausencia de estacionalidad se basa en esta estadística de prueba (Walter, 1977). En el análisis presentado en este trabajo, se utilizó el 5% como valor crítico para rechazar la hipótesis nula de ausencia de estacionalidad.

Una alternativa simple al test de Edwards sería probar la hipótesis nula de que las observaciones mensuales se distribuyen uniformemente durante el año usando un test de bondad de ajuste de Chi-cuadrado ordinario para los 12 meses de observaciones. La prueba de Edwards se prefiere a ese método porque tiene una mayor potencia estadística para detectar el patrón estacional, ya que tiene en cuenta el orden de las frecuencias mensuales. Entre las limitaciones de la prueba de Edwards se han indicado la falta de poder en tamaños de muestra pequeños, la sensibilidad a valores extremos ocasionales en los datos, así como la inhabilidad de detectar variaciones cíclicas de otras formas que una simple curva armónica (Hewitt et al., 1971). Varias modificaciones de esta prueba han sido desarrolladas (Hewitt et al. 1971, Cave y Freedman 1975, Walter y Elwood 1975).



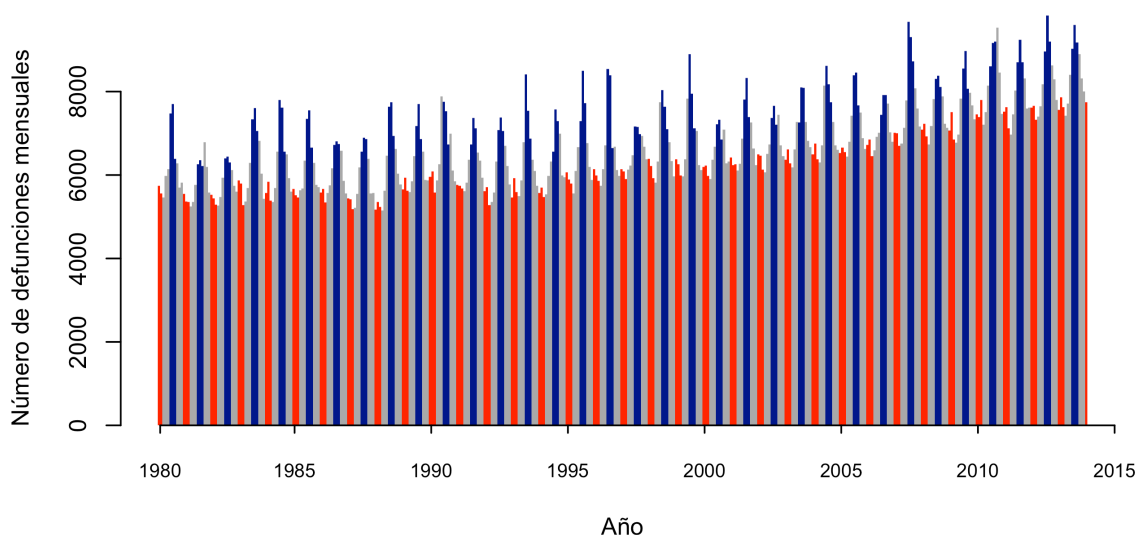
#### **4. Parte analítica**

A continuación, se presenta la aplicación de los métodos seleccionados a los datos.

##### **4.1. Estacionalidad de la mortalidad total**

La distribución de las muertes en Chile entre los 12 meses del año muestra fuertes signos de estacionalidad. Para dar una visión general de la situación, en la figura 4.1 se muestra la distribución mensual de todas las defunciones durante el período de estudio, que va desde enero de 1980 a diciembre de 2013. Cada barra vertical corresponde al número mensual de defunciones (estandarizado a un mes de 30,44 días de duración). Las barras de color rojo corresponden a meses de diciembre, enero y febrero, mientras las barras de color azul corresponden a meses de junio, julio y agosto. Es evidente el patrón estacional anual que se observa en los datos y que se repite cada 12 meses. Con excepción de unos pocos casos, las barras más altas corresponden a las azules de invierno, mientras las barras rojas de verano están entre las más bajas.

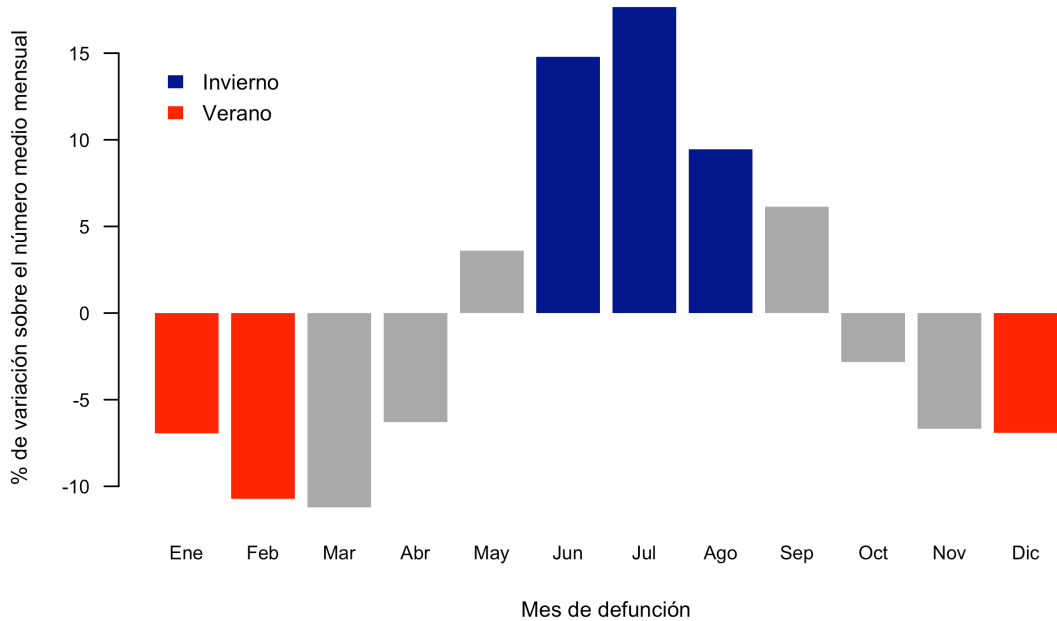
**Figura 4.1**  
Distribución mensual de defunciones (número estandarizado), 1980-2013



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

En los estudios de estacionalidad, las unidades básicas de análisis son los meses y las estaciones del año. Aunque las estaciones no corresponden a los meses exactos, es una práctica común asignar tres meses a cada estación. En el caso de Chile, esto significa que el invierno se define como junio, julio y agosto; la primavera como septiembre, octubre y noviembre; el verano como diciembre, enero y febrero; y finalmente, el otoño como marzo, abril y mayo. En la figura 4.2 se representa el porcentaje de variación de las defunciones mensuales en relación con el número medio anual. Como puede apreciarse en el gráfico, los meses con el mayor exceso de defunciones corresponden a las barras de color azul de invierno –el mes con mayor exceso de mortalidad corresponde a julio con 18% más de defunciones respecto a la media anual. Las barras rojas de los meses de verano –diciembre, enero y febrero– están entre los meses con menor mortalidad.

**Figura 4.2**  
 Porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al número medio mensual para el período 1980-2013, total



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

Con el fin de seguir analizando la distribución desigual de las defunciones entre los doce meses del año que claramente se visualiza en los gráficos anteriores, se aplicaron los métodos descritos en el capítulo 3 a los datos.

Para el cálculo de la razón de invierno/verano se dividieron todas las defunciones ocurridas en meses definidos como invierno (junio, julio y agosto), con las ocurridas en meses definidos como verano (diciembre, enero y febrero), y se obtuvo un valor de 1,24, lo que significa que en total el número de defunciones en invierno es 24% mayor que en verano.

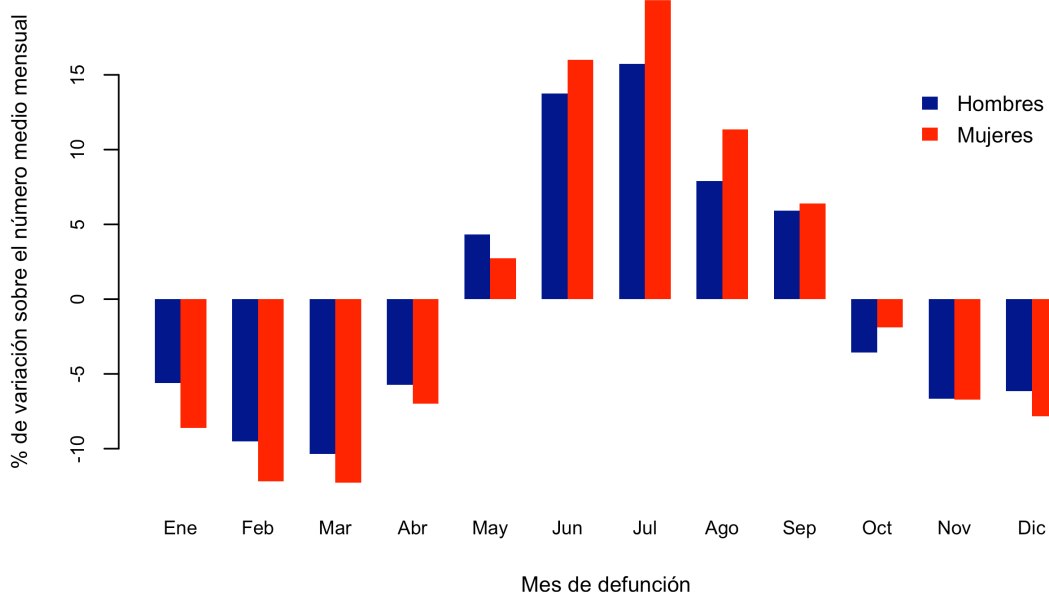
La aplicación de la prueba de Edwards que ajusta las observaciones mensuales a una curva sinusoidal, resultó en un valor entre el máximo y el mínimo de 1,28 y en un valor de 202 para la  $\theta$ , indicando así un máximo para el mes de julio. El estadístico chi-cuadrado de Edwards T es rotundamente significativo; un valor de 21.371 (con 2.754.516 casos totales).

#### 4.2. Estacionalidad de la mortalidad por sexo

En la figura 4.3 se muestra, para hombres y mujeres respectivamente, el porcentaje de variación de las defunciones mensuales en relación con el número medio mensual. Las barras de color azul corresponden a hombres y las barras de color rojo a mujeres. Se observa en el gráfico que son las barras rojas de mujeres que tienen valores más distantes de 0 tanto en los meses de verano como en los meses de invierno. Tanto en mujeres como en hombres, el mes con mayor exceso de defunciones fue julio. En mujeres, este exceso de defunciones fue de 20%, y en hombres de 16%. El mes que presentó el número más bajo de defunciones corresponde a marzo, con el 10% y el 12% menos de defunciones en relación con el número medio mensual, para hombres y mujeres, respectivamente.

**Figura 4.3**

Porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al número medio mensual para el período 1980-2013, por sexo



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

El cálculo de la razón de invierno/verano por sexo, para todo el período, resulta en un valor de 1,28 para mujeres y 1,21 para los hombres, lo que indicaría que en términos generales serían las mujeres las más afectadas por los cambios de las estaciones. Sin embargo, teniendo en cuenta la complejidad del fenómeno, y la simplicidad del indicador, antes de asumir la mayor intensidad de la mortalidad estacional entre las mujeres como un hecho, es necesario analizarlo más en detalle. Y como se verá más adelante, la estacionalidad varía fuertemente según la edad.

La aplicación del modelo de Edwards resultó en un valor entre el valor mínimo y máximo (utilizado como indicador de la fuerza de la estacionalidad) de 1,25 para hombres y de 1,32 para mujeres. Los valores de  $\theta$  de 200 en el caso de hombres y 204 en el caso de mujeres indican máximo en julio para ambos sexos. Los valores del estadístico T de Edwards de 9.434 (con 1.502.722 casos totales) para hombres y 12.226 (con 1.251.776 casos totales) para mujeres confirman la significación estadística del patrón estacional. En resumen, así como indicaba la razón de invierno/verano, la prueba de Edwards sugiere un patrón estacional más marcado en mujeres que en los hombres.

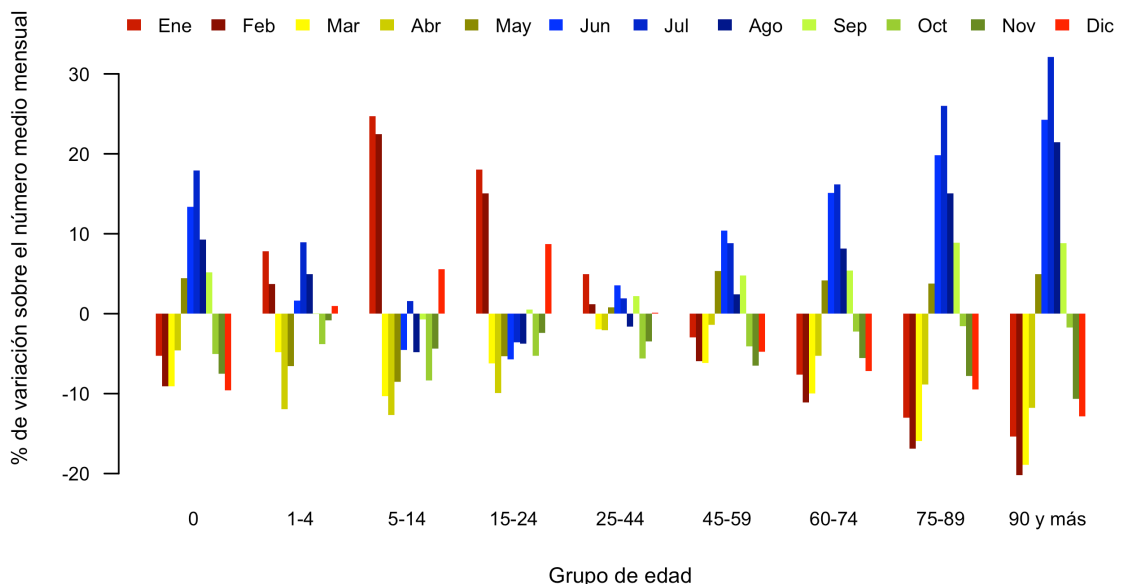
#### 4.3. Estacionalidad de la mortalidad por grupos de edad

La figura 4.4, que muestra el porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al medio mensual por grupos de edad, da una primera idea del comportamiento estacional de la mortalidad por edad en Chile.

Se observa claramente que las estaciones tienen una influencia diferencial según la edad. Así, y como era de esperar, son los niños y los de mayor edad los que presentan mayor mortalidad en invierno. Las barras de tonos azules de los meses de invierno son las más altas entre los menores de 1 año y a partir de los 45 años de edad. Julio, que resultó ser el mes con el mayor exceso de defunciones al analizar las defunciones totales, resulta ser el mes con el mayor número de defunciones entre las edades de 0 y 4 años y después de los 60 años, alcanzando su máximo en el último grupo abierto de los 90 y más años de edad, con el 32% más de defunciones en relación con el número medio anual. También se observa que los meses de

invierno no son los más peligrosos en todos los grupos de edad. Por el contrario, en los grupos de edad de 5 a 14 y de 15 a 24, el número de defunciones en invierno está por debajo de la media anual. En dichos grupos de edad, los meses de verano aparecen con un exceso de defunciones. En el grupo de edad de 5 a 14 años se observa un 25% más de defunciones en enero. En el grupo de edad de 15 a 24 años este exceso alcanza el 18%. En los menores de 1 año y desde los 45 años en adelante, el número de defunciones durante los meses de verano está por debajo de la media anual. En el grupo de edad de 25 a 44 años se observa poca variación entre los 12 meses del año. De los 45 años en adelante, las variaciones estacionales se hacen mayores a medida que aumenta la edad, pues aumenta el exceso en los meses de invierno, por un lado, y por otro, baja el número de defunciones ocurridas en los meses de verano.

**Figura 4.4**  
 Porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al número medio mensual para el período 1980-2013, por grupos de edad



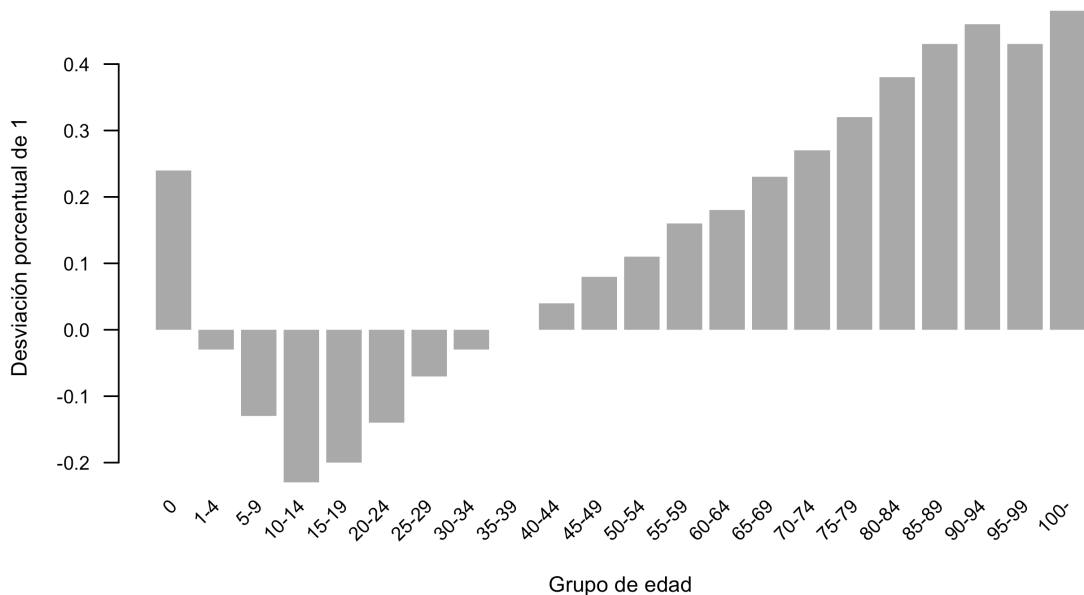
**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

El cálculo de la razón de invierno, por grupos de edad quinquenales, arroja valores que oscilan entre un máximo de 1,48 para los mayores de 100 años y un mínimo de 0,77 en el grupo de 10 a 14 años (figura 4.5<sup>8</sup>). Entre niños menores de un año, el número de defunciones es 24% mayor en invierno que en verano. Luego, desde la edad de un año hasta los 34 años, se puede observar, por los valores inferiores a 1 del gráfico, que en estas edades hay más defunciones en verano que en invierno. Medida por este indicador, la mortalidad está a su nivel más alto en verano (en relación a meses de invierno) entre las personas de 10 y 14 años de edad, con el 23% menos de defunciones. En el grupo de 35 a 39 años la razón de invierno/verano es 1, indicando que no hay diferencia entre las defunciones de invierno y verano. Luego, a partir del grupo de 40 a 44 años de edad, comienzan nuevamente a superar las defunciones ocurridas en invierno a aquellas ocurridas en verano. El aumento es paulatino y constante, a medida que aumenta la edad hasta llegar a un valor de 1,48 en el último grupo abierto de mayores de 100 años, indicando que la mortalidad en este grupo de edad es casi 50% mayor en invierno que en verano. La única excepción es el grupo de edad 95 a 99 años, donde la estacionalidad disminuye ligeramente para luego subir de nuevo.

---

<sup>8</sup> Para mejor visualización, en el gráfico se calculó el porcentaje de desviación de 1 (el valor 1 significa que no hay diferencia entre las defunciones de invierno y verano) sustrayendo 1 del valor de la razón de invierno/verano.

**Figura 4.5**  
Desviación porcentual de 1 de la razón de invierno/verano, por grupos quinquenales de edad, 1980-2013



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

La prueba de Edwards se aplicó para los grupos de edad grandes. La razón entre el valor mínimo y máximo en los diferentes grupos de edad oscila, entre 1,02 en el grupo de 25 a 44 años, y 1,55 en el grupo de 90 y más años (cuadro 4.1). Para los menores de 1 año y desde el grupo de edad de 45 a 59 años en adelante, el máximo fue en el mes de julio. En los grupos de edades jóvenes y adultos jóvenes, el mes de máximo cae en noviembre (grupo de 1 a 4 años), enero (5 a 24 años) y mayo (25 a 44 años). Para cada grupo de edad, el estadístico chi-cuadrado de Edwards T resultó en valores por sobre 5,991 y, por tanto, se acepta la hipótesis alternativa de la existencia de una tendencia armónica.



### Cuadro 4.1

Defunciones estandarizadas y resultados de los métodos aplicados, por grupos de edad, 1980-2013

Grupo de edad (años)	N	Razón invierno/verano	Prueba de Edwards			
			Razón mín/máx	$\theta$	Mes con máximo	Estadístico T de Edwards
<b>Total</b>	<b>2.754.516</b>	<b>1,24</b>	<b>1,28</b>	<b>202</b>	<b>Julio</b>	<b>21371</b>
<b>0</b>	121.440	1,24	1,28	194	Julio	938
<b>1 a 4</b>	22.427	0,97	1,06	136	Noviembre	10
<b>5 a 14</b>	24.382	0,82	1,21	8	Enero	107
<b>15 a 24</b>	65.456	0,84	1,18	2	Enero	231
<b>25 a 44</b>	219.494	0,99	1,02	121	Mayo	15
<b>45 a 59</b>	379.189	1,12	1,16	186	Julio	1016
<b>60 a 74</b>	762.802	1,24	1,27	200	Julio	5472
<b>75 a 89</b>	952.811	1,37	1,45	205	Julio	15792
<b>90 y más</b>	206.114	1,45	1,55	205	Julio	4760

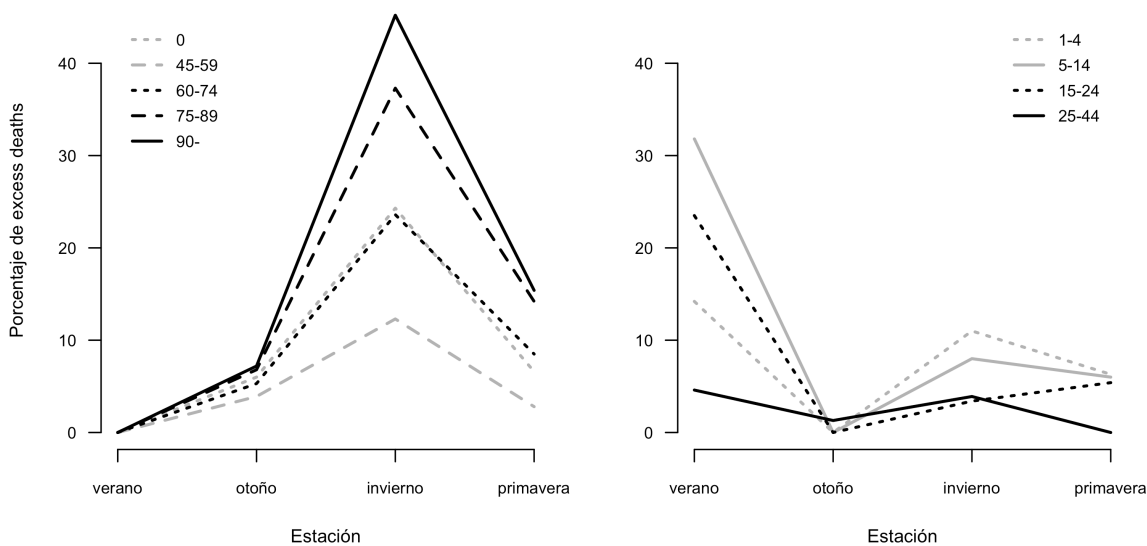
**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

*Nota:* El valor crítico del estadístico chi-cuadrado de Edwards (T) para un nivel de significación de 0,05 y con 2 grados de libertad es 5,991.

No es, entonces, el invierno la estación más “peligrosa” para todas las personas, sino que esto varía de acuerdo a la edad. Para tener una idea de lo que pasa en las otras estaciones del año, para la figura 4.6 se ha dividido el año en cuatro estaciones de tres meses de duración. Para cada grupo de edad se ha identificado la estación con el número más bajo de defunciones, para luego calcular el porcentaje de las defunciones ocurridas en las demás estaciones en relación a la estación con menos muertes. El lado izquierdo de la figura muestra los grupos de edad que presentan el número más bajo de defunciones en verano (los menores de 1 año y de 45 años y más), mientras en el lado derecho se pueden observar los grupos de edad con mortalidad mínima en primavera (grupo de 25 a 44 años) u otoño (grupos entre 1 y 24 años). Entre los grupos de edad que presentan el menor número de defunciones en verano, para cada grupo de edad, es clara la tendencia de las muertes en exceso en relación al verano concentrarse en los meses de invierno. En cambio, el lado derecho de la figura muestra que mientras para los grupos de edad de 5 a 14 años y de 15 a 24 años, la gran proporción de las

defunciones “extra” en relación al otoño, se concentran en los meses de verano, y para los niños entre 1 y 4 años de edad el invierno y el verano son casi igual de “peligrosos”. Las defunciones de las personas entre 25 y 44 años de edad no muestran signos de mucha estacionalidad.

**Figura 4.6**  
 Porcentaje del “exceso de defunciones” por estación en relación a la estación con el número más bajo de defunciones, por grupos de edad, 1980-2013



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

#### 4.4. Estacionalidad de la mortalidad por grupos de edad y sexo

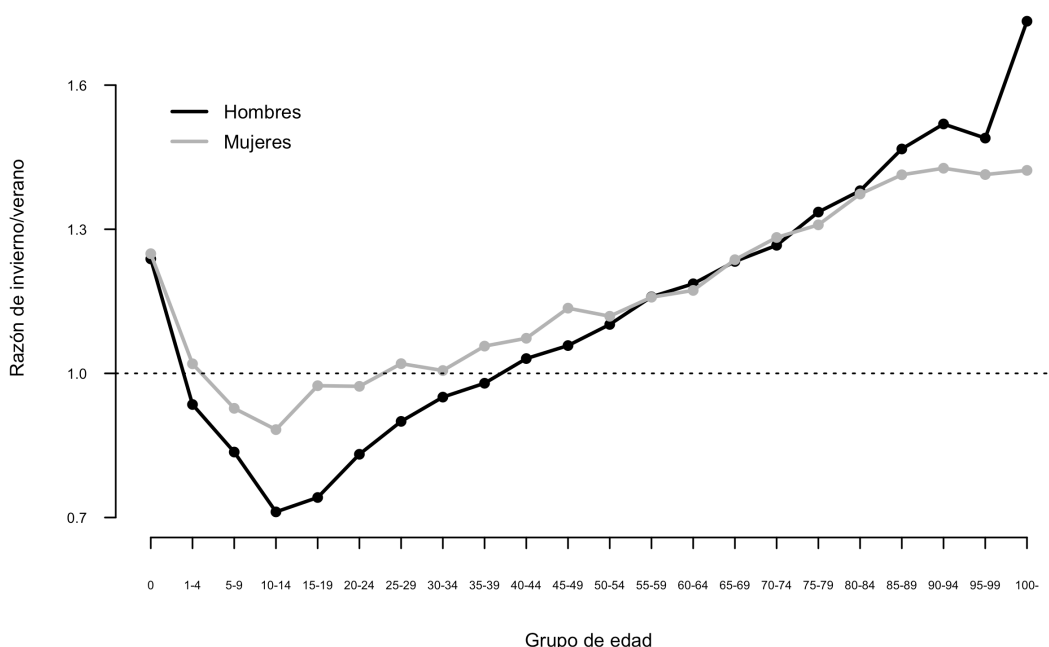
El apartado anterior deja en claro el importante vínculo que existe entre la variable edad y la mortalidad estacional, confirmando los resultados de varios estudios anteriores. Ahora bien, el cálculo de la razón de invierno/verano por grupos quinquenales de edad para cada sexo por separado, brinda una imagen distinta de las diferencias en la estacionalidad de la mortalidad entre hombres y mujeres.

Los indicadores hasta ahora presentados han sugerido que la mortalidad de las mujeres presenta un patrón estacional más marcado que el de los hombres. Sin embargo, la figura 4.7, que presenta la razón de invierno/verano por grupos de edad quinquenales para hombres y mujeres por separado, insinúa que en varios grupos de edad son en realidad los hombres quienes presentan variaciones más marcadas. Para ambos sexos se observa el mismo patrón general: al principio y hacia el final de la vida, las defunciones en invierno superan las de verano (razón de invierno mayor a 1) mientras entre los niños, adolescentes y jóvenes se da la situación inversa (razón de invierno menor a 1). Sin embargo, por un lado, el exceso de defunciones durante los meses de verano que se observa en los grupos de edad jóvenes es más marcada en los hombres. Por ejemplo, en los adolescentes de 10 a 14 años y de 15 a 19 años se observan marcadas diferencias entre hombres y mujeres.

Para el conjunto de hombres, la razón de invierno/verano en estos dos grupos de edad fue de 0,71 y 0,74, respectivamente. Los valores correspondientes para el conjunto de mujeres fueron 0,88 y 0,97, indicando una estacionalidad mucho menos marcada. Por otro lado, en edades avanzadas, también son los hombres quienes presentan valores más distantes de 1. Mientras entre las edades de 50 y 84 años la estacionalidad aumenta de manera lineal con la edad, observándose casi ninguna diferencia entre los dos sexos. Desde los 85 años en adelante, en cambio, la razón de invierno/verano de hombres supera la de mujeres en cada grupo de edad.

En hombres, la razón de invierno/verano sigue su aumento hasta el grupo de edad de 90-94 años, luego baja un poco en el grupo 95-99 años, y vuelve a subir a 1,73 en el último grupo abierto de edad. Entre las mujeres, desde la edad de 85 años en adelante, el indicador se mantiene constante a un nivel de 1,40 aproximadamente. Entre las edades de 15 y 34 años no se observa un patrón estacional marcado entre las mujeres, mientras entre los hombres el exceso de defunciones de verano en relación al invierno es considerable (hasta un 26% más en el grupo de 15 a 19 años). El cambio desde un exceso de muertes en verano a un exceso en invierno ocurre más temprano en mujeres, después de los 25 años de edad, aproximadamente. En hombres se da unos 15 años más tarde, después de los 35 años.

**Figura 4.7**  
Razón de invierno/verano por grupos quinquenales de edad y sexo, 1980-2013



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

En el cuadro 4.2 se encuentran los resultados de la prueba de Edwards según grandes grupos de edad, para hombres y mujeres por separado. En términos generales, los resultados conducen a conclusiones muy similares a la comparación de las defunciones ocurridas en invierno con las de verano. La prueba de Edwards indica (razón entre el valor mínimo y máximo) que la estacionalidad de hombres es más pronunciada que la de mujeres en los grupos de edad jóvenes, entre 1 y 24 años. En las edades adultas, desde el grupo de 45 a 59 años al grupo de 75 a 89 años, casi no se observan diferencias entre la estacionalidad de hombres y mujeres. En el último grupo abierto de 90 y más años de edad, la razón entre el valor mínimo y máximo para hombres fue de 1,63 y para mujeres de 1,51, indicando mayor estacionalidad para el conjunto de hombres en este grupo de edad avanzada. En el grupo de edad de 25 a 44 años, la estacionalidad fue poco pronunciada tanto en hombres como en mujeres: razón entre el valor mínimo y máximo de 1,03 y 1,05, respectivamente. En los grupos de edad de 1 a 4 años y de 15 a 24 años en mujeres (en cursiva), la prueba de Edwards no arrojó resultados significativos (estadístico T de Edwards < 5,991).

### Cuadro 4.2

Resultados de los métodos aplicados, por grupos de edad y sexo, 1980-2013

Edad	Hombres					Mujeres				
	I/V	Prueba de Edwards				I/V	Prueba de Edwards			
		Mín/máx	$\theta$	Mes	T		Mín/máx	$\theta$	Mes	T
<b>Total</b>	<b>1,21</b>	<b>1,25</b>	<b>200</b>	<b>Jul</b>	<b>9.434</b>	<b>1,28</b>	<b>1,32</b>	<b>204</b>	<b>Jul</b>	<b>12.226</b>
<b>0</b>	1,24	1,28	196	Jul	525	1,25	1,28	192	Jul	413
<b>1 - 4</b>	0,94	1,09	157	Dic	12	1,02	1,05	266	Sep	2,68
<b>5 - 14</b>	0,77	1,30	1	Ene	127	0,90	1,09	42	Feb	9
<b>15 - 24</b>	0,80	1,25	6	Ene	293	0,97	1,05	116	Oct	4,22
<b>25 - 44</b>	0,97	1,03	83	Mar	16	1,05	1,05	181	Jul	20
<b>45 - 59</b>	1,11	1,15	183	Jul	620	1,14	1,16	192	Jul	402
<b>60 - 74</b>	1,23	1,27	199	Jul	3.192	1,24	1,27	202	Jul	2.281
<b>75 - 89</b>	1,38	1,45	204	Jul	7.718	1,36	1,44	207	Jul	8.088
<b>90 y más</b>	1,52	1,63	203	Jul	1.828	1,42	1,51	206	Jul	2.960

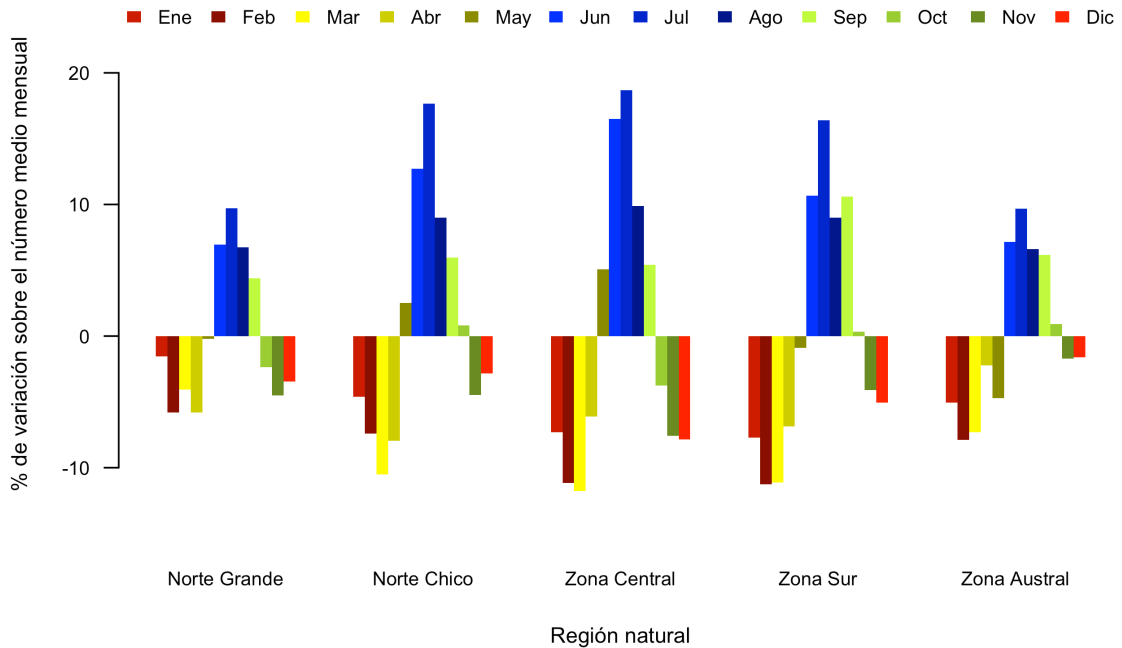
**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

*Nota:* El valor crítico del estadístico chi-cuadrado de Edwards (T) para un nivel de significación de 0,05 y con 2 grados de libertad es 5,991.

#### 4.5. Estacionalidad de la mortalidad por región, edad y sexo

En la figura 4.8, que muestra el porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al número medio mensual por región natural de Chile, se puede observar la forma en que las defunciones se distribuyen según los 12 meses del año en diferentes ubicaciones geográficas y contextos climáticos. Se observa menos variación en las regiones ubicadas en los extremos sur y norte del país, Norte Grande y Zona Austral. Mientras, las barras más largas –indicando mayor variación–, se encuentran en la Zona Central del país. En todas las regiones, el mayor exceso de defunciones en relación con las otras estaciones se observa durante los meses de invierno (barras de color azul), con máximo en julio, con la única excepción de la Zona Sur donde las defunciones ocurridas en septiembre superan las de agosto. Este exceso en el número de defunciones durante el mes de julio oscila entre un 10% en el Norte Grande y Zona Austral, un 19% en la Zona Central y un 18% en Norte Chico. El mínimo varía entre los meses de febrero y marzo.

**Figura 4.8**  
 Porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al número medio mensual para el período 1980-2013, por región natural

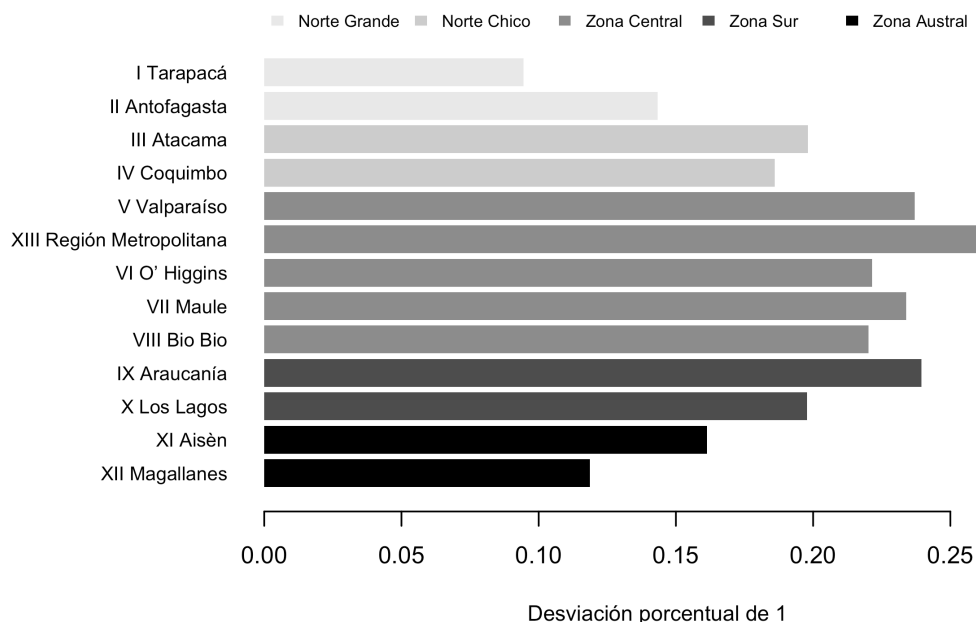


**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

La figura 4.9 muestra la desviación porcentual de 1 de la razón de invierno/verano en Chile para el período de 1980 a 2013 según región. Para facilitar la lectura, las 13 regiones han sido ordenadas de norte a sur, de tal manera que los valores al extremo superior del gráfico corresponden al norte de Chile y las del extremo inferior al sur. En primer lugar, todas las regiones presentan mayor mortalidad en invierno que en verano, pues los valores que recibe el indicador varían entre 1,09 a 1,29. En segundo lugar, se pueden detectar diferencias claras entre regiones. Así como ya insinuaba la figura 4.9, los valores más bajos se encuentran en los extremos sur y norte del país, en las Regiones de Tarapacá y de Magallanes específicamente, mientras el valor más alto se registra en la zona central del país, en la Región Metropolitana. Con la sola excepción de la Región de La Araucanía, los demás valores más

elevados se encuentran en las regiones ubicadas en el centro del país y van bajando hacia los extremos sur y norte.

**Figura 4.9**  
Desviación porcentual de 1 de la razón de invierno/verano, por región, 1980-2013



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

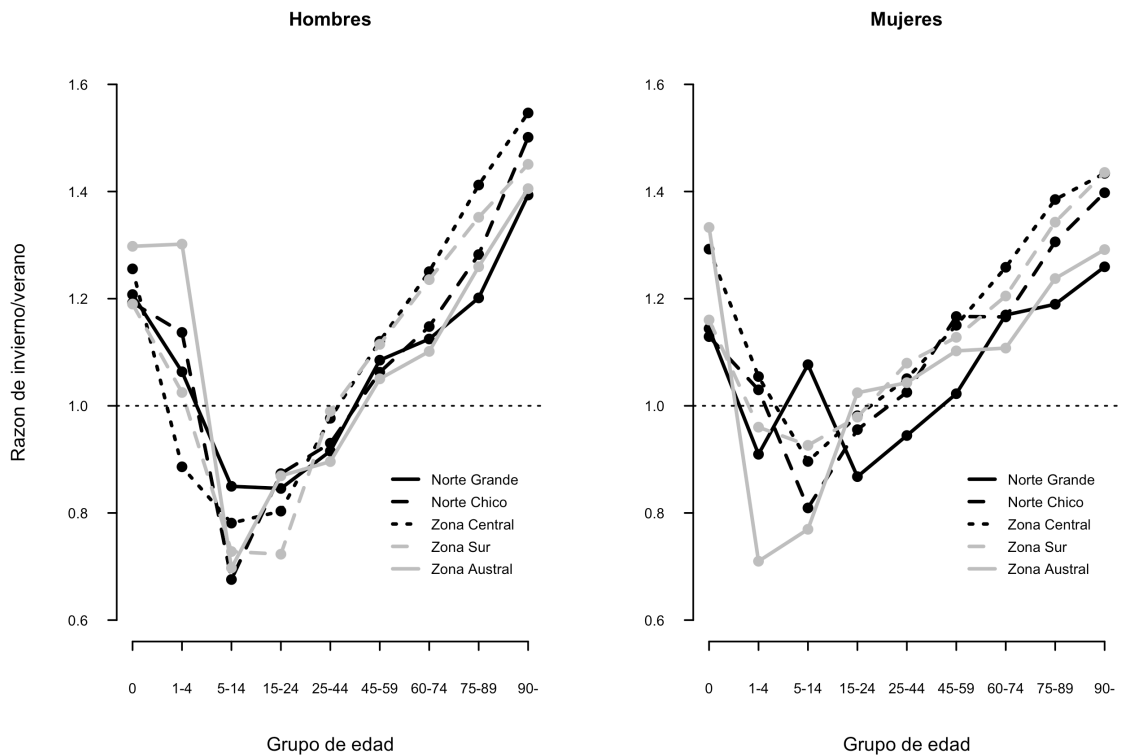
La figura 4.10 muestra el comportamiento de la mortalidad estacional medido por la razón de invierno/verano por grupos de edad y región natural. El lado izquierdo del gráfico corresponde a hombres y el lado derecho a mujeres. La línea horizontal indica el valor de una distribución uniforme. En términos generales, en la gran mayoría de las regiones ambos sexos siguen el patrón con forma de U observado en la figura 4.7, es decir, al principio y hacia el final de la vida, las defunciones en invierno superan las de verano (razón de invierno mayor a 1) mientras entre los jóvenes se da la situación inversa (razón de invierno menor a 1). Solo en el conjunto de mujeres en Norte Grande se observa un patrón más irregular –en las edades

de 5 a 14 años, las defunciones ocurridas en verano son menos que aquellas ocurridas en invierno.

Al comparar las diferentes regiones entre sí, se observan diferencias menos marcadas en el conjunto de hombres comparado con las mujeres. En hombres, las mayores diferencias entre regiones se observan en las edades jóvenes entre 1 y 24 años. Entre las edades de 25 a 59 años, la razón de invierno/verano muestra valores muy similares en la gran mayoría de las regiones. Desde el grupo de edad de 45-59 años en adelante, en el caso de ambos sexos, la razón de invierno/verano de la Zona Central supera la de las demás regiones. Además, en estas edades avanzadas se observa menor estacionalidad especialmente para el Norte Grande y la Zona Austral. En el gráfico de mujeres es más difícil identificar patrones claros. Al comparar los dos sexos se puede ver que el exceso de defunciones en verano es más marcado entre los hombres, en todas las regiones, que en el caso de las mujeres. También, en términos generales, los valores que recibe el conjunto de hombres en todas las regiones, y en la mayoría de las edades, son más distantes de 1, es decir, muestran mayor estacionalidad en comparación con las mujeres.



**Figura 4.10**  
Razón de invierno/verano por región natural, grupos de edad y sexo, 1980-2013



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

Los resultados de la prueba de Edwards por región natural según sexo y grupos de edad se encuentran en el cuadro 4.3.

En el total de los hombres por región natural, la razón entre el valor mínimo y máximo indica que la estacionalidad es más pronunciada en la Zona Central (valor mín/máx de 1,27) y en la Zona Sur (1,24) y menos marcada en las dos regiones más extremas, Norte Grande y Zona Austral, con valores entre el mínimo y máximo de 1,12 y 1,13, respectivamente. Los máximos se observan en los meses de julio y agosto. Al analizar la situación por grupos de edad se observa este mismo patrón en los grupos de edad de 45 a 59 años en adelante. En los demás grupos de edad se da una situación más heterogénea. Por ejemplo, llama la atención el grupo de los menores de 1 año en Zona Austral con alta estacionalidad comparado con las otras regiones, con valores entre el mínimo y máximo de 1,41. En el grupo de edad de 15 a

24 años, la estacionalidad más marcada se observa en la Zona Sur, con su máximo en el mes de julio.

Entre el total de las mujeres por región natural se repite el mismo patrón que entre los hombres, es decir, la prueba de Edwards indica estacionalidad más marcada en la Zona Central y Sur, y menos marcada en los extremos Sur y Norte. Los valores entre el mínimo y máximo son más altos al comparar con los hombres, variando entre el 1,35 en la Zona Central y el 1,17 en Norte Grande. Por grupos de edad la situación es aún más heterogénea entre regiones, y es más difícil distinguir patrones claros. La alta estacionalidad en los menores de 1 año en la Zona Austral también se observa en el grupo de mujeres.

Cabe destacar que el estadístico chi-cuadrado de Edwards para ciertos grupos de edad entre las edades de 1 y 59 años, tanto en hombres como mujeres, está por debajo del valor crítico de 0,05 ( $T < 5,991$ ), indicando que estos resultados no son estadísticamente significativos, y, por tanto, no se interpretan. Esta falta de significación estadística también va acompañada de resultados confusos. Por ejemplo, se observan casos en que los resultados de la prueba de Edwards no coinciden con el cálculo de la razón de invierno/verano. Por ejemplo, entre los hombres de 5 a 14 años en Norte Chico, según el cálculo de la razón de invierno/verano, las defunciones ocurridas en verano superan con creces aquellas ocurridas en meses de invierno. Sin embargo, la prueba de Edwards indica máxima mortalidad en el mes de julio para este grupo de edad. Lo que puede estar pasando aquí tiene que ver con el patrón anual particular de este grupo de edad. Como se vio en la figura 4.16, el grupo de edad de 5 a 14 muestra un patrón anual con dos máximos, mientras Edwards asume un patrón simple sinusoidal con un máximo y un mínimo.

**Cuadro 4.3**

Resultados de los métodos aplicados, por región natural, grupos de edad y sexo, 1980-2013

Hombres	Norte Grande Prueba de Edwards					Norte Chico Prueba de Edwards					Zona Central Prueba de Edwards					Zona Sur Prueba de Edwards					Zona Austral Prueba de Edwards				
	I/V	Mín máx	$\theta$	Mes	T	I/V	Mí n/ m áx	$\theta$	Mes	T	I/V	Mín /má x	$\theta$	Me s	T	I/V	Mín /má x	$\theta$	Me s	T	I/V	Mín /má x	$\theta$	Mes	T
Total	1,11	1,12	209	Jul	132	1,16	1,21	212	Ago	361	1,23	1,27	196	Jul	7.888	1,19	1,24	213	Ago	1.343	1,11	1,13	222	Ago	47
0	1,21	1,27	169	Jun	29	1,19	1,28	183	Jul	33	1,26	1,30	193	Jul	410	1,19	1,24	222	Ago	63	1,30	1,41	226	Ago	16
1 - 4	1,06	1,11	122	May	1,03	1,14	1,23	160	Jun	3,53	0,89	1,16	164	Jun	24	1,02	1,07	94	Abr	1,29	1,31	1,10	222	Ago	0,20
5 - 14	0,85	1,27	58	Feb	5,07	0,68	1,56	167	Jun	19	0,78	1,27	0	Ene	72	0,73	1,37	180	Jul	33	0,70	1,49	163	Jun	4,35
15 - 24	0,84	1,17	165	Jun	8	0,87	1,11	154	Jun	3,25	0,80	1,24	3	Ene	191	0,72	1,37	25	Ene	107	0,87	1,23	154	Jun	5,70
25 - 44	0,92	1,09	26	Ene	8	0,93	1,08	152	Ago	5,01	0,98	1,03	103	Abr	13	0,99	1,04	100	Abr	5,35	0,90	1,13	159	Jun	5,72
45 - 59	1,09	1,08	210	Ago	10	1,06	1,10	222	Ago	11	1,12	1,17	179	Jun	537	1,11	1,16	191	Jul	91	1,05	1,04	217	Ago	0,99
60 - 74	1,12	1,13	211	Ago	47	1,15	1,19	218	Ago	88	1,25	1,29	196	Jul	2.674	1,23	1,28	211	Ago	491	1,10	1,10	204	Jul	9
75 - 89	1,20	1,25	213	Ago	124	1,28	1,36	207	Jul	291	1,41	1,49	200	Jul	6.277	1,35	1,45	217	Ago	1.176	1,26	1,26	207	Jul	47
90 -	1,39	1,44	205	Jul	39	1,50	1,59	204	Jul	110	1,55	1,66	199	Jul	1.413	1,45	1,60	220	Ago	278	1,41	1,52	223	Ago	21

**Mujeres**

Total	1,1 4	1,17	208	Jul	174	1,23	1,26	210	Ago	418	1,30	1,35	201	Jul	10.27 3	1,25	1,31	218	Ago	1.60 1	1,17	1,20	221	Ago	75
0	1,1 4	1,26	150	Jun	22	1,13	1,15	162	Jun	9	1,29	1,34	191	Jul	387	1,16	1,18	223	Ago	30	1,34	1,34	214	Ago	9
1 - 4	0,9 1	1,17	86	Mar	1,86	1,03	1,03	148	May	0,07	1,06	1,06	244	Se p	2,49	0,96	1,19	115	Abr	7	0,71	1,30	31	Feb	1,14
5 - 14	1,0 7	1,03	209	Jul	0,07	0,81	1,10	154	Jun	0,55	0,90	1,13	53	Fe b	13	0,93	1,05	140	Ma y	0,54	0,79	1,26	86	Mar	0,74
15 - 24	0,8 7	1,33	152	Jun	10	0,95	1,08	121	May	0,65	0,98	1,01	95	Ab r	0,13	0,98	1,09	101	Abr	2,81	1,03	1,04	221	Ago	0,06
25 - 44	0,9 4	1,05	19	Ene	1,33	1,02	1,01	220	Ago	0,01	1,05	1,06	181	Jul	19	1,08	1,09	177	Jun	8	1,04	1,07	121	May	0,58
45 - 59	1,0 2	1,04	198	Jul	1,80	1,17	1,20	211	Ago	26	1,15	1,18	188	Jul	343	1,13	1,14	208	Jul	44	1,10	1,08	188	Jul	1,49
60 - 74	1,1 7	1,19	213	Ago	60	1,17	1,20	205	Jul	62	1,26	1,29	198	Jul	1.919	1,21	1,25	215	Ago	280	1,11	1,15	235	Ago	11
75 - 89	1,1 9	1,23	212	Ago	117	1,31	1,35	211	Ago	269	1,39	1,46	204	Jul	6.709	1,34	1,44	220	Ago	1.10 5	1,24	1,30	223	Ago	55
90 -	1,2 6	1,32	206	Jul	51	1,40	1,46	218	Ago	132	1,43	1,52	204	Jul	2.362	1,44	1,56	215	Ago	428	1,29	1,32	202	Jul	16

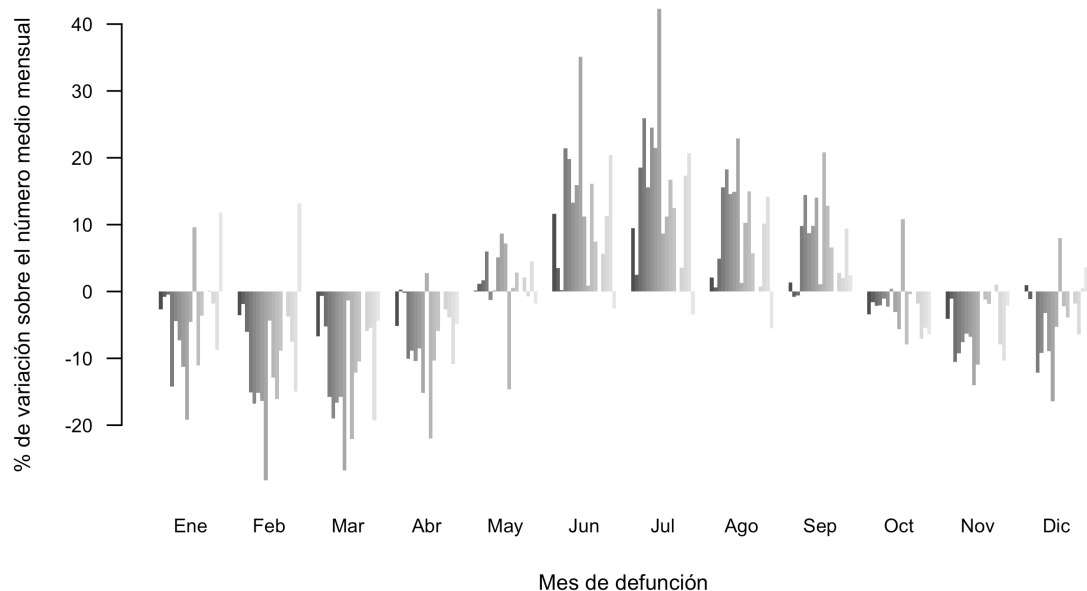
**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones de Chile, 1980-2013.

*Nota:* El valor crítico del estadístico chi-cuadrado de Edwards (T) para un nivel de significación de 0,05 y con 2 grados de libertad es 5,991.

#### 4.6. Estacionalidad de la mortalidad por causas de muerte, edad y sexo

La bibliografía demuestra que el efecto estacional en la mortalidad difiere según causas de muerte (Rau, 2007). Algunas causas son altamente estacionales, mientras otras muestran poca evidencia de estacionalidad. La figura 4.11 muestra el porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al número medio mensual en Chile, por los 17 grupos de causas para el período entre 1997 y 2013. A pesar de que por la gran cantidad de datos el gráfico no sirve para identificar el comportamiento individual de cada grupo de causa, lo interesante es que muestra que la mayor parte de los grupos siguen un patrón muy similar a lo que se ha visto hasta ahora para la mortalidad de todas las causas, es decir, valores por sobre el promedio durante los meses de invierno, y valores por debajo durante el verano, mientras, en las estaciones intermedias de primavera y otoño, se observan valores más cercanos a la media.

**Figura 4.11**  
 Porcentaje de variación de las defunciones mensuales respecto al número medio mensual, por grupo de causa de muerte (17 grupos), 1997-2013



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS, 1997-2013.

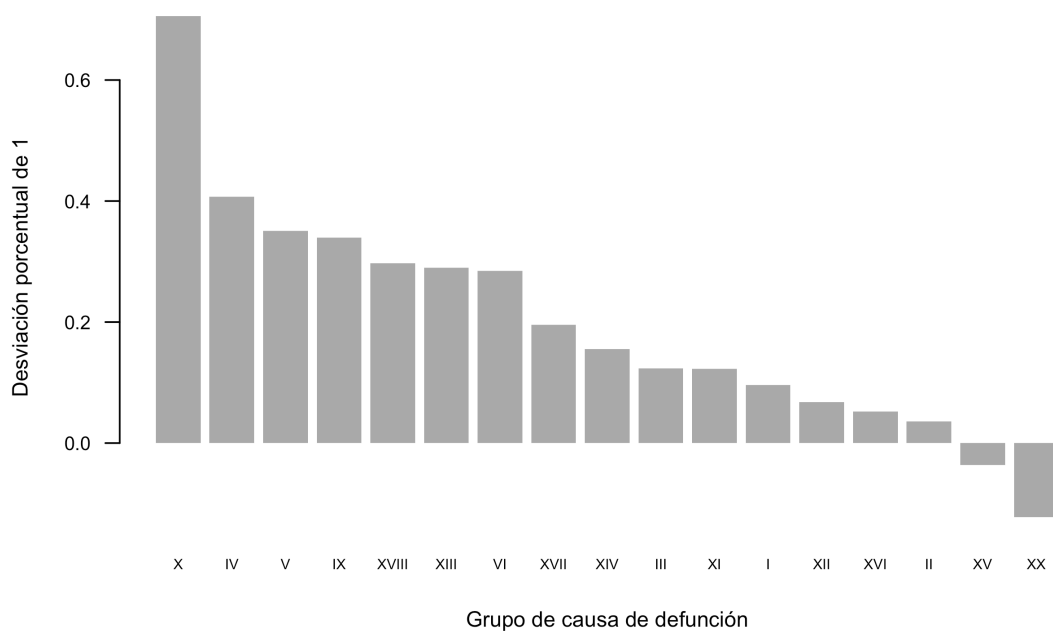
*Nota:* 17 grupos de causas de izquierda a derecha: I Infecciosas y parasitarias; II Tumores; III De la sangre y del sistema inmunológico; IV De las glándulas endocrinas, de la nutrición y metabólicas.; V Trastornos mentales; VI Del sistema nervioso; IX Del sistema circulatorio; X Del sistema respiratorio; XI Del sistema digestivo; XII De la piel y del tejido subcutáneo; XIII Del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo; XIV Del sistema genitourinario; XV Embarazo, parto y puerperio; XVI Ciertas afecciones originadas en el período perinatal; XVII Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas; XVIII Síntomas, signos y hallazgos anormales no clasificados; XX Causas externas.

El cálculo de la razón de invierno por grupo de causa de muerte, arroja valores que oscilan entre un máximo de 1,71 para el caso del grupo X de enfermedades del sistema respiratorio, y un mínimo de 0,88 para el grupo XX de causas externas (figura 4.12). También se confirma lo observado en la figura anterior: en el caso de la mayoría de las causas, las defunciones ocurridas en invierno superan aquellas ocurridas en verano. Las muertes atribuibles a las enfermedades de las glándulas endocrinas, de la nutrición y metabólicas (grupo IV), trastornos mentales y del comportamiento (grupo V),

enfermedades del sistema circulatorio (grupo IX), enfermedades del oído (grupo XVII), enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo (grupo XIII) y enfermedades del sistema nervioso (grupo VI) muestran entre 41% y 29% más defunciones en invierno que en verano. Las muertes por tumores malignos (grupo II), que es el segundo grupo de causa más grande explicando el 24% del total de muertes, muestran poca variación entre invierno y verano (razón de invierno verano 1,04).

**Figura 4.12**

Desviación porcentual de 1 de la razón de invierno/verano, por grupo de causa de muerte, 1997-2013



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS, 1997-2013.

Todos los grupos de causas aquí analizados, con la excepción del grupo XV, de embarazo, parto y puerperio, han pasado la prueba de Edwards con valores de T significativos ( $T > 5,991$ , a nivel de significación de un 5 %). Estos resultados se muestran en el cuadro 4.4.

### Cuadro 4.4

Resultados de los métodos aplicados, por grupos de causas de muerte, 1997-2013

Grupo de causa de muerte	N	I/V	Prueba de Edwards			
			Mín/máx	$\theta$	Mes	T
I. Enfermedades infecciosas y parasitarias	33.757	1,10	1,11	201	Jul	47
II. Tumores	365.117	1,04	1,04	171	Jun	69
III. Enfermedades de la sangre y del sistema inmunológico	5.965	1,12	1,14	195	Jul	13
IV. Enfermedades de las glándulas endocrinas, de la nutrición y metabólicas	68.882	1,41	1,49	203	Jul	1.334
V. Trastornos mentales y del comportamiento	36.580	1,35	1,45	214	Ago	616
VI. Enfermedades del sistema nervioso	39.977	1,28	1,37	214	Ago	482
IX. Enfermedades del sistema circulatorio	412.047	1,34	1,42	209	Jul	6.108
X. Enfermedades del sistema respiratorio	153.633	1,71	1,90	203	Jul	7.402
XI. Enfermedades del sistema digestivo	109.566	1,22	1,18	163	Jun	381
XII. Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	4.686	1,07	1,39	264	Sep	62
XIII. Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	7.792	1,29	1,35	214	Ago	86
XIV. Enfermedades del sistema genitourinario	40.981	1,16	1,20	216	Abr	169
XV. Embarazo, parto y puerperio	812	0,96	1,05	16	Ene	0,26
XVI. Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	14.636	1,05	1,06	210	Ago	6
XVII. Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	16.159	1,20	1,21	191	Jul	73
XVIII. Síntomas, signos y hallazgos anormales no clasificados	45.868	1,30	1,39	207	Jul	622
XX. Causas externas	133.223	0,88	1,12	19	Ene	205

**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS, 1997-2013.

*Nota:* El valor crítico del estadístico chi-cuadrado de Edwards T para un nivel de significación de 0,05 y con 2 grados de libertad es 5,991.

Para un análisis más detallado, se eligieron tres grupos de causas de muerte. En primer lugar, se analizó más en detalle la estacionalidad de las muertes por enfermedades del sistema circulatorio, dado que esta fue la principal causa de muerte en Chile durante el período de estudio, explicando el 28% de todas las defunciones y teniendo así un gran impacto en la estacionalidad total. En segundo lugar, las del sistema respiratorio por presentar un patrón altamente estacional, y, por último, las causas externas por presentar un patrón diferente al resto de las causas con exceso de decesos en verano.



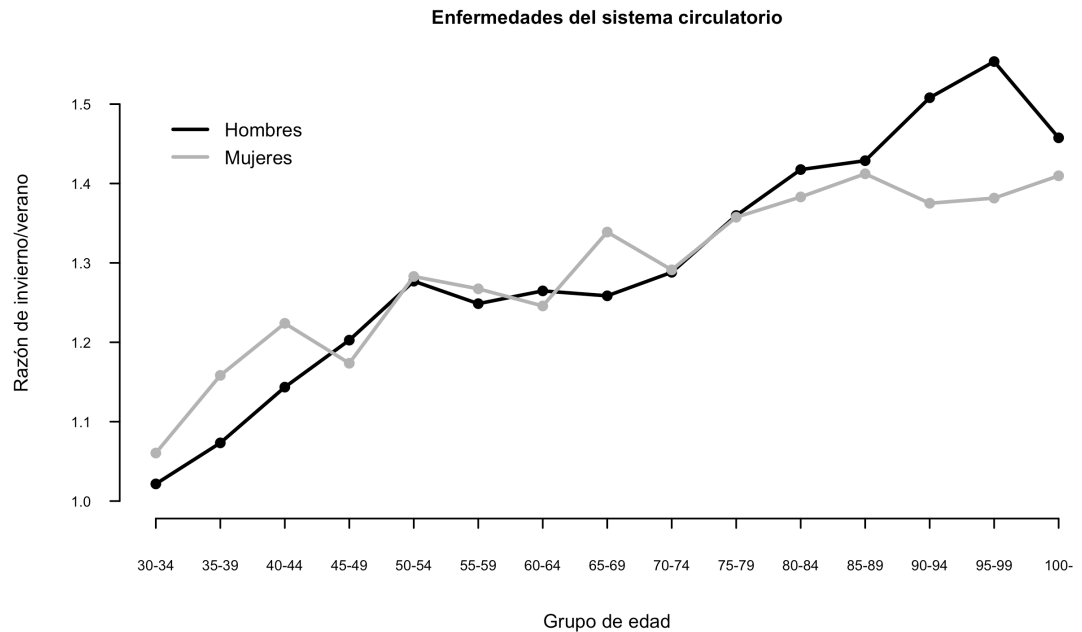
En las tres figuras que siguen, se puede observar el comportamiento de la razón de invierno/verano de los tres grupos de causas seleccionados por grupos quinquenales de edad y por sexo.

La figura 4.13 muestra el comportamiento del índice para las defunciones causadas por las enfermedades que afectan el sistema circulatorio. Dado que las enfermedades del sistema circulatorio no están entre las principales causas de muerte en niños y adolescentes en Chile, pero sí lo son en los adultos, solo se analiza y grafica la estacionalidad de este grupo de causa en las personas que fallecieron después de haber cumplido 30 años.

El patrón general para ambos sexos muestra mayor estacionalidad a medida que aumenta la edad. El aumento, sin embargo, no es lineal, sino que pueden identificarse cuatro etapas. En el grupo de edad de 30 a 34 años, casi no se observan diferencias entre las defunciones de invierno y verano, la razón de invierno se encuentra cercana a 1. Luego, comienza a subir hasta llegar al grupo de edad 50-54 años con un valor de 1.3 para ambos sexos, aproximadamente. Entre los grupos de edad 50-54 años y 70-74 años, la estacionalidad se mantiene relativamente constante. Después de los 74 años, la estacionalidad de las defunciones por enfermedades del sistema circulatorio comienza a aumentar nuevamente. En hombres, el aumento sigue hasta el grupo de edad de 94 a 99 años, la razón de invierno/verano alcanzando el nivel de 1.56, y luego baja en el último grupo abierto de edad. En el caso de las mujeres, el aumento en la estacionalidad después de la edad de 74 años sigue hasta el grupo de edad 85-89 años, y luego se estabiliza.

**Figura 4.13**

Razón de invierno/verano de las defunciones por enfermedades del sistema circulatorio, mayores de 29 años, por grupos quinquenales de edad y sexo, 1997-2013



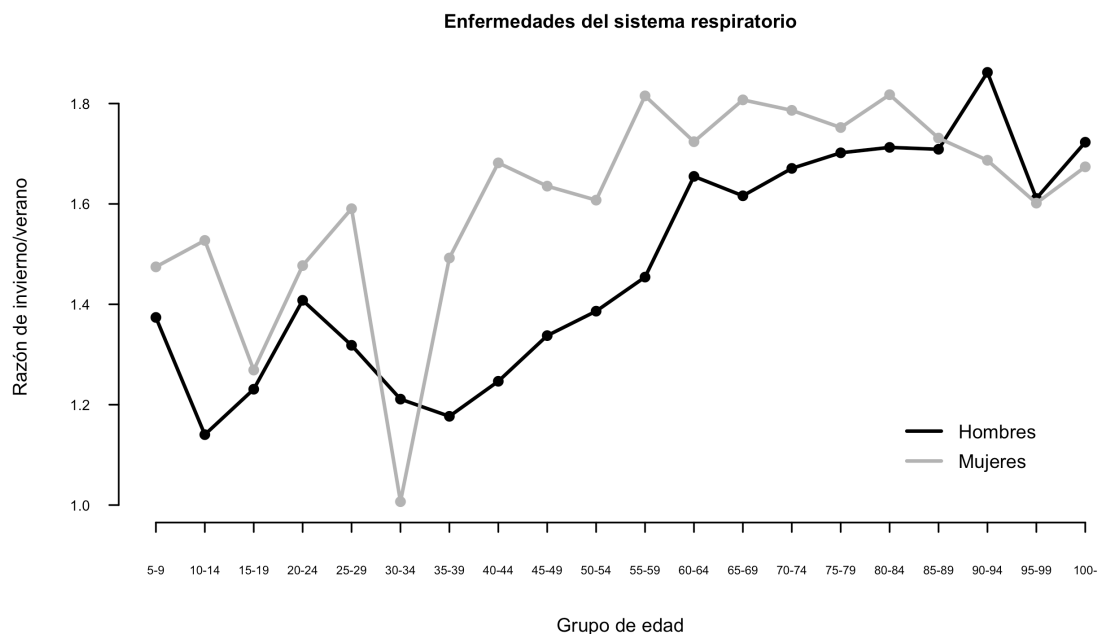
**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS, 1997-2013.

El comportamiento estacional de las defunciones causadas por enfermedades del sistema respiratorio por edad y sexo se presentan en la figura 4.14. Solo se grafican los resultados a partir del grupo de edad 5-9 años debido a que en los dos primeros grupos de edad el índice recibe valores muy altos (hasta 4,6 en el grupo de mujeres de 1 a 4 años) dificultando así la lectura en las otras edades. Para esta causa de muerte, no se identifica un patrón claro como fue el caso anterior de las defunciones por las enfermedades del sistema circulatorio. Pero si se observa estacionalidad más marcada entre las mujeres que los hombres en casi todas las edades. Entre las mujeres a partir del grupo de edad de 40-44 años, la razón de invierno/verano por esta causa de muerte se mantiene entre 1,6 y 1,8, es decir, las defunciones en invierno superan las de verano con entre un 60% y 80%, en cambio, hacia los últimos grupos de edad se observa una

leve disminución. Entre hombres, en el grupo de 40-44 años, la estacionalidad se encuentra aún a nivel más bajo, razón de invierno/verano de 1,2, y recién en el grupo de 60-64 años alcanza valores parecidos a los que se observan para el conjunto de mujeres, cercano a 1,6.

**Figura 4.14**

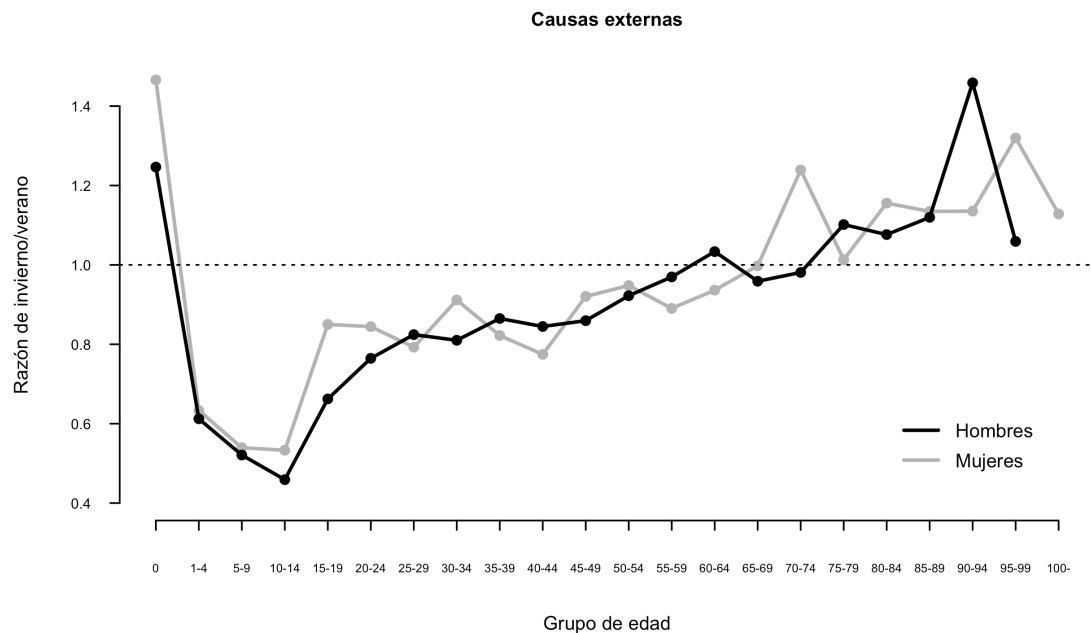
Razón de invierno/verano de las defunciones por enfermedades del sistema respiratorio, mayores de 4 años, por grupos quinquenales de edad y sexo, 1997-2013



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS, 1997-2013.

*Nota:* Valores de la razón de invierno/verano para los grupos de edad 0 y 1-4 años: 2,60 y 3,04 para hombres; 2,28 y 4,56 para mujeres.

**Figura 4.15**  
Razón de invierno/verano de las defunciones por causas externas, por grupos quinquenales de edad y sexo, 1997-2013



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS, 1997-2013.

Por último, en la figura 4.15 se presentan los resultados del cálculo de la razón de invierno/verano para las defunciones por causas externas por grupos de edad y sexo. Este grupo de causas presenta un patrón opuesto a los dos grupos anteriores, es decir, ocurren más defunciones por causas de muerte externas en verano que en invierno. Además, este exceso en verano se da en los grupos de edades jóvenes, especialmente entre las edades de 1 y 19 años. Entre los recién nacidos y los mayores de 60 años, aproximadamente, la razón de invierno/verano es mayor a 1. Las diferencias en la estacionalidad entre hombres y mujeres son poco marcadas.

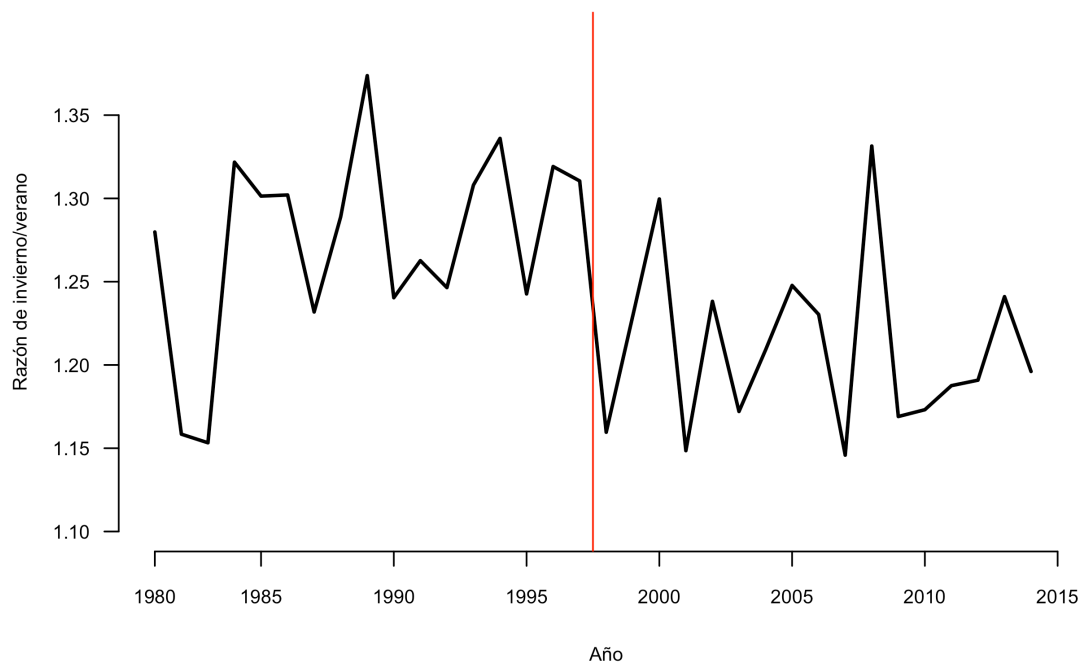
#### 4.7. Estacionalidad de la mortalidad por período

La figura 4.16 presenta el resultado del cálculo de la razón de invierno/verano anual para todo el período de análisis que va desde enero de 1980 a diciembre de 2013. La variación de un año a otro es considerable. El valor del indicador varía entre un mínimo de 1,15 (año 1982) y 1,37 (año 1988). Se observa en el gráfico que, salvo algunas excepciones, antes del año 1996 los valores que toma el indicador se mantienen principalmente cercanos a y por sobre 1,25, mientras que después de 1996, se mantienen cercanos a y por debajo de 1,25. Esta observación llama la atención, por un lado, porque a simple vista indica que ha habido una disminución en la estacionalidad, y por otro, porque habla de un cambio en la variación estacional de la mortalidad en Chile. Para verificar estadísticamente la presencia de un cambio estructural se aplicó la prueba de Chow<sup>9</sup> a la serie de 34 años de datos de razón de invierno/verano. Utilizando como fecha de cambio el año 1996, la prueba dio como resultado un valor de 4,39, que excede el valor crítico (a un nivel de confianza del 5%), lo cual indica que existe evidencia de un cambio en la estructura.

---

<sup>9</sup> La prueba de Chow consiste en un contraste de F que se utiliza para verificar la presencia de quiebres estructurales estadísticamente significativos en una serie de tiempo mediante la comparación de las rectas de regresión de dos grupos diferentes (Wooldridge, 2006).

**Figura 4.16**  
Razón de invierno/verano total por año, 1980-2013

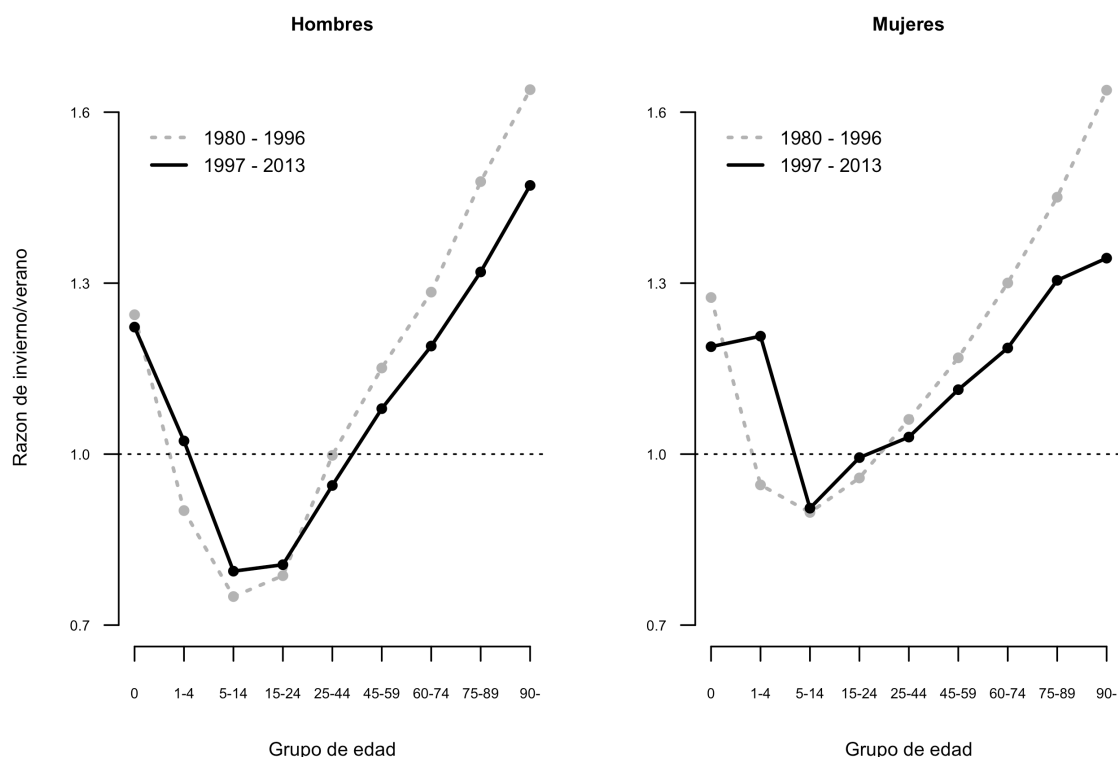


**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

Dado los resultados anteriores, y para analizar cambios en el tiempo, se utilizó el año 1996 para dividir el período de análisis en dos, de 17 años de duración, de 1980 a 1996 y de 1997 a 2013, y se calculó la razón de invierno/verano por grupos de edad para hombres y mujeres por separado (figura 4.17). Al menos un patrón claro puede ser identificado en el caso de ambos sexos: la disminución de la estacionalidad en las edades adultas. La línea sólida negra, que representa el comportamiento del índice por grupos de edad para el período más reciente (1997-2013), muestra valores inferiores para cada grupo de edad comparado con el pasado desde el grupo de edad 45-59 años en adelante. En los otros grupos de edad no se observa mucha variación entre los dos

períodos, excepto para el grupo de 1 a 4 años, donde se pasa de un exceso de defunciones en verano a un exceso en invierno.

**Figura 4.17**  
Razón de invierno/verano por grupos de edad y sexo para 1980-1996 y 1997-2013



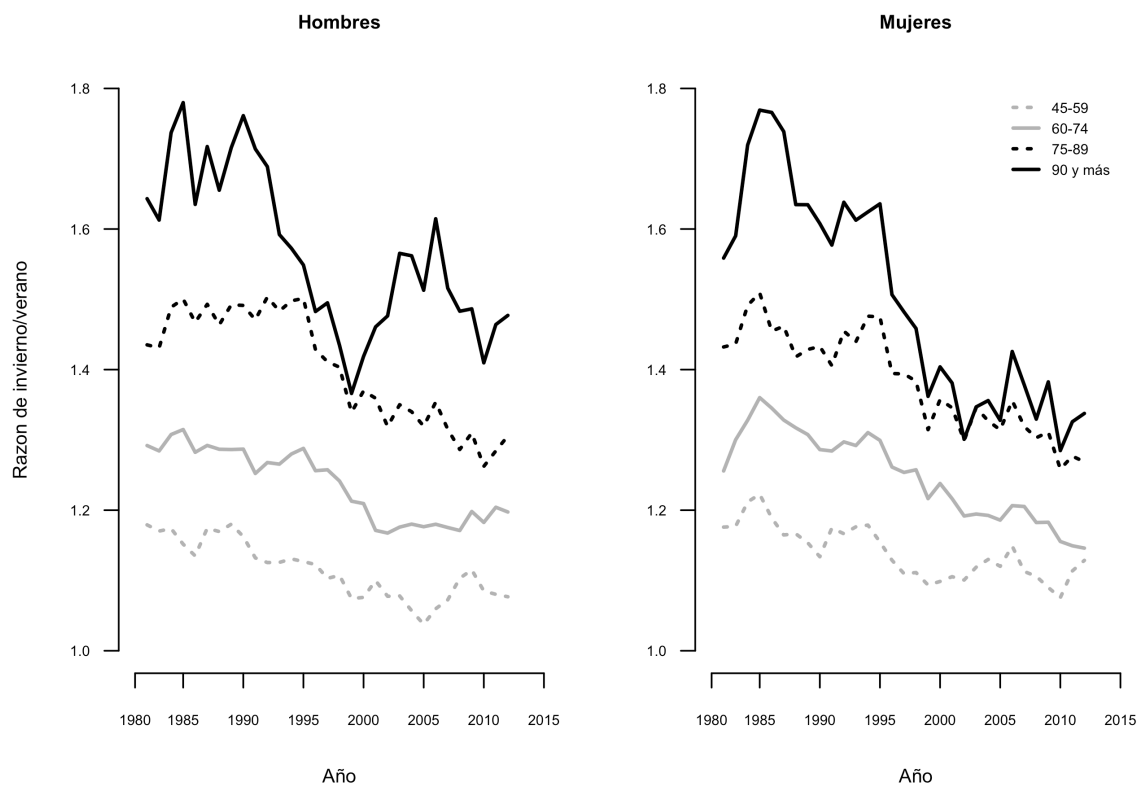
**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, INE 1980-1996, DEIS 1997-2013.

La figura 4.18 muestra el comportamiento de la razón de invierno/verano anual, por grupos de edad, para mayores de 44 años. Dada la considerable variación entre un año y otro, para mejor visualización se suavizaron los datos utilizando el método de promedios móviles calculando medias móviles de orden 4. En el lado izquierdo se muestran los resultados para hombres, mientras el lado derecho corresponde a mujeres.

Para cada grupo de edad, se observa una tendencia decreciente. La caída abrupta observada en la figura anterior (figura 4.16), se observa especialmente en los grupos de mayor edad. En los mayores de 90 años (línea negra sólida) el decrecimiento es fuerte entre los años 1990 y 2000, aproximadamente. En las personas que fallecieron después de haber cumplido 75 años y antes de cumplir 90 años (línea negra punteada) la caída más fuerte en la estacionalidad se observa un poco después, entre los años 1995 y 2000. Hacia el final del período de análisis, luego del año 2000, la tendencia decreciente se estabiliza, y en los hombres mayores de 90 años, se observa un aumento en la estacionalidad.

**Figura 4.18**

Razón de invierno/verano por grupos de edad (mayores de 44 años) y sexo entre 1980 y 2013



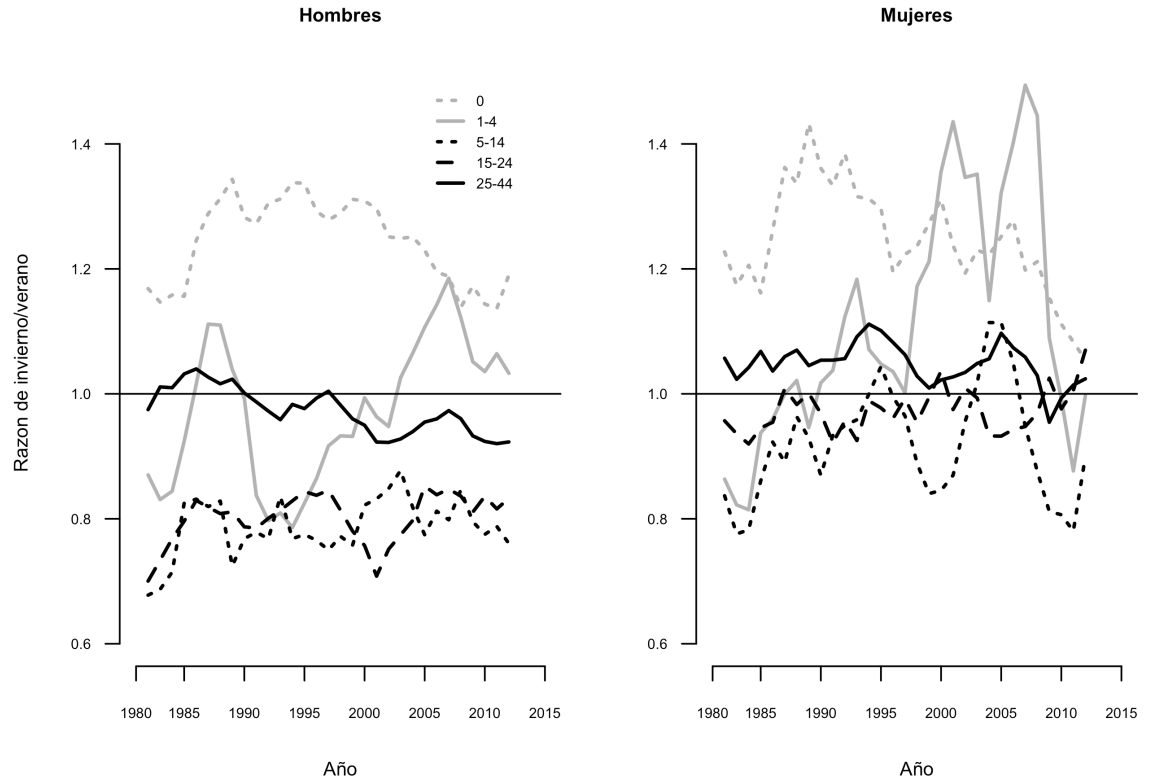
**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.



El comportamiento de la razón de invierno/verano en los grupos de edad más jóvenes se puede observar en la figura 4.19. La línea horizontal indica el valor de una distribución uniforme cuando no hay diferencia entre las defunciones ocurridas en invierno y verano (razón de invierno/verano = 1.0). En el grupo de menores de 1 año se puede ver una disminución en la estacionalidad parecida a los grupos de mayor edad, que se da más o menos a mitad del período de análisis. En los demás grupos de edad los patrones son menos claros. En el conjunto de hombres de entre 5 y 24 años de edad, no se observa un cambio en el nivel de estacionalidad durante el período de análisis, en cambio, se mantiene relativamente constante la relación entre las defunciones ocurridas en verano y las de invierno, las de verano superando las de invierno con un 20%, aproximadamente. En mujeres estos mismos grupos de edad (entre 5 y 24 años) muestran menos estacionalidad durante todo el período (valores más cercanos a 1). En el grupo de edad de 25 a 44 años, se observa poca variación estacional durante todo el período, aunque con una leve tendencia de cambio desde un ligero exceso en invierno, a un exceso en verano, especialmente en el caso de los hombres.

**Figura 4.19**

Razón de invierno/verano por grupos de edad (entre 0 y 44 años) y sexo entre 1980 y 2013



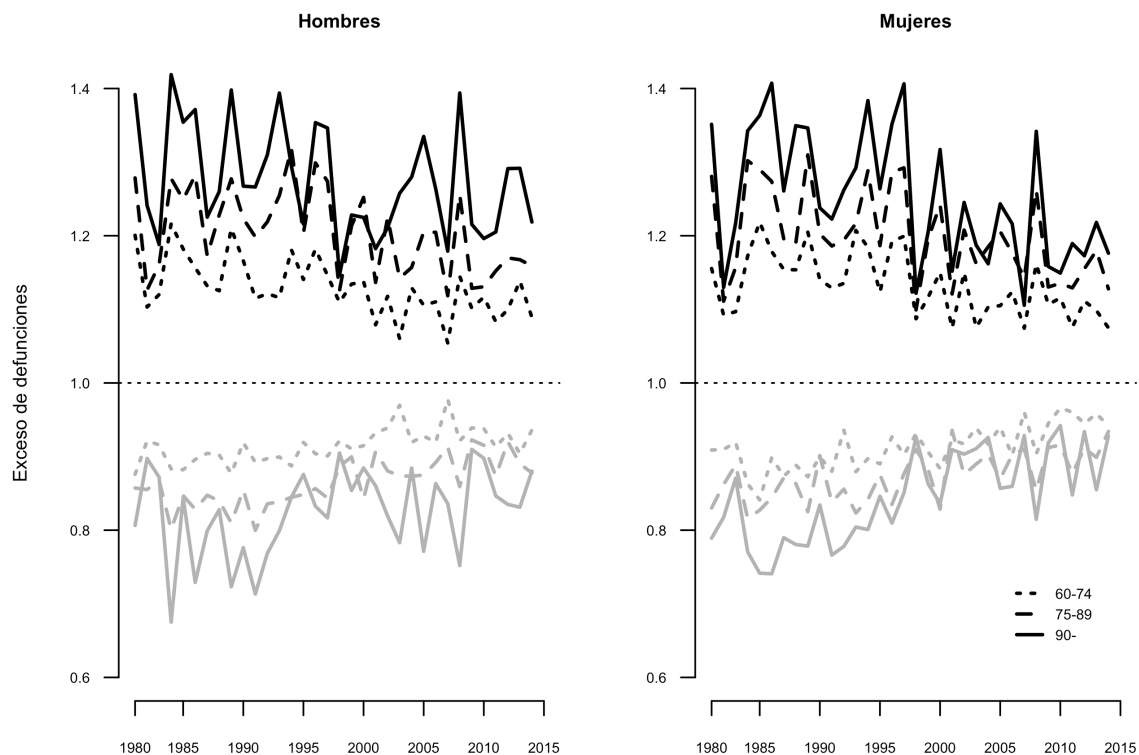
**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

Finalmente, dado que el índice de estacionalidad aquí utilizado, es decir, la razón de invierno/verano, solamente divide las defunciones ocurridas en invierno con aquellas ocurridas en verano, se genera ambigüedad a la hora de interpretar posibles cambios en su valor. Por ejemplo, una baja de un valor de 1,50 a 1,20 puede, por un lado, estar causado por una disminución en el número de defunciones ocurridas en los meses más fríos, pero también por un aumento o disminución menos marcada en aquellas ocurridas en verano. Por esta razón se calculó para cada año el exceso<sup>10</sup> de defunciones

<sup>10</sup> El exceso se definió como la desviación del promedio “estacional” calculada para cada año. Valor de 1 indica el valor “esperado” de una distribución uniforme entre las cuatro estaciones.

ocurridas en meses de invierno (entre junio y agosto), por un lado, y en meses de verano (entre diciembre y febrero), por otro. Para la figura 4.20 se graficaron los resultados para los tres grupos de edad desde los 60 años en adelante para hombres y mujeres por separado. En los gráficos se puede observar que para cada grupo de edad y para ambos sexos, los valores tanto de invierno como de verano se están acercando a 1, es decir, cuando no hay diferencia entre las defunciones de una estación y otra, afirmado que al menos en el caso de estos tres grupos de edad, la disminución en la razón de invierno/verano –y de la estacionalidad– se puede interpretar como “real” y no causado, por ejemplo, por un aumento de las defunciones ocurridas en verano.

**Figura 4.20**  
Exceso (o “déficit”) de defunciones en invierno y en verano por grupos de edad (mayores de 60 años) y sexo entre 1980 y 2013



**Fuente:** Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013.

*Nota:* Las líneas de color negro corresponden a invierno y las de color gris a verano.

## 5. Resultados

En el capítulo anterior se analizaron las variaciones estacionales de la mortalidad de todas las personas fallecidas en Chile entre los años 1980 y 2013. Durante los 34 años, casi 3.000.000 personas murieron y ellos formaron la base del estudio. La estrategia analítica de este estudio de naturaleza descriptivo, consistió en una combinación de tres clases de métodos: análisis gráfico, comparación de períodos de tiempo discretos y un modelo estadístico-geométrico. En la mayoría de los casos, los tres métodos entregaron resultados satisfactorios que coincidieron entre sí. Se estudió la estacionalidad según sexo, edad, región de residencia, grupo de causa básica de muerte y período. A continuación, se evalúan e interpretan los principales hallazgos del análisis para dar respuesta a las preguntas de investigación propuestas. Asimismo, se comparan los resultados con los de otras investigaciones que se han hecho sobre el tema.

### 5.1. Estacionalidad de las defunciones total y por edad

El análisis muestra un claro patrón estacional en las defunciones por todas las causas. Los mayores excesos ocurren en invierno, entre junio y agosto –con su máximo en el mes de julio- mientras los meses con menor incidencia de defunciones corresponden a los de verano. Las defunciones ocurridas durante invierno superan las de verano con un 24 por ciento aproximadamente. Este patrón, con un exceso de defunciones durante los meses más fríos del año, concuerda con los hallazgos de estudios realizados en países desarrollados y con regímenes de mortalidad modernas.

Sin embargo, el análisis por edad demostró que el patrón estacional de las defunciones no es el mismo a lo largo de la vida, sino que varía fuertemente según la edad, hallazgo que es apoyado por todos los estudios sobre el tema que han incorporado esta variable. Tampoco es invierno la estación que presenta el mayor exceso de defunciones en todas las edades. Tres grupos pueden ser identificados. En primer lugar, está el grupo de aquellas edades en las que predomina el exceso de defunciones en invierno. Estas

edades corresponden a los menores de 1 año y a los mayores de 40 años, aproximadamente. En segundo lugar, está el grupo de los que presentan exceso de defunciones durante verano y corresponden a las edades de entre 5 y 24 años. Y finalmente el grupo donde se observa poca variación estacional en las defunciones es el de las personas fallecidas entre las edades de 25 y 39 años. El grupo de 1 a 4 años no encaja bien en ninguno de los tres grupos.

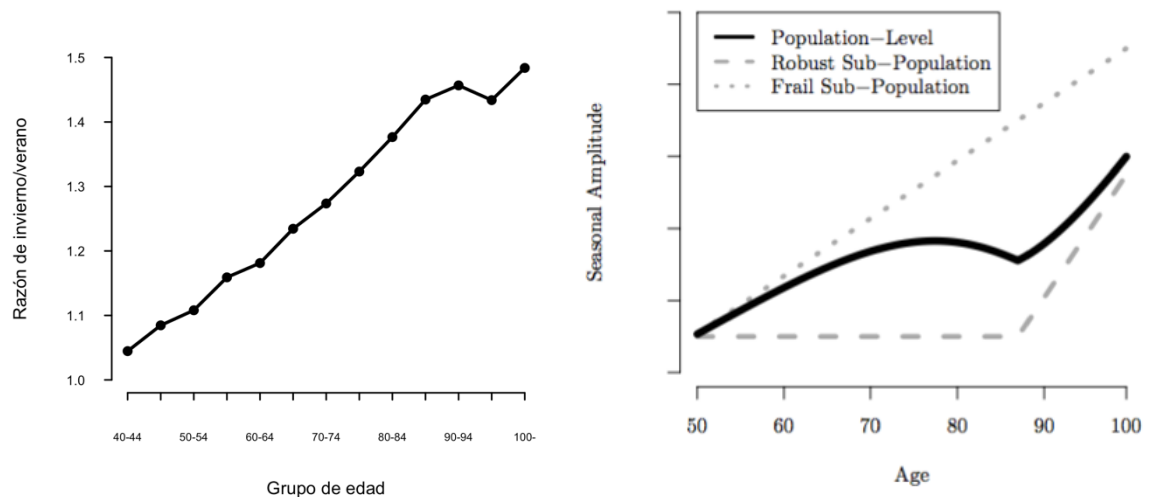
El patrón de distribución de defunciones a lo largo del año con exceso en invierno y mínimo en verano, observado en los menores de un año y los mayores de 40 años, corresponde al patrón más documentado en los trabajos recientes sobre mortalidad estacional. Además de afirmar el fuerte vínculo entre estacionalidad y edad, estos estudios han indicado que, en edades adultas, mientras más aumenta la edad, más aumentan también las diferencias entre estaciones en términos del nivel de mortalidad. El análisis para Chile muestra que el exceso se hace más pronunciado con la edad, desde los 40 hasta los 90 años, aproximadamente: el exceso de defunciones en invierno respecto a verano va aumentando de modo gradual y constante desde un 4% en el grupo de entre 40 y 44 años de edad, a más de un 40% para el grupo de 85 a 89 años. Sin embargo, luego la estacionalidad se estabiliza, baja ligeramente, y nuevamente sube en el último grupo abierto de edad. En otras palabras, en Chile, entre las personas de mayor edad, el patrón observado no coincide con el resultado típico descrito en estudios previos, de un aumento constante hasta el final de la vida (Rau, 2007; Feinstein, 2002).

Una posible explicación puede tener que ver con un cambio en la composición de la población por efecto de selección (Robine, 2001; Rau, 2007). De este modo, se entiende que como las personas de mayor edad son las más vulnerables en términos de mortalidad general, también lo serían en cuanto a la mortalidad estacional, dado que al aumentar la edad, el cuerpo humano es cada vez menos resistente a los peligros ambientales, en este caso, a los efectos perjudiciales de invierno. Sin embargo, al mismo tiempo, se observa un efecto de selección de la mortalidad ya que algunas personas son más frágiles que otras. Los más frágiles presentan mortalidad más alta dejando un subgrupo seleccionado de supervivientes. Como resultado, se observa que

la mortalidad aumenta más lento con la edad que en una población homogénea. Esto mismo ocurre en el caso de la mortalidad estacional. El supuesto es que, en la subpoblación frágil, la estacionalidad aumenta de manera lineal con la edad, mientras que la subpoblación fuerte es relativamente inmune a las estaciones hasta edades muy avanzadas, donde la estacionalidad aumenta a un ritmo más rápido. El resultado de un proceso de este tipo, en que la estacionalidad alta en el grupo frágil es compensada por la menor variación en el grupo más fuerte, es muy similar a lo observado en el caso chileno (figuras 5.1.a y b).<sup>11</sup>

**Figura 5.1**

Lado izquierdo (a): Razón de invierno/verano por grupos quinquenales de edad, Chile, 1980-2013. Lado derecho (b): Simulación del impacto del efecto de selección en la estacionalidad



**Fuente:** (a) Elaboración propia a partir de bases de datos de defunciones, DEIS e INE, 1980-2013. (b) (Rau, 2007: Fig. 4.13, pág. 115).

*Nota:* En (b) la línea gris de puntos corresponde la población frágil, la línea gris discontinua a la población fuerte y la línea negra muestra el nivel de la estacionalidad en la población total.

<sup>11</sup> Debido a los problemas de calidad que especialmente afectan los datos de los grupos de edad más avanzados, se considera que hay que tener cierta cautela a la hora de interpretar los resultados.

En cuanto a la estacionalidad en la población de niños, adolescentes y jóvenes, esta toma la forma opuesta al grupo anterior. Entre las edades de 5 y 24 años, las defunciones en verano superan las ocurridas en invierno. El exceso oscila entre un 13% y un 23%, siendo más marcada en el grupo de adolescentes de 10 a 14 años. Este patrón se explica por el hecho de que las causas de muerte más comunes en estas edades corresponden a las causas de muerte externas. Estas causas comprenden los accidentes y las lesiones intencionales, que son más probables de ocurrir en los meses más cálidos del año (Feinstein, 2002).

## 5.2. Estacionalidad de las defunciones por región de residencia

Estudios indican que la relación entre la temperatura y la mortalidad varía por ubicación geográfica y, por lo tanto, por el contexto climático. Especialmente en países europeos, se han observado amplias variaciones en la estacionalidad entre países con climas fríos, moderados o calurosos. Un patrón similar también se ha podido observar al analizar los datos de defunciones según la variable región de residencia, considerada como una aproximación al contexto climático. En Chile, la estacionalidad es menos marcada en los extremos sur y norte del país, y más pronunciada en la zona central. Estos resultados son esperados: los estudios indican que los países de regiones con climas templados, como España y Portugal, por ejemplo, tienden a mostrar variaciones estacionales de mortalidad más marcadas que países situados en regiones más frías, como Rusia y Finlandia. Por lo tanto, descubrir que las regiones con mayor estacionalidad están ubicadas en la zona central de Chile, donde predomina el clima mediterráneo, y las de menor estacionalidad en el sur con climas fríos, y en el norte, con climas más cálidos, no es una sorpresa.

En el análisis por región se utilizó la división territorial región (13 regiones), y su agrupación en cinco grandes zonas. De este análisis se puede concluir que, primero, en todas las regiones los mayores excesos de defunciones se observaron durante la época de invierno. La estacionalidad es más marcada en la Región Metropolitana, ubicada en

la zona central del país, donde las defunciones ocurridas en invierno superaron las de verano con un 29%. El nivel más bajo se observa en la región de Tarapacá, en el norte del país, con un 9% más de defunciones en invierno que en verano. Al analizar la estacionalidad por grandes regiones según edad y sexo, se observa que, en la mayoría de ellas, tanto para hombres y mujeres, se repite el típico patrón por edad con forma de U, indicando un exceso de defunciones durante invierno al principio y hacia el final de la vida, y exceso de muertes en verano en las edades jóvenes.

Sin embargo, este patrón se da de forma menos pronunciada en el grupo de mujeres, e incluso en el Norte Grande, las defunciones de mujeres de 5 a 14 años de edad ocurridas en invierno superan las de verano, situación opuesta a lo común. En la Zona Central, cuyo nivel de estacionalidad total supera la de las demás regiones grandes, son especialmente las defunciones ocurridas entre las personas adultas y en edades avanzadas las que presentan mayor estacionalidad en comparación con las demás regiones. Asimismo, en las dos regiones naturales que muestran menor estacionalidad, Norte Grande y Zona Austral, es entre los adultos donde el nivel de estacionalidad es más bajo. Es en esta edad donde la mayor parte de las defunciones ocurren, y, por lo tanto, tienen mayor impacto en definir el nivel de la estacionalidad total.

Las explicaciones a las diferencias contradictorias en el nivel de la estacionalidad entre países con climas templados y fríos, tienen que ver con una serie de factores que determinan la exposición al frío de las personas. El impacto de elementos como la calidad de vivienda, el precio de calefacción y factores culturales de comportamiento, entre otros, han sido estudiados. Se ha observado que en países con inviernos suaves, las temperaturas al interior de las casas son más bajas que en países con inviernos más fríos y, además, que los habitantes de ese tipo de países utilizan en su vestuario menos medidas de protección contra el frío, como el uso de gorros y otra ropa abrigadora. Así estarían más expuestas al frío, lo que se traduciría en un exceso de defunciones en invierno. Siguiendo esta lógica, la explicación a la estacionalidad más marcada en la templada zona central de Chile, estaría dada por un menor nivel de protección contra el estrés por frío, tanto al interior de las viviendas, como al exterior, comparado con el



sur del país. Esto puede explicarse tanto por estándares de eficiencia térmica más bajos como por factores de comportamiento y de “falta de cultura” sobre el frío, pues la necesidad de evitar las temperaturas bajas no es tan evidente, dado que el invierno es relativamente corto y sus temperaturas mínimas no son tan bajas. Los menores niveles de estacionalidad observados en el norte del país, se explican por los niveles de temperatura más elevados durante todo el año, y por variaciones menos marcadas entre las estaciones del año.

### 5.3. Estacionalidad de las defunciones por grupo de causa de muerte

Las estaciones del año causan cambios en las condiciones climáticas afectando el comportamiento de varias enfermedades. Estudios muestran que son especialmente las enfermedades del sistema circulatorio y las respiratorias las que explican el aumento de la mortalidad en invierno, mientras que las causas de muerte externas, son más probables de ocurrir durante los meses más cálidos del año.

El análisis de la estacionalidad de las defunciones por grupos de causas de muerte, se efectuó para el período de 17 años, de 1997 a 2013. De los 17 grupos de causas de muerte estudiados, una gran parte presentó variaciones estacionales con valores por sobre la media durante el período más frío del año, y valores por debajo la media durante el verano. En promedio, durante los 17 años de análisis de las defunciones totales por todas las causas, aquellas ocurridas en invierno superaron las de verano con un 21%. Coincidiendo con estudios previos, también en Chile, los dos grupos de causas principales que explican el aumento de la mortalidad en invierno fueron las enfermedades del sistema circulatorio y las respiratorias.

El grupo “ganador” con el patrón estacional de defunciones más fuerte, fue el de las defunciones por enfermedades del sistema respiratorio. En este grupo de causas, el número de defunciones en invierno fue un 70% mayor que en verano. Además, se observó que la estacionalidad de las defunciones por este grupo de causas fue especialmente marcada entre los niños pequeños y también fue más pronunciada entre

las mujeres comparada con los hombres. El aumento de las defunciones por las enfermedades de las vías respiratorias durante el invierno se asocia, entre otros factores, a que las bajas temperaturas facilitan la sobrevivencia de bacterias, por un lado y, por otro, disminuye la resistencia del sistema inmunológico y aumenta la susceptibilidad a infecciones pulmonares. Además, la transmisión de virus y de bacterias responsables de estas enfermedades en invierno, se ve facilitada por la cantidad de tiempo que se pasa en el interior, en estrecho contacto con otras personas, y en espacios cerrados mal ventilados (Trudeau, 1997).

A pesar de su patrón altamente estacional, las defunciones por enfermedades del sistema respiratorio no generaron el mayor exceso de muertes en invierno en términos absolutos. En Chile, las enfermedades respiratorias causaron el 10% de las defunciones totales, mientras el principal grupo de causa de muerte durante el período de análisis, explicando el 28% de las defunciones totales, fue el de las enfermedades del sistema circulatorio. Las defunciones por este tipo de enfermedades, ocurridas en invierno, superaron aquellas ocurridas en verano con un 34% y así, en términos absolutos, las defunciones por enfermedades del sistema circulatorio causaron el mayor impacto en la estacionalidad total.

Las enfermedades circulatorias principalmente afectan a personas adultas, por lo que se analizó la estacionalidad de esta causa por grupos de edad y sexo entre personas fallecidas después de haber cumplido los 30 años. Se descubrió que la estacionalidad aumenta a medida que aumenta la edad, desde valores de razón de invierno/verano cercanos a 1, de nula estacionalidad, a valores por sobre 1,50, es decir, con un exceso de 50% de defunciones en invierno comparado con las defunciones de verano. Sin embargo, el aumento no es lineal, sino que aumenta hasta los 54 años, luego se mantiene constante hasta los 74 años aproximadamente, y después nuevamente comienza a aumentar. Las diferencias entre hombres y mujeres son pocas, excepto en los últimos grupos de edad donde en el conjunto de hombres se observaron mayores niveles de estacionalidad que entre las mujeres. El aumento de las defunciones causadas por enfermedades del sistema circulatorio durante el invierno, se han

relacionado con los efectos adversos que tienen las bajas temperaturas en el sistema circulatorio, específicamente en los vasos sanguíneos y en la composición de la sangre (Ekamper et al., 2009; Huynen, et al., 2001).

Las muertes por causas externas, que correspondían al 9% del total de las defunciones en Chile durante el período de estudio, tienen una variación estacional diferente al resto de las causas. En estas se registró un exceso de decesos de 12% durante los meses de verano, comparado con los de invierno. Por grupos de edad, el exceso durante verano se observó entre las edades de 1 y 59 años, aproximadamente, mientras en las demás edades, las defunciones por este grupo de causa mostraron un exceso durante invierno. En Chile, especialmente los adolescentes se mueren por causas que se enmarcan dentro de las denominadas causas externas de mortalidad (OPS/OMS, 2011), y se entiende entonces que el patrón estacional de defunciones de jóvenes y adolescentes, con un mayor número de defunciones en los meses de verano comparado con el invierno, se relaciona con el comportamiento estacional de las causas de muerte principales que afectan a personas en estas edades, como accidentes de tránsito y asaltos.

#### 5.4. Estacionalidad de la mortalidad por período

La reducción de la mortalidad estacional se ha asociado principalmente con el progreso socioeconómico (Kunst, et al., 1991). Sin relacionar el estudio con un análisis sobre la situación socioeconómica de la población chilena, se asume que en términos generales las condiciones sociales y de vivienda han mejorado durante los 34 años de estudio, y, por consiguiente, se esperaba encontrar fluctuaciones estacionales de las defunciones menos marcadas hacia el final del período de análisis comparado con el inicio.

En efecto, el análisis de los cambios en el tiempo de las fluctuaciones estacionales de las defunciones mostró algunas características interesantes. Mediante la observación visual de la razón de invierno/verano, calculada y graficada para cada uno de los 34 años, se observó una disminución, algo repentina, en la estacionalidad que se situaba alrededor del año 1996. Este año coincide con el inicio de las campañas de invierno del

Ministerio de Salud para enfrentar la alta demanda de atención que ocurre en los meses de invierno, por lo que se supone que la caída observada en la estacionalidad está al menos hasta cierto punto relacionado con la implementación de esta política pública. Luego, utilizando el año 1996 para dividir el período de análisis en dos etapas de 17 años de duración y contrastándolos entre sí, se pudo observar una tendencia clara hacia diferencias menos marcadas en las defunciones de invierno y de verano en las edades adultas, tanto en el caso de hombres como de mujeres. Por grupos de edad, la disminución de la estacionalidad en el tiempo fue más importante entre las personas fallecidas después de haber cumplido 60 años, y se hacía más marcada a medida que aumentaba la edad, siendo especialmente considerable entre los mayores de 90 años. También entre los menores de 1 año se observó una disminución importante. La tendencia decreciente en la estacionalidad fue fuerte, sobre todo entre los años 1990 y 2000, mientras hacia el final del período de análisis se estabilizó.

Estos resultados que hablan de una disminución en la estacionalidad coinciden con los resultados de varios estudios conducidos en distintos países (Gemmel et al., 2000; Kunst et al., 1991; Lerchl, 1991), y se asume que, en general, pueden asociarse con una mejora en las condiciones de vida y en la atención de salud de la población chilena. Sin embargo, el haber encontrado que la disminución en la estacionalidad fue especialmente marcada entre los de mayor edad, contradice los resultados de los estudios de Feinstein (2002) y de Rau (2007) que, en cambio, observaron que la estacionalidad entre los de mayor edad ha aumentado con el tiempo. Rau sugiere que el aumento de la estacionalidad con el tiempo en edades avanzadas puede estar asociado con el efecto de selección mencionado anteriormente. De este modo, el aumento se relaciona con el cambio composicional, causado por el hecho de que hoy en día cada vez más personas están llegando a edades avanzadas, entre ellas, personas relativamente frágiles que, unas décadas atrás, no podrían haber alcanzado esas edades. Mientras en el pasado estas personas frágiles murieron temprano dejando un grupo de sobrevivientes fuertes que eran poco susceptibles a los efectos de las estaciones, hoy en día también personas frágiles, más sensibles a los efectos adversos del frío, pueden

llegar a edades avanzadas, lo que explicaría el aumento de la estacionalidad en estas edades. Si esto es cierto, puede ser que en el futuro se observe un aumento en la estacionalidad entre las personas de mayor edad en Chile.

#### 5.5. Estacionalidad de la mortalidad por sexo

La evidencia sobre las diferencias en la estacionalidad de la mortalidad de hombres y mujeres es contradictoria. Mientras algunos estudios no han encontrado diferencias entre los dos sexos (Feinstein, 2002; Rau, 2007), otros concluyen que el comportamiento estacional de la mortalidad sí varía entre hombres y mujeres, siendo por lo general las mujeres quienes muestran una mayor variación estacional, a pesar de experimentar menor mortalidad que los hombres a lo largo de su vida (Rau, 2007; Davie et al., 2007).

Dada la evidencia ambigua, para estudiar si en Chile existen diferencias en el comportamiento estacional de las defunciones de hombres y mujeres, se llevó a cabo la mayor parte del análisis para los dos sexos por separado. De este ejercicio se puede concluir que en Chile el patrón estacional de las defunciones no es el mismo para hombres y mujeres. Sin embargo, estas diferencias se hacen evidentes recién al analizar la estacionalidad por edad, pues al comparar los indicadores aquí utilizados para medir la estacionalidad de las defunciones para la totalidad de los hombres y de las mujeres, se podría llegar a concluir que son ellas las más susceptibles a los cambios de las estaciones. En total, las defunciones ocurridas en invierno entre el conjunto de mujeres superaron las de verano con un 28%, mientras entre los hombres se observó un exceso de 21%. No obstante, al observar las considerables diferencias entre sexos en ciertos grupos de edad, se dio cuenta que la estacionalidad de las defunciones por todas las causas para un período de varias décadas es en realidad el resultado agregado de varias variables y, por ende, la utilización de un indicador agregado es riesgoso, pues puede llevar a conclusiones erróneas. Asimismo, se confirma la conclusión de López (2012) según la cual el grado de profundización de las diferencias entre sexos dependerá del

grado de desagregación por edad de la población. Entre menor sea este, menor será también la información que podrá obtenerse de las diferencias por sexo del patrón estacional.

Para ambos sexos se observó el mismo patrón general con defunciones por sobre el promedio en invierno al principio y al final de la vida, y defunciones por debajo del promedio entre los niños, adolescentes y jóvenes. Sin embargo, tanto el exceso de defunciones en los grupos de jóvenes observado durante el verano, como el exceso de defunciones durante invierno entre los de mayor edad, es más marcado entre los hombres. Por lo tanto, se sugiere que la menor estacionalidad total observada para hombres es el resultado de juntar dos fenómenos de diferente comportamiento entre sí. Por una parte, el exceso de defunciones en edades adultas en invierno y, por otra, el exceso de defunciones entre los jóvenes y adolescentes en verano. Esto provocaría que las diferencias se igualen y que se genere, en este caso, la ilusión de una menor estacionalidad total para hombres, pese a que, al mirar el patrón por grupos de edad, las desviaciones en hombres son en realidad más marcadas comparado con mujeres. Dicho de otro modo, el valor total más bajo para los hombres es el resultado de promediar una mayor estacionalidad durante el verano en edades jóvenes con una mayor estacionalidad en invierno en edades más avanzadas. Sin embargo, cabe destacar que este patrón de mayor estacionalidad entre hombres no se repite en todos los casos. Por ejemplo, la estacionalidad de las defunciones causadas por enfermedades del sistema respiratorio es más pronunciada en el conjunto de mujeres.

Haber encontrado que son los hombres quienes muestran un patrón estacional de defunciones más intenso que las mujeres hace sentido bajo el razonamiento teórico, según el cual las mujeres son menos vulnerables, debido a que tienen menor mortalidad que los hombres a lo largo de su vida. Asimismo, este resultado coincide con el del estudio de Quételet realizado en 1800, y los hallazgos de Rau en Dinamarca, pero al mismo tiempo se contradice con los resultados de varios otros estudios recientes sobre el tema, que concluyen que el comportamiento estacional de la mortalidad no varía entre hombres y mujeres, o es ligeramente más fuerte entre las mujeres. Luego, es

difícil afirmar sobre las causas de las diferencias y, más aún, asociarlas con una menor capacidad de uno de los géneros para enfrentarse a los cambios en el clima. Se estima, por tanto, que las diferencias deben estar más asociadas a diferencias culturales y de comportamiento.

## 6. Observaciones finales

En Chile, el decir “*pasar agosto*” pone en manifiesto la concepción popular sobre la distribución de las defunciones a lo largo del año y sobre la repercusión del frío en la salud. El refrán explica sobre el especial cuidado que deben tener, especialmente las personas de edades avanzadas, durante el invierno para poder llegar a la primavera. Pero el efecto de las estaciones en la mortalidad y el aumento de las defunciones durante los meses más fríos se observa en varias partes del mundo, no solo en Chile. Pese a esto, poco se conoce sobre sus determinantes. En términos generales, se entiende que el patrón estacional de la mortalidad es claramente afectado por la temperatura, pero que la habilidad de protegerse de las bajas temperaturas es lo que finalmente determina el grado de variación estacional en la mortalidad.

Esta tesis analizó las defunciones ocurridas en Chile entre los años 1980 y 2013, con el objetivo de indagar lo cierto detrás de este refrán popular y de servir de un primer acercamiento general al comportamiento de las defunciones a lo largo del año. Su conclusión general, es que esto de “*pasar agosto*” no es mito sino -en gran parte- una realidad. En efecto, se descubrió que en Chile hay más defunciones entre los meses de invierno (junio, julio y agosto) y menos en los meses de verano (entre diciembre y febrero/marzo). También, que son en particular los menores de un año y los de mayor edad, los grupos de población que tienen mayor probabilidad de morir durante el invierno. Además, que la estacionalidad aumenta a medida que avanza la edad, aunque no de manera lineal, y que los hombres parecieran estar más afectados que las mujeres por los cambios en las estaciones. Este último punto es especialmente interesante dada la controversia en la literatura sobre la relación entre mortalidad estacional y sexo.

Chile es un país extenso y posee un amplio rango de climas a lo largo de su territorio. Se encontró estacionalidad más marcada en la templada Zona Central del país comparado con los extremos sur y norte, probablemente por aspectos relacionados con una mayor vulnerabilidad a los cambios en la temperatura. Este resultado es interesante pues -a diferencia de estudios que han analizado la estacionalidad en distintas regiones



dentro de un mismo país sin encontrar diferencias en la intensidad de la estacionalidad- muestra que se puede confirmar el hallazgo de una mayor estacionalidad en zonas templadas con datos de un solo país. Por ende, se cree que las diferencias regionales y climáticas son relevantes en Chile, dado que siguen existiendo grandes diferencias en las condiciones de vida y de vivienda entre -y al interior- de las regiones del país.

Asimismo, los datos demuestran que las defunciones por enfermedades del sistema respiratorio son altamente estacionales ocurriendo con más frecuencia en invierno. Además, todos los grupos de causas mostraron el patrón estacional más marcado. Sin embargo, las defunciones por enfermedades cardiovasculares también mostraron marcada estacionalidad y por ser la causa principal de muerte en Chile generan el mayor efecto en la estacionalidad total. Las causas externas de muerte, como los accidentes de tránsito, el ahogamiento y el asalto que son comunes entre los adolescentes y adultos jóvenes son más probables de ocurrir durante los meses más cálidos del año, explicando el patrón estacional opuesto en estas edades, con un exceso en verano.

Durante el período de estudio de 1980 a 2013, la estacionalidad tuvo una tendencia decreciente, que fue especialmente marcada en las personas de edad avanzada entre los años 1990 y 2000, aproximadamente. En términos generales, se estima que esta reducción se asocia con una mejoría en las condiciones de vida de la población chilena pero además coincide con el inicio de las campañas de invierno. Este es quizá uno de los hallazgos más interesantes de este estudio pues habla de un aparente impacto favorable de un programa de salud pública destinado a reducir la estacionalidad.

Los resultados de esta investigación demuestran que la estacionalidad de la mortalidad tiene un efecto importante en el sistema de salud chileno. La presión se coloca sobre todo en hospitales y sus instalaciones de emergencia, y en los consultorios y en los profesionales de salud durante los meses de invierno. A pesar de que el principal afectado es el sistema de salud -y las personas claro- las políticas públicas requeridas para reducir el número de muertes relacionadas con el frío no solo son un asunto de la

salud pública. Por el contrario, el fenómeno debe ser atacado desde una visión global y con el apoyo de diferentes sectores, entre ellos, el energético y el de la construcción. La evidencia en la literatura científica afirma que para reducir el riesgo de morir durante el invierno se debe evitar la exposición al frío. Por lo tanto, tener acceso a viviendas de mejor calidad con mejor eficiencia térmica y calefacción limpia a precios razonables son elementos claves en la prevención del exceso de mortalidad en invierno, lo que sin duda traería beneficios importantes para la salud de la población chilena que, a la larga, además, podría tener un sustancial impacto en la economía nacional en términos de ahorro en gastos de salud.

## 7. Bibliografía

Allende, Isabel (2003): *Mi país inventado*. Barcelona, Areté.

Arteaga, Óscar; Thollaug, Susan; Nogueira, Ana Cristina y Darras, Christian (2002): «Información para la equidad en salud en Chile». *Revista Panamericana de Salud Pública* 11 (5-6): 374-385.

Ballester-Díez, Ferran; Corella-Piquer, Dolors; Pérez-Hoyos, Santiago; Hervás-Hernandorena, Anna y Merino-Egea, Cayetano (1997): «Variación estacional de la mortalidad en la ciudad de Valencia, España». *Salud Pública de México* 39 (2): 95-101.

Barnett, Adrian G., y Dobson, Annette J. (2010): *Analysing seasonal health data*. Berlin/London, Springer.

Bay, Guiomar, y Orellana, Hernan (2007): «La calidad de las estadísticas vitales en América Latina. (Versión preliminar para discusión). Documento preparado para el taller de expertos en el uso de estadísticas vitales: alcances y limitaciones, Santiago de Chile».

Burkart, Katrin; Khan, Mobarak H.; Krämer, Alexander; Breitner, Susanne; Schneider, Alexandra y Endlicher, Wilfried R. (2011): «Seasonal variations of all-cause and cause-specific mortality by age, gender, and socioeconomic condition in urban and rural areas of Bangladesh». *International Journal for Equity in Health* 10 (32).

Cave, D. R. y Freedman, L. S. (1975): «Seasonal variations in the clinical presentation of crohn's disease and ulcerative colitis». *International Journal of Epidemiology* 4 (4): 317-320.

CEPAL/CELADE (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía-División de Población) (2011): «Envejecimiento poblacional». Observatorio Demográfico de América Latina, No. 12, (LC/G.2517-P). Santiago de Chile.

Chatfield, Chris (1996): *The analysis of time series*. London: Chapman and Hall.

Clinch, J. Peter y Healy, John D. (2000): «Housing standards and excess winter mortality». *Journal of Epidemiology & Community Health* 54 (9): 719-720.

Coutin, Gisele y Zambrano, Andrés (2006): «Comportamiento estacional de la mortalidad infantil en Cuba, 1987-2004». *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* 44 (2).

Davie, Gabrielle S.; Baker, Michael G.; Hales, Simon y Carlin, John B. (2007): «Trends and determinants of excess winter mortality in New Zealand: 1980 to 2000». *BMC Public Health* 7 (1): 263-272.

Dias, Célia Guimarães Netto (1975): «Variação estacional da mortalidade infantil no município do Salvador, BA, Brasil». *Revista de Saúde Pública* 9 (3): 285-294.

Dinsdale, Hywell; Williams, Edward S. y Tahzib, Farhang (2006): «Technical report: Excess winter mortality in the South East». Oxford: South East Public Health Observatory.

Donaldson, G. C.; Ermakov, S. P.; Komarov, Y. M.; McDonald, C. P. Keatinge, W. R. (1998): «Cold related mortalities and protection against cold in Yakutsk, eastern Siberia: observation and interview study». *BMJ* 317 (7164): 978-982.

Donaldson, G. C. y Keatinge, W. R. (1997): «Mortality related to cold weather in elderly people in southeast England, 1979-94». *BMJ* 315 (7115): 1055-1056.

Donaldson, G. C., Rintamäki, H. y Näyhä S. (2001): «Outdoor clothing: its relationship to geography, climate, behaviour and cold-related mortality in Europe». *International Journal of Biometeorology* 45 (1): 45-51.

Edwards, J. H. (1961): «The recognition and estimation of cyclic trends». *Annals of Human Genetics* 25: 83-87.

Ekamper, P.; Van Poppel, F.; Van Duin, C. y Garssen J. (2009): «150 Years of temperature-related excess mortality in the Netherlands». *Demographic Research* 21: 385-426.

Errázuriz Körner, Ana María (editora) (1998): *Manual de Geografía de Chile*. Santiago de Chile: Andrés Bello.

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». *The Lancet* 349 (9062): 1341-1346.

Feinstein, C. A. (2002): «Seasonality of deaths in the U.S. by age and cause». *Demographic Research* 6: 471-488.

Fichter, G. y Volk, P. (1980): «The eastern orientation of Merovingian graves and the seasonal distribution of morbidity and mortality (using the Sasbach-Behans and Bischoffingen-Bigärten cemeteries as examples)». *Journal of Human Evolution* 9 (1): 49-59.

Gawryszewski, Vilma; Sanhueza, Antonio; Solíz, Patricia; Giusti, Alejandro y Gerger, Andrea (2013): «Trends in ill-defined causes of deaths in Latin America, 2000 - around 2010». V Reunión RELACSSIS.

Gemmell, I. (2000): «Seasonal variation in mortality in Scotland». *International Journal of Epidemiology* 29 (2): 274-79.

Goic, Alejandro (2015): «El sistema de salud de Chile: una tarea pendiente». *Revista Médica de Chile* 143: 774-786.

Gouveia, N.; Hajat, S.; y Armstrong, B. (2003): «Socioeconomic differentials in the temperature-mortality relationship in Sao Paulo, Brazil». *International Journal of Epidemiology* 32 (3): 390-397.

Hajat, S., Kovats, R. S. y Lachowycz, K. (2006): «Heat-related and cold-related deaths in England and Wales: who is at risk?» *Occupational and Environmental Medicine* 64 (2): 93-100.

Hakko, Helinä (2000): «Seasonal variation of suicides and homicides in Finland. With special attention to statistical techniques used in seasonality studies». Tesis Doctoral, Oulu, Finlandia: Facultad de Medicina, Universidad de Oulu.

Happel, Stephen K. y Hogan, Timothy D. (2002): «Counting snowbirds: The importance of and the problems with estimating seasonal populations». *Population Research and Policy Review* 21 (3): 227-40.

Hare, E. H.; Moran, P. A. y Macfarlane, A. (1981): «The changing seasonality of infant deaths in England and Wales 1912-78 and its relation to seasonal temperature». *Journal of Epidemiology and Community Health* 35 (2): 77-82.

Haut, Cathy (2016): «Summer-Safe, Trauma-Wise: Advocating for Preventative Legislation». *Journal of Pediatric Health Care* 30 (3): 187-188.

Healy, J. D. (2003): «Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors». *Journal of Epidemiology and Community Health* 57 (10): 784-89.

Hewitt, David; Milner, Jean; Csimá, Adele y Pakula, Andrew (1971): «On Edwards' criterion of seasonality and a non-parametric alternative». *British Journal of Preventive and Social Medicine* 25 (3): 174-76.

Holopainen, Martti y Pulkkinen, Pekka (2008): *Tilastolliset menetelmät*. Porvoo: WSOY.

Huynen, M. M.; 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». *Environmental Health Perspectives* 109 (5): 463-70.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas, Chile) (1982): «Anuario de Demografía 1980». INE.

——— (2010a): «Estadísticas del bicentenario: Evolución de la población de Chile en los últimos 200 años». Boletín Informativo del Instituto Nacional de Estadísticas.

——— (2010b): «Evolución de la mortalidad en Chile según causas de muerte y edad, 1990-2007».

——— (2015): «Estadísticas Vitales, Anuario 2013». Santiago.

Keatinge, W., y Donaldson, G. (2001): «Winter deaths: warm housing is not enough (Letters)». *BMJ* 323 (7305): 166-67.

Keatinge, W. R.; Donaldson, G. C.; Cordioli, E.; Martinelli, M.; Kunst, A. E.; Mackenbach, J. P.; Näyhä, S. y Vuori, I. (2000): «Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study». *BMJ* 321 (7262): 670-73.

Kunst, A. E.; Looman, C. W. y Mackenbach, J. P. (1991): «The decline in winter excess mortality in The Netherlands». *International Journal of Epidemiology* 20 (4): 971-77.

——— (1993): «Outdoor air temperature and mortality in The Netherlands: a time-series analysis». *American Journal of Epidemiology* 137 (3): 331-41.

Laaidi, M.; Laaidi, K. y Besancenot, JP. (2006): «Temperature-related mortality in France, a comparison between regions with different climates from the perspective of global warming». *International Journal of Biometeorology* 51 (2): 145-53.

López González, F. (2012): «Enero y febrero, desviajadero». Tesis para obtener el grado de Maestro en Demografía, México: El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos Urbanos y Ambientales.

Lowen, A. C.; Mubareka, S.; Steel, J. y Palese, P. (2007): «Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature». *PLoS Pathogens* 3 (10).

- Mäkinen, T. M.; Raatikka, V.; Rytönen, M.; Jokelainen, J.; Rintamäki, H.; Ruuhela, R.; Näyhä, S. y Hassi, J. (2006): «Factors affecting outdoor exposure in winter: population-based study». *International Journal of Biometeorology* 51 (1): 27-36.
- McDowall, M. (1981): «Long term trends in seasonal mortality». *Population Trends* 26: 16-19.
- McKee, C. M. (1989): «Deaths in winter: Can Britain learn from Europe?» *European Journal of Epidemiology* 5 (2): 178-82.
- McMichael, A. J.; Wilkinson, P.; Kovats, R. S.; Pattenden, S.; Hajat, S.; Armstrong, B.; Vajanapoom N. et al. (2008): «International study of temperature, heat and urban mortality: the “ISOTHURM” project». *International Journal of Epidemiology* 37 (5): 1121-31.
- Muhuri, P. K. (1996): «Estimating seasonality effects on child mortality in Matlab, Bangladesh». *Demography* 33 (1): 98-110.
- Muñoz-Tudurí, M.; García-Moro, C. y Walker, P. L. (2006): «Time Series Analysis of the Epidemiological Transition in Minorca, 1634-1997». *Human Biology* 78 (5): 619-34.
- Nuñez, M. e Icaza, M. (2006): «Quality of Mortality statistics in Chile, 1997-2003». *Revista Médica de Chile*, 134: 1191–1196.
- Näyhä, S.; Hassi, J.; Jousilahti, P.; Laatikainen, T. y Ikäheimo, T. M. (2011): «Cold-related symptoms among the healthy and sick of the general population: National FINRISK Study data, 2002». *Public Health* 125 (6): 380-88.
- Omran, A. R. (1971): «The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change». *The Milbank Memorial Fund Quarterly* 49 (4): 509.
- OPS/OMS (Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud) (2011) «Salud en Chile 2010. Panorama de la situación de salud y del sistema



de salud en Chile». Serie Técnica de Análisis de Situación - PWR CHI/11/ HA/01. Santiago de Chile. <http://new.paho.org/chi/images/PDFs/salud%20chile%202010.pdf>.

Quetelet, A. (1838): *De l'influence des saisons sur la mortalité aux différents âges dans la Belgique*. Bruxelles: impr. de M. Hayez.

Rau, R. (2007): *Seasonality in human mortality: a demographic approach*. Demographic research monographs. Berlin ; New York: Springer.

Rau, R., y Doblhammer. G. (2003): «Seasonal mortality in Denmark: the role of sex and age». *Demographic Research* 9: 197-222.

Reichert, T. A. (2004): «Influenza and the winter increase in mortality in the united states, 1959-1999». *American Journal of Epidemiology* 160 (5): 492-502.

Ribotta, B. (2016): «Causas de defunción mal definidas en las provincias de Argentina, 2001-2013». *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud* 14 (3): 86-95.

Robine, J. M. (2001): «A new biodemographic model to explain the trajectory of mortality». *Experimental Gerontology* 36 (4-6): 899-914.

Rowland, D. T. (2003): *Demographic methods and concepts*. Oxford: Oxford University Press.

Sakamoto-Momiyama, M. (1977): *Seasonality in Human Mortality*. Tokyo: University of Tokyo Press.

Scheidel, W. (2009): «Disease and death in the ancient city of Rome». Princeton/Stanford Working Papers in Classics.

Shaw, B. D. (1996): «Seasons of death: aspects of mortality in imperial Rome». *The Journal of Roman Studies* 86: 100.

Stocks, J. M.; Taylor, N. A. S.; Tipton, M. J. y Greenleaf, J. E. (2004): «Human physiological responses to cold exposure». *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 75 (5): 444-57.

Tobías, A.; Sáez, M. y Galán, I. (2004): «Herramientas gráficas para el análisis descriptivo de series temporales en la investigación médica». *Medicina Clínica* 122 (18): 701-6.

Torrey, E. F.; Miller, J.; Rawlings, R. y Yolken, R. H. (1997): «Seasonality of births in schizophrenia and bipolar disorder: a review of the literature». *Schizophrenia Research* 28 (1): 1-38.

Trudeau, R. (1997): «Monthly and daily patterns of death». *Health Reports (Statistics Canada)* 9 (1): 43-50.

Walter, S.D. (1977): «The power of a test for seasonality». *British Journal of Preventative and Social Medicine*, 31: 137-140.

Walter, S. D. y Elwood, J. M. (1975): «A Test for Seasonality of Events with a Variable Population at Risk». *Journal of Epidemiology & Community Health* 29 (1): 18-21.

WHO (World Health organization) (1992): «International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision». Ginebra: OMS.

——— (2011): «Environmental burden of disease associated with inadequate housing -Methods for quantifying health impacts of selected housing risks in the WHO European Region».

Wilkinson, P.; Pattenden, S.; Armstrong, B.; Fletcher, A.; Kovats, R. S.; Mangtani, P. y McMichael, A. J. (2004): «Vulnerability to Winter Mortality in Elderly People in Britain: Population Based Study». *BMJ* 329 (7467): 647-52.

Wooldridge, J. M. (2006): *Introductory econometrics: a modern approach*. 3.<sup>a</sup> ed. Mason, Ohio: Thomson South-Western.

Yan, Y. Y. (2000): «The influence of weather on human mortality in Hong Kong». *Social Science & Medicine* 50 (3): 419-27.