

UNIVERSIDAD DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE MEDICINA SOCIAL

MAURICIO PÉREZ FLÓREZ

**Análisis espacio-temporal de las desigualdades sociales en la
mortalidad en la región Pacífico de Colombia: un estudio ecológico
2002-2015**

Ribeirão Preto - SP
2019

MAURICIO PÉREZ FLÓREZ

Análisis espacio-temporal de las desigualdades sociales en la mortalidad en la región Pacífico de Colombia: un estudio ecológico 2002-2015

Tesis presentada al Programa de Post-graduación en Salud Pública (Saúde Pública) del Departamento de Medicina Social, Facultad de Medicina de Ribeirão Preto, para optar al título de Doutor em Ciências.

Área de concentración: Saúde Pública

Orientador: Prof. Dr. Jorge Alberto Achcar

**Ribeirão Preto - SP
2019**

Autorizo la reproducción y divulgación total y parcial de este trabajo, por cualquier medio convencional o electrónico, para fines de estudio e investigación, desde que sea citada la fuente.

Pérez Floréz, Mauricio

Análisis espacio-temporal de las desigualdades sociales en la mortalidad en la región Pacífico de Colombia: un estudio ecológico 2002-2015. Ribeirão Preto, 2019.

334 p. : il. ; 30 cm

Tesis de Doctorado, presentada a la Facultad de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentración: Salud Pública.

Orientador: Achcar, Jorge Alberto.

1. Mortalidad. 2. Región Pacífico de Colombia. 3. Análisis Bayesiano.

HOJA DE APROBACION

Pérez Flórez, Mauricio

Análisis espacio-temporal de las desigualdades sociales en la mortalidad en la región Pacífico de Colombia: un estudio ecológico 2002-2015

Tesis presentada al Programa de Post-graduación en Salud Pública (Saúde Pública) del Departamento de Medicina Social, Facultad de Medicina de Ribeirão Preto, para optar al título de Doutor em Ciências.

Área de concentración: Saúde Pública

Aprobado en: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.(a) Dr(a) _____ Institución: _____

Juicio: _____ Firma: _____

Prof.(a) Dr(a) _____ Institución: _____

Juicio: _____ Firma: _____

Prof.(a) Dr(a) _____ Institución: _____

Juicio: _____ Firma: _____

Prof.(a) Dr(a) _____ Institución: _____

Juicio: _____ Firma: _____

AGRADECIMIENTOS

Al final de esta etapa de mi vida solo puedo dar gracias a **DIOS** y a la vida por darme la oportunidad de vivir esta gran experiencia que termina. Y como muchas cosas buenas en la vida, las cosas grandes llegan cuando estas rodeado de grandes personas.

En primer lugar quiero agradecer a mi orientador, el Dr. Jorge Alberto Achcar, quien fue mi guía en este camino, siempre dispuesto a colaborar y de quien obtuve grandes aprendizajes para toda la vida.

Infinitas gracias a la Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia) y a todas sus directivas quienes me patrocinaron en este camino. Y por supuesto a quienes me motivaron y me impulsaron hasta aquí. A la Dra. Marcela Arrivillaga, Dr. Pedro José Villamizar y Dra. Marisol Ramírez, entre otros. Y por supuesto a mi exjefe y gran amiga Dra. Yadira Eugenia Borrero.

Gracias a la Universidad de São Paulo (USP), sus profesores y colaboradores. En especial al Dr. Edson Zangiacomini Martinez, Dr. Eduardo Antonio Donadi; y por supuesto a Paula Maria Pereira y Sergio Carlos Nascimento.

Gracias al Profesor Rafael Tovar de la Universidad del Valle (Cali, Colombia) quien me puso en contacto con la USP.

Gracias a la Profesora Isabel Cristina Ruiz Buitrago de la Universidad Externado de Colombia (Bogotá, Colombia) por sus grandes aportes en el estudio de la mortalidad.

Gracias a mi familia que me apoyó desde Colombia. En especial a mis padres que siempre me motivaron con palabras de aliento, a mi ahijada Maira Alexandra que estuvo pendiente de mí y a nuestra nueva integrante: Gabriela ... bienvenida a la vida y a la familia Pérez.

Gracias a mis amigos de Colombia que fueron ese partner, que siguieron todos mis pasos en este camino a Brasil, que escucharon mis alegrías y mis tristezas, y siempre me motivaron desde la distancia..... Gracias de corazón.

También doy gracias a mis nuevos amigos en Brasil que fueron como mi familia durante mi estadía en Ribeirão Preto.

LISTA DE SIGLAS

Sigla	Definición
ARCH	Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average
CAR	Conditional Autoregressive (autorregresivo condicional)
CDSS	Comisión de Determinantes Sociales de Salud
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIE-9	Clasificación Internacional de Enfermedades, versión 9
CIE-10	Clasificación Internacional de Enfermedades, versión 10
CV	Coeficiente de variación
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas
DDT	Dicloro Difenil Tricloroetano
DEVI	Déficit de Vivienda
DIC	Deviance Information Criterion
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DSS	Desigualdades Sociales en Salud
ENT	Enfermedades no transmisibles
EVN	Esperanza de vida al nacer
GARCH	Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
IC_{Cred}95%	Intervalo de credibilidad del 95%
ICLD	Ingresos Corrientes de Libre Destinación
IDH	Índice de desarrollo humano
IDM	Índice de desarrollo municipal
INS	Instituto Nacional de Salud
IPM	Índice de Pobreza Multidimensional
MAD	Desvío Absoluto Medio
MAPE	Media de Error Porcentual Absoluto
MCMC	Monte Carlo en Cadena de Márkov
MSD	Desvío Medio al Cuadrado
ODES	Observatorio de Medición de Desigualdades y Análisis de Equidad en Salud
NBI	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas
N.V.	Nacido vivo
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONS	Observatorio Nacional de Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PIB	Producto Interno Bruto
R²	Coeficiente de determinación
RLA	Razón Log-Aditiva
RLC	Razón Log-Centrada
RLI	Razón Log-Isométrica
RMM	Razón de Mortalidad Materna

R_s	Coeficiente de Correlación de Spearman
SGSSS	Sistema General de Seguridad Social en Salud
SIG	Sistemas de información geográfica
smmlv	Salario mínimo mensual legal vigente
SV	Volatilidad estocástica (del inglés, Stochastic Volatility)
TMG	Tasa de mortalidad general
TMI	Tasa de mortalidad infantil
VPH	Virus del Papiloma Humano

PRESENTACION

El proyecto de investigación del doctorado “**Análisis espacio-temporal de las desigualdades sociales en la mortalidad en la región Pacífico de Colombia: Un estudio ecológico 2002-2015**” surge desde el Departamento de Salud Pública y Epidemiología de la Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia) para tratar de entender las desigualdades sociales y las dinámicas de la mortalidad en el occidente colombiano.

Siendo el tema principal de estudio la mortalidad en los cuatro departamentos (Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca) de la región Pacífico de Colombia (Figura 1) y su relación con las condiciones socioeconómicas de la región, los análisis realizados se enfocaron en la caracterización de la mortalidad (general y específica) y su comparación entre los cuatro departamentos durante el periodo 2002-2014; y posteriormente, para el periodo 2002-2015: un análisis de series de tiempo de la mortalidad específica por grandes causas de muerte; un análisis de datos composicionales donde se correlacionó la mortalidad proporcional anual (por causa de muerte) de los municipios con sus indicadores socioeconómicos; y finalmente un análisis espacio-temporal de las desigualdades sociales en la mortalidad y su relación con indicadores socioeconómicos en los municipios de la región Pacífico.

La presente tesis está dividida en cinco capítulos. En el primer capítulo se presentan algunas generalidades, conceptos y definiciones importantes para entender el estudio de la mortalidad. Los demás capítulos (2 a 5) fueron realizados en formato de artículo donde cada uno de ellos contiene las secciones de introducción, metodología, resultados y discusión. Las referencias de todos los capítulos se presentan al final de la tesis.

El capítulo dos presenta un análisis descriptivo y comparativo de la mortalidad (general y específica) en los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2014, resultados que dieron origen a dos manuscritos. El primero titulado “**Tendencias de la mortalidad 2002-2014 en los departamentos de la región Pacífico de Colombia**” que fue sometido a la revista colombiana “Revista Facultad Nacional de Salud Pública” y actualmente se encuentra en estado “En Revisión: Publicable con Modificaciones”. El segundo manuscrito se titula “**Uso de modelos de regresión con enfoque clásico y Bayesiano para comparar la mortalidad en la región Pacífico de Colombia**” que se encuentra en proceso de ajustes para ser enviado a la próxima edición de la revista “Notas de Población”, publicación académica de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Inicialmente el periodo de estudio era 2000-2014, pero debido a inconsistencia en los datos del 2000 y 2001 se tuvo que eliminar estos dos años. Posteriormente estuvo disponible la información de mortalidad del 2015 que se incluyó para los capítulos tres a cinco.

El tercer capítulo presenta un análisis de series de tiempo de la mortalidad específica por grandes causas y por departamento entre los años 2002 y 2015. Aquí se propuso el uso de un modelo de volatilidad estocástica (SV, por sus siglas en inglés Stochastic Volatility) para el análisis de series epidemiológicas en salud y se comparó su desempeño con dos métodos tradicionales: promedio móvil y modelos ARIMA de Box-Jenkins. Estos resultados dieron origen al manuscrito **“Use of stochastic volatility (SV) models in the mortality rates for the departments of the Pacific region of Colombia, 2002-2015”** el cual fue remitido a la “Revista Colombiana de Estadística” de la Universidad Nacional de Colombia donde actualmente se encuentra en revisión.

En el cuarto capítulo se usó un modelo de regresión multivariado para datos composicionales usando las transformaciones Razón Log-Aditiva (RLA) y la Razón Log-Isométrica (RLI) para correlacionar la mortalidad proporcional anual por causas específicas de muerte durante el periodo 2002-2015 con indicadores socioeconómicos de los 177 municipios de la región Pacífico de Colombia. Estos resultados dieron origen al manuscrito **“Análisis Bayesiano para datos composicionales de mortalidad e indicadores socioeconómicos en municipios de la región Pacífico de Colombia, 2002-2015”** que está siendo preparado para ser presentado a la revista brasilera “Cadernos de Saúde Pública”.

En este estudio el 2005 fue un año de referencia ya que al inicio de esta investigación era el último censo en Colombia (Censo General 2005) y donde fueron calculados varios de los indicadores socioeconómicos usados y realizadas las proyecciones de población. Un nuevo censo fue realizado en Colombia (Censo Nacional de Población y Vivienda 2018) pero la información aún no está disponible al público.

Finalmente el capítulo quinto se usaron modelos jerárquicos Bayesianos que consideraron la posible dependencia espacial y temporal de la información, para estudiar espacial y temporalmente las desigualdades sociales en la mortalidad (general y específica) 2002-2015 y su relación con indicadores socioeconómicos en los municipios de región Pacífico de Colombia. Estos resultados dieron origen al manuscrito **“Análisis espacio-temporal de las desigualdades socioeconómicas en la mortalidad general y específica en la región pacífico de Colombia, 2002-2015”** el cual se encuentra en proceso de elaboración para su publicación.

Con relación a las consideraciones éticas del proyecto, de acuerdo al Artículo 11 de la Resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud en Colombia (1), este estudio es clasificado como una investigación sin riesgo, considerando que se utilizaron fuentes de datos secundarias que son de dominio público. Además, como los datos de mortalidad son anónimos, el proyecto tuvo el visto bueno del “Comitê de Ética em Pesquisa” del Hospital das Clínicas y de la Facultad de Medicina de Ribeirão Preto de la Universidad de São Paulo (Anexo A).

CONTENIDO

1	Capítulo 1: GENERALIDADES SOBRE LA MORTALIDAD	22
1.1	DEFINICION DE LA MORTALIDAD	22
1.2	IMPORTANCIA DEL ANALISIS DE LA MORTALIDAD	22
1.3	TRANSICION EPIDEMIOLOGICA	23
1.4	PATRONES EN LA MORTALIDAD	24
1.4.1	Mortalidad diferencial según la edad	24
1.4.2	Mortalidad diferencial según el sexo	25
1.4.3	Mortalidad diferencial según causa de muerte	25
1.5	SISTEMA DE ESTADISTICAS VITALES EN COLOMBIA	25
1.6	CAUSAS DE MUERTE	26
1.7	ANALISIS DE LA MORTALIDAD	28
1.8	ERRORES DE LAS ESTADISTICAS VITALES	29
1.8.1	Calidad	30
1.8.2	Cobertura	30
2	Capítulo 2: CARACTERIZACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA MORTALIDAD (GENERAL Y ESPECÍFICA) EN LOS DEPARTAMENTOS DE LA REGIÓN PACÍFICO DE COLOMBIA: 2002-2014	32
2.1	INTRODUCCIÓN DEL CAPITULO	32
2.2	OBJETIVOS DEL CAPITULO	34
2.2.1	General	34
2.2.2	Específicos	34
2.3	METODOLOGIA DEL CAPITULO	34
2.3.1	Tipo de estudio, periodo y área de estudio	34
2.3.2	Fuentes de información y variables	37
2.3.3	Calidad de la información	39
2.3.4	Análisis exploratorio de las defunciones	40
2.3.5	Análisis estadístico	41
2.4	RESULTADOS DEL CAPITULO	45
2.4.1	Caracterización y tendencias de la mortalidad: Análisis descriptivo de los datos	45
2.4.2	Mortalidad proporcional por grandes causas	54
2.4.3	Mortalidad específica por grandes causas	63
2.4.4	Modelado estadístico de los datos: Comparación de la mortalidad por departamentos	78
2.4.4.1	Validación de los supuestos del modelo de regresión ajustado bajo el enfoque clásico (modelo 1)	85
2.4.4.2	Ajuste del modelo 5: Defunciones observadas y estimadas	85
2.5	DISCUSIÓN DEL CAPITULO	86
3	Capítulo 3: USO DE MODELOS DE VOLATILIDAD ESTOCÁSTICA (SV) EN LAS TASAS DE MORTALIDAD PARA LOS DEPARTAMENTOS DE LA REGIÓN PACÍFICO DE COLOMBIA, 2002-2015	92
3.1	INTRODUCCIÓN DEL CAPITULO	92

3.2	METODOLOGIA DEL CAPITULO	96
3.2.1	Tipo de estudio, periodo y área de estudio	96
3.2.2	Fuentes de información y variables	96
3.2.3	Procesamiento de la información	97
3.2.4	Análisis estadístico	97
3.3	RESULTADOS DEL CAPITULO	102
3.3.1	Análisis preliminar de los datos observados	102
3.3.2	Uso de modelos de volatilidad estocástica (SV)	106
3.3.3	Verificación de los modelos en términos de pronóstico de observaciones futuras	119
3.3.4	Análisis de los residuales	124
3.4	DISCUSIÓN DEL CAPITULO	125
3.4.1	Mortalidad general	125
3.4.2	Enfermedades del sistema circulatorio	126
3.4.3	Neoplasias	130
3.4.4	Demas causas	132
3.4.5	Aumento de tasas de mortalidad por ENT	133
3.4.6	Causas externas	139
3.4.7	Enfermedades transmisibles	140
3.4.8	Implementación de Políticas Publicas	142
3.4.9	Heterogeneidad de la mortalidad en los cuatro departamentos	143
3.4.10	Modelo de volatilidad estocástica (SV)	144
3.4.11	Fortalezas del estudio	146
3.4.12	Limitaciones del estudio	146
4	Capítulo 4: MORTALIDAD Y DESIGUALDADES SOCIALES EN SALUD	149
4.1	INTRODUCCIÓN DEL CAPITULO	149
4.2	OBJETIVO DEL CAPITULO	153
4.3	MÉTODOS DEL CAPITULO	154
4.3.1	Tipo de estudio, periodo y área de estudio	154
4.3.2	Fuentes de información	154
4.3.3	Análisis estadístico	158
4.4	RESULTADOS DEL CAPITULO	168
4.4.1	Análisis general de la mortalidad proporcional	168
4.4.2	Análisis descriptivo de los indicadores socioeconómicos	173
4.4.3	Mortalidad proporcional según indicadores socioeconómicos	174
4.4.4	Análisis descriptivo del vector respuesta (y_{ik})	181
4.4.4.1	Usando la transformación RLA	181
4.4.4.2	Usando la transformación RLI	185
4.4.5	Correlación entre las transformaciones originales y modificadas	186
4.4.6	Comparando estimaciones con las transformaciones RLA y RLI	186
4.4.7	Modelos de regresión Razón Log-Aditivo (RLA)	190
4.4.8	Modelos de regresión Razón Log-Isométrica (RLI)	200
4.4.9	Describiendo la asociación entre los componentes y las covariables	204

4.4.10	Análisis de los residuales	204
4.5	DISCUSIÓN DEL CAPITULO	204
5	Capítulo 5: ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE LA MORTALIDAD GENERAL Y ESPECIFICA EN LA REGIÓN PACIFICO DE COLOMBIA, 2002-2015	213
5.1	INTRODUCCIÓN DEL CAPITULO	213
5.2	OBJETIVOS DEL CAPITULO	214
5.2.1	General	214
5.2.2	Objetivos específicos:	214
5.3	METODOLOGÍA DEL CAPITULO	215
5.3.1	Tipo de estudio, periodo y área de estudio	215
5.3.2	Área de estudio	215
5.3.3	Fuentes de información	215
5.3.4	Procesamiento	218
5.3.5	Análisis estadístico	220
5.4	RESULTADOS DEL CAPITULO	224
5.4.1	Análisis descriptivo de los indicadores socioeconómicos	224
5.4.2	Tendencias de la mortalidad general y específica	227
5.4.3	Análisis espacial de los indicadores socioeconómicos	228
5.4.4	Descripción espacial y temporal de la mortalidad general	234
5.4.5	Descripción espacial y temporal de la mortalidad específica	235
5.4.6	Análisis espacio-temporal de la mortalidad general y específica	238
5.4.6.1	Mortalidad general (modelo 1)	238
5.4.6.2	Enfermedades transmisibles (modelo 2)	239
5.4.6.3	Neoplasias (modelo 3)	240
5.4.6.4	Enfermedades del sistema circulatorio (modelo 4)	241
5.4.6.5	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (modelo 5)	242
5.4.6.6	Causas externas (modelo 6)	243
5.4.6.7	Todas las demás causas (modelo 7)	245
5.5	DISCUSIÓN DEL CAPITULO	261
	REFERENCIAS	269
	APENDICES	281
	Apéndice A. Análisis exploratorio de las defunciones anuales por municipios de la región Pacífico durante el periodo 2002-2015. Leyendas con nombre de municipio (departamento)	281
	Apéndice B. Datos de mortalidad en los municipios de la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015; y estadísticos descriptivos	294
	Apéndice C. Número de defunciones anuales por grupo de causa básica y mortalidad proporcional en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2014	302
	Apéndice D. Número de defunciones anuales por grupo de causa básica y mortalidad proporcional, por sexo, en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2014	303
	Apéndice E. Número de defunciones anuales por grupo de causa básica y mortalidad proporcional, por departamento, en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2014	305
	Apéndice F. Pirámides poblacionales de la distribución poblacional por sexo y edad en los departamentos de la región Pacífico de Colombia, años 2002 y 2015	309
	Apéndice G. Modelos ARIMA (p,d,q)	311

Apéndice H. Estadísticas de ajuste de los modelos de series de tiempo.....	313
Apéndice I. Graficas con tasas anuales de mortalidad general y específicas, 2002-2015.....	314
Apéndice J. Uso de modelos de medias móviles y modelos ARIMA (2,1,0)	318
Apéndice K. Describiendo la asociación entre los componentes y los indicadores socioeconómicos	321
ANEXOS	330
Anexo A. Documento de aprobación del “Comitê de Ética em Pesquisa” del Hospital das Clínicas y de la Facultad de Medicina de Ribeirão Preto de la Universidad de São Paulo.....	330
Anexo B. Clasificación de la causa de muerte según la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS.....	331
Anexo C. Variables contenidas en el Indicador de Desarrollo Municipal (IDM)	334

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los grandes grupos de causas de muerte de la lista de mortalidad 6/67 de la OMS/OPS	27
Tabla 2. Características sociodemográficas, económicas y sociales de los cuatro departamentos que comprenden el área de estudio: Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca	36
Tabla 3. Datos para los denominadores de las tasas de mortalidad (número de habitantes y nacidos vivos) en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca, periodo 2002-2014	37
Tabla 4. Total de defunciones en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca durante el periodo 2002-2014	38
Tabla 5. Índice de rendimiento de calidad de los datos de mortalidad (global y por componente) para los datos de mortalidad del 2014 de los departamentos del área de estudio	40
Tabla 6. Especificación de los modelos para la comparación de la mortalidad (general y específica) entre los cuatro departamentos de la Región Pacífico de Colombia	43
Tabla 7. Total de defunciones del periodo 2002-2014 en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca: distribución porcentual y tasas específicas de mortalidad por sexo y grupos de edad	46
Tabla 8. Tasas de mortalidad general (bruta y estandarizada) en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca, periodo 2002-2014	51
Tabla 9. Distribución de las defunciones de acuerdo con las grandes causas de mortalidad, según la lista de mortalidad 6/67, en todos los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca, periodo 2002-2014	54
Tabla 10. Mortalidad proporcional para cada grupo de causa de muerte y sexo, global para el periodo de estudio 2002-2014 y para los años 2002 y 2014	60
Tabla 11. Distribución de las defunciones con causa mal definida en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca, periodo 2002-2014	63
Tabla 12. Datos de mortalidad específica por grupos de la "Lista 6/67- CIE-10" de la OMS/OPS, en el departamento del Cauca, periodo 2002-2014	68
Tabla 13. Datos de mortalidad específica por grupos de la "Lista 6/67- CIE-10" de la OMS/OPS, en el departamento del Chocó, periodo 2002-2014	69
Tabla 14. Datos de mortalidad específica por grupos de la "Lista 6/67- CIE-10" de la OMS/OPS, en el departamento de Nariño, periodo 2002-2014	70
Tabla 15. Datos de mortalidad específica por grupos de la "Lista 6/67- CIE-10" de la OMS/OPS, en el departamento del Valle del Cauca, periodo 2002-2014	71
Tabla 16. Estimadores clásicos y Bayesianos de los parámetros de regresión para los modelos de regresión para comparar la mortalidad general y específica entre los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca durante el periodo 2002-2014	80
Tabla 17. Tasas de mortalidad general ($\times 1.000$) y específica ($\times 100.000$) para los departamentos de la región Pacífico, años 2002 y 2015	103
Tabla 18. Resultados del modelo SV con estructura $AR(2)$ para las volatilidades para las series de tiempo de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en la Región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015 (en $(*)$ fue significativo)	108
Tabla 19. Resultados del modelo SV con estructura $AR(2)$ para las volatilidades para las series de tiempo de mortalidad por todas las demás causas en la Región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015 (en $(*)$ fue significativo)	109
Tabla 20. Resultados del modelo SV con estructura $AR(2)$ para las volatilidades para las series de tiempo de mortalidad por neoplasias en la Región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015 (en $(*)$ fue significativo)	110
Tabla 21. Resultados del modelo SV con estructura $AR(2)$ para las volatilidades para las series de tiempo de mortalidad por causas externas en la Región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015 (en $(*)$ fue significativo)	111
Tabla 22. Resultados del modelo SV con estructura $AR(2)$ para las volatilidades para las series de tiempo de mortalidad por causas transmisibles en la Región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015 (en $(*)$ fue significativo)	112
Tabla 23. Medidas de ajuste para los modelos de medias móviles con tres rezagos ($k=3$), ARIMA de Box-Jenkins (2,1,0) y modelo de volatilidad estocástica (SV) de segundo orden $AR(2)$ para las volatilidades (usando datos de $n=164$ meses)	120

Tabla 24. Validación de los tres modelos para las series de tiempo de mortalidad por causas específicas en la Región Pacífico de Colombia, para los últimos 4 meses del periodo de estudio (165 a 168 correspondiente a los meses de septiembre a diciembre de 2015), en términos de pronósticos para observaciones futuras.....	121
Tabla 25. Mortalidad proporcional de las defunciones de acuerdo con las seis grandes causas de mortalidad, según la lista de mortalidad 6/67, en los cuatro departamentos (Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca) de la región Pacífico, periodo 2002-2015	154
Tabla 26. Indicadores sociales y económicos para los municipios del área de estudio	155
Tabla 27. Criterios para la clasificación de los municipios de Colombia en siete categorías.....	156
Tabla 28. Clasificación de los municipios del área de estudio de acuerdo con su categoría, año 2005	156
Tabla 29. Estadísticos descriptivos de los indicadores socioeconómicos de los municipios de la región Pacífico de Colombia	173
Tabla 30. Mortalidad proporcional en el municipio de Popayán (Cauca), año 2002	182
Tabla 31. Construcción de la variable respuesta del estudio usando los datos de defunciones de Popayán (Cauca) para el año 2002	182
Tabla 32. Modelos de regresión con base en las transformaciones RLA y RLI con covariables los departamentos	187
Tabla 33. Proporciones departamentales de mortalidad estimadas usando la transformación RLA y RLI.....	188
Tabla 34. Modelo de regresión Log-Aditivo (RLA) para $Y_1 = \log(\text{proporción muertes por enfermedades transmisibles} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$	195
Tabla 35. Modelo de regresión Log-Aditivo (RLA) para $Y_2 = \log(\text{proporción muertes por neoplasias} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$	196
Tabla 36. Modelo de regresión Log-Aditivo (RLA) para $Y_3 = \log(\text{proporción muertes por enfermedades del sistema circulatorio} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$	197
Tabla 37. Modelo de regresión Log-Aditivo (RLA) para $Y_4 = \log(\text{proporción muertes por afecciones originadas en el periodo perinatal} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$	198
Tabla 38. Modelo de regresión Log-Aditivo (RLA) para $Y_5 = \log(\text{proporción muertes por causas externas} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$	199
Tabla 39. Modelo de regresión usando RLI (Razón Log-Isométrica) para Y_1	201
Tabla 40. Modelo de regresión usando RLI (Razón Log-Isométrica) para Y_2	202
Tabla 41. Modelo de regresión usando RLI (Razón Log-Isométrica) para Y_3	202
Tabla 42. Modelo de regresión usando RLI (Razón Log-Isométrica) para Y_4	203
Tabla 43. Modelo de regresión usando RLI (Razón Log-Isométrica) para Y_5	203
Tabla 44. Indicadores sociales y económicos para los municipios del área de estudio	217
Tabla 45. Información de los seis municipios donde se realizó imputación de datos para la variable déficit de vivienda (DEVI)	219
Tabla 46. Estadísticas descriptivas de los indicadores socioeconómicos de los 177 municipios de la región Pacífico de Colombia	226
Tabla 47. Estadísticos resumen de la distribución a posteriori para los parámetros del modelo espacio-temporal con variable respuesta: mortalidad general (modelo 1); enfermedades transmisibles (modelo 2); y neoplasias (modelo 3)	247
Tabla 48. Estadísticos resumen de la distribución a posteriori para los parámetros del modelo espacio-temporal con variable respuesta: enfermedades del sistema circulatorio (modelo 4) y ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (modelo 5)	251
Tabla 49. Estadísticos resumen de la distribución a posteriori para los parámetros del modelo espacio-temporal con variable respuesta: causas externas (modelo 6) y todas las demás causas (modelo 7).....	256

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio correspondiente a los departamentos de la Región Pacífico de Colombia: Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca.....	35
Figura 2. Gráfica de dispersión del coeficiente de variación y rango del número defunciones de los 177 municipios de la región Pacífico, periodo 2002-2015.....	41
Figura 3. Curvas de mortalidad por sexo en los departamentos de la región Pacífico de Colombia, periodos 2002-2005, 2006-2010 y 2011-2014.....	49
Figura 4. a) Tasa bruta de mortalidad; y b) Tasa de mortalidad estandarizada por edad, en los departamentos de la región Pacífico, durante los años 2002 al 2014.....	52
Figura 5. Tasa de mortalidad específica en hombres (arriba) y mujeres (abajo) en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca durante los años 2002 al 2014.....	53
Figura 6. Mortalidad proporcional por los 6 grandes grupos de la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS en todos los departamentos (Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca) durante el periodo 2002-2014.....	55
Figura 7. Mortalidad proporcional por sexo para los 6 grandes grupos de la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS en todos los departamentos de la región Pacífico, periodo 2002-2014.....	56
Figura 8. Mortalidad proporcional por los 7 grandes grupos de la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de mortalidad del DANE.....	58
Figura 9. Número de defunciones promedio y tasa de mortalidad específica por enfermedades del sistema circulatorio (general y por sexo) en los departamentos de la región Pacífico colombiana, durante los años 2002 al 2014.....	72
Figura 10. Número de defunciones promedio y tasa de mortalidad específica por todas las demás causas (general y por sexo) en los departamentos de la región Pacífico colombiana, durante los años 2002 al 2014.....	73
Figura 11. Número de defunciones promedio y tasa de mortalidad específica por causas externas (general y por sexo) en los departamentos de la región Pacífico colombiana, durante los años 2002 al 2014.....	74
Figura 12. Número de defunciones promedio y tasa de mortalidad específica por neoplasias (tumores) (general y por sexo) en los departamentos de la región Pacífico colombiana, durante los años 2002 al 2014.....	75
Figura 13. Número de defunciones promedio y tasa de mortalidad específica por enfermedades transmisibles (general y por sexo) en los departamentos de la región Pacífico colombiana, durante los años 2002 al 2014.....	76
Figura 14. Número de defunciones promedio y tasa de mortalidad específica por ciertas afecciones originadas en el período perinatal (general y por sexo) en los departamentos de la región Pacífico colombiana, durante los años 2002 al 2014.....	77
Figura 15. Gráficas de dispersión del número de defunciones observadas y estimadas usando el modelo 5 por grandes grupos de causas, región Pacífico, 2002-2014.....	85
Figura 16. Series de tiempo observadas (N=168 meses) por departamento de la Región Pacífico de Colombia durante el periodo enero de 2002 a diciembre de 2015 para: a) mortalidad general; y mortalidad específica por: b) enfermedades del sistema circulatorio; c) todas las demás causas de muerte; d) neoplasias; e) causas externas; f) enfermedades transmisibles; y g) afecciones originadas en el periodo perinatal.....	105
Figura 17. Series de tiempo observadas y estimadas para las enfermedades del sistema circulatorio mediante los modelos de medias móviles con tres rezagos (k=3), ARIMA de Box-Jenkins (2,1,0) y modelo de volatilidad estocástica (SV) de segundo orden AR(2) para las volatilidades.....	114
Figura 18. Series de tiempo observadas y estimadas para la mortalidad por todas las demás causas mediante los modelos de medias móviles con tres rezagos (k=3), ARIMA de Box-Jenkins (2,1,0) y modelo de volatilidad estocástica (SV) de segundo orden AR(2) para las volatilidades.....	115
Figura 19. Series de tiempo observadas y estimadas para las neoplasias mediante los modelos de medias móviles con tres rezagos (k=3), ARIMA de Box-Jenkins (2,1,0) y modelo de volatilidad estocástica (SV) de segundo orden AR(2) para las volatilidades.....	116
Figura 20. Series de tiempo observadas y estimadas para las causas externas mediante los modelos de medias móviles con tres rezagos (k=3), ARIMA de Box-Jenkins (2,1,0) y modelo de volatilidad estocástica (SV) de segundo orden AR(2) para las volatilidades.....	117
Figura 21. Series de tiempo observadas y estimadas para las enfermedades transmisibles mediante los modelos de medias móviles con tres rezagos (k=3), ARIMA de Box-Jenkins (2,1,0) y modelo de volatilidad estocástica (SV) de segundo orden AR(2) para las volatilidades.....	118

Figura 22. Distribución de los indicadores déficit de vivienda (DEVI), DEVI cuantitativo y DEVI cualitativo en los municipios de la región Pacífico de Colombia, año 2005.	157
Figura 23. Matriz de dispersión de los indicadores déficit de vivienda (DEVI), DEVI cuantitativo y DEVI cualitativo en los municipios de la región Pacífico de Colombia, año 2005	158
Figura 24. Distribución de las defunciones (N=489.919) de los departamentos de la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015, según causas de muerte.....	169
Figura 25. Mortalidad proporcional en los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia, 2002-2015, según causas de muerte	169
Figura 26. Mortalidad proporcional por los 6 grandes grupos de la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS en todos los departamentos (Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca) durante el periodo 2002-2015.....	170
Figura 27. Tendencia anual de la mortalidad proporcional por grandes causas en los municipios de la región Pacífico de Colombia 2002-2015	171
Figura 28. Mortalidad proporcional de las grandes causas, por departamento, durante el periodo 2002-2015.....	172
Figura 29. Diagrama de cajas de los indicadores socioeconómicos de los departamentos de la región Pacífico de Colombia. IDM: Índice de Desarrollo Municipal; NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas; IPM: Índice de Pobreza Multidimensional; DEVI cuanti: Déficit de vivienda cuantitativo; DEVI cuali: Déficit de vivienda cualitativo; IEM: Importancia Económica Municipal; Cob.Salud: Cobertura en salud	173
Figura 30. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con la categoría de los municipios (0-5 no pequeños y 6 pequeños) en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015	174
Figura 31. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el Índice de Desarrollo Municipal (IDM) (2002-2009) en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015	175
Figura 32. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) 2005 en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015	176
Figura 33. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) 2005 en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015	177
Figura 34. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el indicador Déficit de Vivienda (DEVI) cuantitativo 2005 en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015	178
Figura 35. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el indicador Déficit de Vivienda (DEVI) cualitativo 2005 en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015	179
Figura 36. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el indicador Importancia Económica Municipal (IEM) 2005 en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015	180
Figura 37. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el indicador Cobertura en Salud (%) 2005 en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015	181
Figura 38. Distribución de las variables respuestas del estudio de acuerdo con la transformación RLA presentada en (8) y RLA modificada presentada en (12).....	184
Figura 39. Distribución de las variables respuestas del estudio de acuerdo con la transformación RLI presentada en (9) y RLI modificada presentada en (12)	185
Figura 40. Graficas de correlación entre la transformación RLA (eje X) y RLA modificada (eje Y); y RLI (eje X) y RLI modificada (eje Y)	186
Figura 41. Mortalidad proporcional por departamento para cada una de las seis grandes causas, estimadas por los modelos (2 a 5) y la proporción observada (n=1.482). P1 a P6, representan respectivamente: π_1 , π_2 , π_3 , π_4 , π_5 y π_6	189
Figura 42. Vecinos por criterio de adyacencia (matriz Queen de contigüidad).....	222
Figura 43. Distribución de los indicadores socioeconómicos municipales de la región Pacífico de Colombia (IDM: Índice de desarrollo municipal; NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas; IPM: Índice de Pobreza Multidimensional; DEVI: Déficit de vivienda; Cob.Salud: Cobertura en salud; Tasa.Alfab: Tasa de Alfabetismo)	225
Figura 44. Distribución de los indicadores socioeconómicos municipales de la región Pacífico de Colombia, según departamento (IDM: Índice de desarrollo municipal; NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas; IPM: Índice de Pobreza Multidimensional; DEVI: Déficit de vivienda; Cob.Salud: Cobertura en salud).....	227

Figura 45. Descripción espacial de los indicadores socioeconómicos de los 177 municipios de la región Pacífico de Colombia. IDM: Índice de desarrollo municipal; NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas; IPM: Índice de Pobreza Multidimensional	230
Figura 46. Distribución espacial de la mortalidad en los 177 municipios de la región Pacífico de Colombia [tasa cruda de mortalidad $\times 1.000$ en a) y e); y demás $\times 100.000$] promedio del periodo 2002-2015: a) General; b) Enfermedades transmisibles; c) Neoplasias; d) Enfermedades del sistema circulatorio; e) Ciertas afecciones originadas en el período perinatal; f) Causas externas; g) Todas las demás enfermedades; h) Signos, síntomas y afecciones mal definidas	232
Figura 47. Distribución espacial de la mortalidad general en los 177 municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda $\times 1.000$ habitantes para cada año del periodo de estudio	234
Figura 48. Distribución espacial de la mortalidad por enfermedades transmisibles en los municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda $\times 100.000$ habitantes) para cada año del periodo de estudio	235
Figura 49. Distribución espacial de la mortalidad por neoplasias en los municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda $\times 100.000$ habitantes) para cada año del periodo de estudio.....	235
Figura 50. Distribución espacial de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en los municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda $\times 100.000$ habitantes) para cada año del periodo de estudio	236
Figura 51. Distribución espacial de la mortalidad por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal en los municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda $\times 1.000$ NV) para cada año del periodo de estudio.....	236
Figura 52. Distribución espacial de la mortalidad por causas externas en los municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda $\times 100.000$ habitantes) para cada año del periodo de estudio.....	237
Figura 53. Distribución espacial de la mortalidad por todas las demás causas en los municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda $\times 100.000$ habitantes para cada año del periodo de estudio	237
Figura 54. Tasas crudas y estandarizadas de mortalidad general y específica en los departamentos de la región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015	314
Figura 55. Asociación entre los componentes y la categoría del municipio	322
Figura 56. Asociación entre los componentes y el Índice de Desarrollo Municipal (IDM)	323
Figura 57. Asociación entre los componentes y el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)	324
Figura 58. Asociación entre los componentes y el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM).....	325
Figura 59. Asociación entre los componentes y el Índice de Déficit de Vivienda (DEVI) Cuantitativo.....	326
Figura 60. Asociación entre los componentes y el Índice de Déficit de Vivienda (DEVI) Cualitativo .	327
Figura 61. Asociación entre los componentes y el Índice de Déficit de Vivienda (DEVI) Cualitativo .	328
Figura 62. Asociación entre los componentes y la cobertura en salud	329

RESUMEN

Pérez Flórez M. **Análisis espacio-temporal de las desigualdades sociales en la mortalidad en la región pacífico de Colombia: un estudio ecológico 2002-2015** [tesis]. Ribeirão Preto: Universidad de São Paulo, Facultad de Medicina de Ribeirão Preto; 2019.

La mortalidad es quizás uno de los eventos más estudiados y de mayor interés mundialmente donde se materializan condiciones biológicas, culturales, sociales y estructurales de una sociedad. Su análisis, según variables como causa de muerte, sexo y edad es vital para comprender el perfil epidemiológico de una región y sus tendencias, o para evidenciar desigualdades en salud entre grupos poblacionales cuando se comparan por características sociales, económicas y geográficas. El objetivo de esta investigación fue analizar los patrones y tendencias de la mortalidad general y específica de la región Pacífico de Colombia (conformada por los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca) durante el periodo 2002-2014/5 y su asociación con las condiciones socioeconómicas municipales. Se diseñó un estudio ecológico con municipio como unidad de análisis (177 en total) usando datos secundarios sobre defunciones e indicadores socioeconómicos provenientes de varias fuentes. Se calcularon tasas de mortalidad general y específicas, estas últimas basadas en la lista de mortalidad 6/67 OMS/OPS que agrupa las causas básicas de muerte del CIE-10 en seis grandes grupos: enfermedades transmisibles, neoplasias, enfermedades del sistema circulatorio, ciertas afecciones originadas en el período perinatal, causas externas y todas las demás enfermedades. El análisis de la mortalidad incluyó diversas herramientas de la Estadística como la descriptiva; modelos de regresión múltiple clásicos y Bayesianos; análisis de series de tiempo mediante modelos de volatilidad estocástica (SV); modelos de regresión para el análisis de datos composicionales usando las transformaciones Razón Log-Aditiva (RLI) y Razón Log-Isométrica (RLI); y modelos jerárquicos Bayesianos para el análisis espacio-temporal de la mortalidad y su asociación con indicadores socioeconómicos municipales. Los resultados mostraron una tendencia descendente de la mortalidad general en el periodo 2002-2015. La principal causa de muerte fueron las enfermedades del sistema circulatorio, seguida de causas externas, todas las demás causas y neoplasias. En general, el grupo de causas externas mostró un marcado descenso como causa de muerte, principalmente en hombres, pero las demás causas de mortalidad mostraron patrones y tendencias particulares en cada departamento. La mortalidad proporcional por causa de muerte y la distribución espacial de la mortalidad se asoció con las condiciones socioeconómicas municipales encontrando mayor riesgo de mortalidad en los municipios menos favorecidos y con menores niveles de desarrollo económico y social.

Palabras clave: Mortalidad, modelos de volatilidad estocástica, datos composicionales, análisis espacial, métodos Bayesianos.

ABSTRACT

Pérez Flórez M. **Analysis space-time of social inequalities in mortality in the Pacific region of Colombia: an ecological study 2002-2015** [tesis]. Ribeirão Preto: Universidad de São Paulo, Facultad de Medicina de Ribeirão Preto; 2019.

Mortality is perhaps one of the most studied events worldwide showing the biological, cultural, social and structural conditions of a society. Its analysis, related to variables such as cause of death, sex and age, is vital to understand the epidemiological profile of a region and its trends, or to show health inequalities between population groups when compared by social, economic and geographical characteristics. The main goal of this study was to analyze the patterns and trends of overall and specific mortality in the Pacific region of Colombia (formed by the states of Cauca, Chocó, Nariño and Valle del Cauca) during the period 2002-2014/5 and its association with the municipal socioeconomic conditions. An ecological study was designed with the municipality as the analysis unit (177 in total) using secondary data on deaths and socioeconomic indicators from various sources. Overall and specific mortality rates were calculated, this latter based on the WHO/PAHO list 6/67 for tabulation of mortality data that groups the basic causes of death of ICD-10 into six large groups: communicable diseases, neoplasms, circulatory system diseases, certain conditions originating in the perinatal period, external causes and all other diseases. The analysis of mortality included various statistical techniques such as descriptive statistics; classical and Bayesian multiple linear regression models; time series analysis using stochastic volatility models (SV); regression models for the analysis of compositional data using Additive Log-Ratio (RLA) and Isometric Log-Ratio (ILR) transformations; and hierarchical Bayesian models for the spatio-temporal analysis of mortality and its association with municipal socioeconomic indicators. The results showed a downward trend in general mortality in the period 2002-2015. The main cause of death was circulatory system diseases, followed by external causes, all other causes and neoplasms. In general, the group of external causes showed a marked decrease as a cause of death, mainly in men, but the other causes of mortality showed particular patterns and trends in each state. The proportional mortality by cause and spatial distribution of mortality was associated with municipal socio-economic conditions, finding a higher risk of mortality in less favored municipalities and with lower levels of economic and social development.

Keywords: Mortality, stochastic volatility models, compositional data, spatial analysis, Bayesian methods.

RESUMO

Pérez Flórez M. **Análise espaço-temporal das desigualdades sociais na mortalidade na região Pacífico da Colômbia: um estudo ecológico 2002-2015** [tesis]. Ribeirão Preto: Universidad de São Paulo, Facultad de Medicina de Ribeirão Preto; 2019.

A mortalidade é talvez um dos eventos mais estudados e de interesse em todo o mundo onde se materializam as condições biológicas, culturais, sociais e estruturais de uma sociedade. Sua análise, segundo variáveis como a causa da morte, sexo e idade, é fundamental para compreender o perfil epidemiológico de uma região e suas tendências, ou para mostrar desigualdades em saúde entre grupos populacionais quando comparadas por características sociais, econômicas e geográficas. O objetivo deste estudo foi analisar os padrões e as tendências da mortalidade geral e específica na região do Pacífico da Colômbia (formada pelos estados de Cauca, Chocó, Nariño e Valle del Cauca) durante o período de 2002-2014/5 e sua associação com as condições socioeconômicas municipais. Um estudo ecológico foi desenhado com o município como a unidade de análise (177 no total) usando dados secundários sobre mortes e indicadores socioeconômicos de várias fontes. Foram calculadas as taxas de mortalidade geral e específica, a última baseada na lista de mortalidade WHO/OPAS 6/67 que agrupa as causas básicas da morte da CID-10 em seis grandes grupos: doenças transmissíveis, neoplasias, doenças do aparelho circulatório, certas condições originadas no período perinatal, causas externas e todas as outras doenças. A análise de mortalidade incluiu várias técnicas da Estatística como a estatística descritiva; modelos de regressão múltipla clássica e Bayesiana; análise de séries temporais utilizando modelos de volatilidade estocástica (SV); modelos de regressão para a análise de dados composicionais utilizando as transformações Log-Additive Ratio (RLI) e Log-Isometric Ratio (RLI); e modelos Bayesianos hierarquizados para a análise espaço-temporal da mortalidade e sua associação com indicadores socioeconômicos municipais. Os resultados mostraram uma tendência de queda na mortalidade geral no período 2002-2015. A principal causa de morte foi relacionada às doenças do aparelho circulatório, seguidas por causas externas, todas as outras causas e neoplasias. Em geral, o grupo de causas externas mostrou um declínio acentuado como causa de morte, principalmente em homens, mas as outras causas de mortalidade mostraram padrões e tendências particulares em cada departamento. A mortalidade proporcional por causa da morte e a distribuição espacial da mortalidade estiveram associadas às condições socioeconômicas municipais, encontrando maior risco de mortalidade nos municípios menos favorecidos e com menores níveis de desenvolvimento econômico e social.

Palavras-chave: Mortalidade, modelos de volatilidade estocástica, dados composicionais, análise espacial, métodos Bayesianos.

1 Capítulo 1: GENERALIDADES SOBRE LA MORTALIDAD

1.1 DEFINICION DE LA MORTALIDAD

El evento “muerte”, también conocido como “defunción”, es quizás el evento mundial de mayor interés y mejor estudiado (2). La OMS adoptó la definición de las Naciones Unidas sobre defunción como “la desaparición permanente de todo signo de vida, cualquiera que fuere el tiempo transcurrido desde el nacimiento con vida (cesación posnatal de las funciones vitales sin posibilidad de reanimación)” (3). En esta definición se excluyen las defunciones fetales (nacido muerto). El evento defunción o muerte tiene la ventaja de contar con una definición estándar a nivel internacional.

1.2 IMPORTANCIA DEL ANALISIS DE LA MORTALIDAD

Considerando la vida y la salud como bienes activos de toda sociedad, la mortalidad es un evento de interés (individual y colectivo) donde se materializan condiciones biológicas, culturales, sociales y estructurales de una sociedad. El análisis de la mortalidad es un tema de interés en diversos campos, incluyendo salud pública, epidemiología, demografía, seguridad social y políticas públicas (3,4). En general, el análisis de la mortalidad se usa para evaluar la situación de salud y el análisis demográfico de un país o región (3,5). Entre otros, comprende:

- Monitorear el estado de salud mediante la construcción de indicadores de mortalidad básicos (por ejemplo, tasa de mortalidad infantil, de la niñez y materna), perfiles epidemiológicos de la mortalidad y análisis de las causas básicas de muerte
- Orientar los servicios y programas requeridos en el sector salud para combatir aquellas enfermedades que producen mayor mortalidad y así mejorar la salud colectiva
- Evaluar el funcionamiento de los sistemas de vigilancia epidemiológica
- Planeación del sector salud, diseño de intervenciones e implementación de políticas públicas
- Evidenciar desigualdades en salud entre grupos poblacionales definidos por características sociales, económicas y geográficas
- Guiar la investigación en el campo de la salud pública
- Proyectar las demandas de los servicios de salud y seguridad social (jubilaciones y pensiones)
- Proporcionar información para realizar las proyecciones de población y estudiar las dinámicas y crecimiento poblacional
- Construir tablas de vida para calcular probabilidades de muerte en diferentes etapas de la vida, además de la esperanza de vida al nacer

1.3 TRANSICION EPIDEMIOLOGICA

Hablar de tendencia en la mortalidad y cambios en las causas de muerte en el largo plazo conduce al concepto de transición epidemiológica. Las tendencias de la mortalidad y la morbilidad mundial desde finales del siglo XIX y durante el siglo XX dan cuenta de la transición epidemiológica que experimentó la población mundial, marcado por un cambio en los perfiles de salud, enfermedad y muerte de la población. Esta transición epidemiológica se caracterizó principalmente por el descenso en las tasas de mortalidad, aunque también por un aumento de la morbilidad; disminución ponderada en la morbi-mortalidad debida a enfermedades infecciosas que fueron desplazadas por enfermedades crónicas y degenerativas, lo que a su vez disminuyó la mortalidad infantil y comenzó a afectar más a la población adulta. Además de una mixtura con una transición demográfica caracterizada por un crecimiento poblacional, aumento de la esperanza de vida, descenso de las tasas de fertilidad y cambio de la estructura etaria poblacional (6,7). El notable crecimiento de la población puede entenderse por el descenso en la mortalidad. Esa tendencia descendente de la mortalidad mundial desde finales del siglo XIX puede ser explicadas por el dominio del hombre sobre el medio ambiente reflejado en cambios en las condiciones económicas y sociales, progreso científico (en medicina y salud pública) y difusión de conocimientos (2). Entre otros, se destacan los avances en la medicina, la atención en salud, las medidas preventivas de saneamiento, y en general, el mejoramiento en las condiciones de vida y alimentación (2). Descubrimientos del origen microbiano; la etiología ambiental y social de enfermedades; y los agentes causantes de muchas enfermedades infecciosas ayudaron a controlar epidemias (cólera, fiebre amarilla, viruela, peste bubónica, etc.). Adicionalmente descubrimientos de farmacología (antibióticos), vacunas, uso de insecticidas (DDT) para combatir vectores, modificaron los perfiles de morbi-mortalidad de las poblaciones y redujeron la carga de las enfermedades transmisibles (2). La reducción en las tasas de mortalidad también es coherente con el aumento en la esperanza de vida. No obstante, los progresos y avances en salud no se han implementado homogéneamente en todas las regiones del mundo.

En América Latina la transición epidemiológica comenzó alrededor de los años 1930's. El análisis de la situación de salud en esta región ha mostrado patrones de salud-enfermedad similares al resto del mundo, aunque también una gran heterogeneidad en los perfiles epidemiológicos entre países o en su interior. La carga de morbi-mortalidad refleja una mixtura de enfermedades de la pre y post-transición, mostrando que los países latinoamericanos se encuentran en diferentes etapas del proceso de transición o experimentando una nueva y prolongada transición, que podría ser explicada por las desigualdades entre grupos sociales al interior de cada país (8). Es así como el análisis de las tendencias en la mortalidad y sus causas de muerte toma mayor relevancia para la comprensión del estado de salud a nivel poblacional. En las regiones con mayor mortalidad aún es posible una reducción de ésta controlando las enfermedades infecciosas. Por el contrario, en regiones con bajos niveles de

mortalidad la reducción solo puede ser posible descubriendo medidas efectivas para el control de las neoplasias y las enfermedades cardiovasculares (2).

1.4 PATRONES EN LA MORTALIDAD

El análisis de los factores relacionados con la mortalidad abarca en general dos grandes causas: las biológicas y las ambientales. Las primeras relacionadas con las características biológicas, físicas y genéticas del individuo, como por ejemplo el sexo y la edad. Las segundas se relacionan con su entorno, forma de vida (ocupación, ingresos, costumbres, higiene, alimentación, estrés, etc.) y el medio ambiente que lo rodea. Sin embargo, ambos factores interactúan y es difícil establecer la proporción atribuible de cada uno a la mortalidad (2). Para intentar controlar los factores biológicos en el análisis de la mortalidad, se deben considerar las variables sexo y edad, que son variables diferenciales en el riesgo de morir. Los factores ambientales están más relacionados con los perfiles de mortalidad (2). El cálculo de tasas de mortalidad específicas por sexo y edad permiten observar patrones de mortalidad diferenciales por estas variables.

1.4.1 Mortalidad diferencial según la edad

Por la naturaleza biológica del ser humano, la mortalidad varía con la edad de la persona. El envejecimiento natural provoca un deterioro en el organismo y en las funciones vitales, lo que explica la alta correlación entre la edad y el riesgo de morir o probabilidad de muerte (2). Es así como la edad puede explicar en gran parte las tasas de mortalidad, las cuales se espera que sean mayores en aquellas poblaciones más envejecidas. Ciertas enfermedades y causas de muertes son propias de algunas etapas de la vida, o se presentan en ella con mayor frecuencia. Por ejemplo, algunas enfermedades transmisibles (neumonía, meningitis, fiebre amarilla, difteria, tos ferina y tétanos, entre otras) son características de la infancia; las lesiones y accidentes se presentan más frecuentemente en adultos jóvenes; y las enfermedades crónicas y degenerativas en edades avanzadas (cáncer, enfermedades cardiovasculares, etc.) (2).

Cuando se analizan las tasas específicas por grupos de edad se encuentra mayor riesgo de morir en los grupos extremos de la vida. La incidencia de mortalidad es mayor en las edades menores y también en las avanzadas. Esta es la distribución característica de la mortalidad de todas las poblaciones. Algunos análisis de mortalidad según la edad muestran un mayor riesgo de morir en los primeros años de vida (principalmente el primero), el riesgo desciende rápidamente hasta alcanzar su menor valor en el grupo de 10-14 años. Posteriormente el riesgo aumenta gradualmente hasta la edad de 60 años, para luego dispararse rápidamente después de los 60 años (2,9).

Las tendencias de la mortalidad por edad durante el siglo XX muestran un descenso de todas las tasas de mortalidad, principalmente en los grupos de menores de un año, 1-4 años y 5-14 años. Esto puede ser explicado porque los principales avances en el conocimiento en salud se han presentado en el grupo de las enfermedades infecciosas (que provocan más muertes en jóvenes) en comparación con las enfermedades crónicas y degenerativas (con más muertes en adultos) (2).

1.4.2 Mortalidad diferencial según el sexo

Un patrón general es que la mortalidad masculina es mayor a la femenina durante todas las etapas de la vida. También se encuentra un riesgo diferencial de muerte entre hombres y mujeres, principalmente en algunas causas de muerte como las causas externas u homicidios (10).

1.4.3 Mortalidad diferencial según causa de muerte

En nuestra época, el descenso en la mortalidad conduce a un descenso del peso relativo de las enfermedades infecciosas, y, por el contrario, a un aumento en la importancia relativa de otras como las enfermedades del sistema circulatorio y las neoplasias (2). El descenso en la mortalidad se ve reflejado en una mayor sobrevivencia y envejecimiento de la población, factores que también pueden explicar ese fenómeno.

Finalmente, también vale la pena mencionar la existencia de una ley límite para la mortalidad. Los países más desarrollados han logrado bajar sus tasas de mortalidad hasta un nivel que parece que ya se está alcanzado, con el nivel de conocimiento actual sobre la biología del funcionamiento del cuerpo humano.

1.5 SISTEMA DE ESTADISTICAS VITALES EN COLOMBIA

Es a partir de las defunciones que se elaboran las estadísticas de mortalidad de un país (5). Dada la importancia del evento y para lograr comparaciones, se han propuestos protocolos internacionales para el registro y análisis de la mortalidad. Los datos para el estudio de la mortalidad provienen de los registros vitales que son la principal y más valiosa fuente de información, pues en ella se documenta la información proveniente del certificado de defunción que generalmente es diligenciado por un médico según criterios internacionales y protocolos estandarizados. No obstante, también se usan mediciones indirectas de la mortalidad, a través de censos y encuestas de hogares, especialmente en países en desarrollo donde las estadísticas son poco confiables (2,5).

En Colombia la entidad gubernamental encargada de las estadísticas vitales (nacimientos, defunciones fetales y defunciones no fetales) es el Departamento

Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (<https://www.dane.gov.co/>) a través del Sistema de Estadísticas Vitales que, en el caso de la mortalidad, consolida la información de certificados de defunción del país (11). El certificado de defunción es la primera fuente de información para el análisis de la mortalidad por causas. En este documento se registran datos relacionados con la defunción, por ejemplo, la causa básica de muerte (principal causa) definida por las Naciones Unidas (3) como: “a) la enfermedad o lesión que inició la cadena de sucesos patológicos que condujeron directamente a la muerte, o b) las circunstancias del accidente o violencia que produjo la lesión fatal”. En Colombia la codificación utilizada para la causa básica de muerte, y otras causas, fue basada en el CIE-9 hasta 1997 y en el CIE-10 desde 1998. El certificado de defunción es el principal insumo para evaluar la contribución relativa de las enfermedades a la mortalidad general (3).

1.6 CAUSAS DE MUERTE

El análisis de variables como causa de muerte, sexo y edad es vital para comprender el perfil epidemiológico de un país o región. La OMS ha sugerido una estandarización para el registro de la mortalidad en todos los países del mundo en variables muy relevantes como la causa de muerte que es la usada para los análisis estadísticos (12). La causa de muerte (o causa básica de la defunción) es codificada siguiendo los criterios de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (también llamada simplemente Clasificación Internacional de Enfermedades -CIE-) que tuvo sus orígenes en 1850 (5). La primera edición de la CIE fue conocida como la “Lista Internacional de las Causas de Muerte” en 1893 y la OMS, desde su creación en 1948, asumió la responsabilidad de la CIE publicando por primera vez causas de morbilidad en su sexta versión (CIE-6) (5). En el año 1977 se publica la novena versión (CIE-9) y desde 1990 se pone en vigencia la CIE-10 que comenzó a ser usada por la OMS desde 1994 (12).

La CIE-10 permite un análisis estandarizado, sistemático y comparable de la morbilidad y la mortalidad a nivel mundial. Esta contiene cerca de 12.484 causas de morbi-mortalidad asignadas a 22 categorías o capítulos con grupos de enfermedades similares. Cada afección posee un código alfanumérico de 6 caracteres de longitud que permite su agrupación. La OMS y la OPS se ha esforzado por agrupar las causas de muerte según criterios epidemiológicos y preparar listas cortas para analizar el gran volumen de causas de muerte, todas ellas basadas en la codificación de la CIE (13). La selección de la lista adecuada debe basarse según los objetivos que se persigan, con la ventaja que el uso de estas listas cortas facilita las comparaciones entre países.

Tabla 1. Descripción de los grandes grupos de causas de muerte de la lista de mortalidad 6/67 de la OMS/OPS

#	Nombre del grupo	Descripción	Algunas causas de muerte
1	Enfermedades transmisibles	Comprende todas las enfermedades infecciosas y parasitarias, las cuales son causadas por microorganismos patógenos (bacterias, virus, parásitos y hongos) y cuyas vías de transmisión puede ser aérea, oral, sexual o por vectores (14).	Infecciones respiratorias agudas (neumonía, influenza, etc.), VIH/SIDA, tuberculosis, además de septicemia, meningitis, enfermedades transmitidas por vectores y rabia, entre otras.
2	Neoplasias o tumores	También conocido como cáncer. Son un conjunto amplio de enfermedades que puede afectar cualquier parte del cuerpo humano y que se manifiestan en forma de tumores, caracterizada además por la multiplicación rápida y descontrolada de células anormales. Cuando el tumor es local (solo un órgano afectado) se habla de neoplasias benignas o cáncer "in-situ", pero si el tumor se extiende e invade otros órganos distantes se habla de neoplasias malignas.	Comprende todo tipo de neoplasias (malignas y benignas), tumores benignos y de comportamiento incierto o desconocido, en cualquier órgano del cuerpo humano. Por ejemplo, cáncer gástrico (estómago), cáncer pulmonar (tráquea, bronquios y pulmón), cáncer linfático, cáncer hepático (de hígado), cáncer colorrectal, cáncer mamario (mama de la mujer), cáncer de cérvix (mujer), cáncer de la próstata (hombres), entre otros.
3	Enfermedades del sistema circulatorio	El sistema circulatorio está encargado de: 1) la circulación y distribución de la sangre (con nutrientes y oxígeno) por todo el cuerpo para que lleguen a las células; y 2) el transporte de sustancias de desecho desde las células hacia los pulmones o riñones donde son eliminadas del cuerpo. El sistema circulatorio está compuesto por dos sistemas (el cardiovascular y el linfático) e incluye en su estructura la sangre, el corazón, los vasos sanguíneos (arterias, capilares sanguíneos, venas), órganos linfáticos y la médula ósea, entre otros (15).	Comprende todas aquellas enfermedades que afectan el sistema circulatorio, entre las que se encuentran enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades cerebrovasculares, enfermedades hipertensivas, enfermedades de la circulación pulmonar, insuficiencia cardíaca, fiebre reumática aguda, enfermedades cardíacas reumáticas crónicas y otras enfermedades del corazón, entre otras
4	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	Comprende todas aquellas afecciones originadas en el periodo perinatal (hasta el 7º día de vida) aunque la enfermedad o la muerte ocurra más tarde.	Incluye todas las afecciones maternas y complicaciones obstétricas que afectan el feto o el recién nacido, retardo del crecimiento fetal, desnutrición fetal, trastornos respiratorios del periodo perinatal y sepsis bacteriana del recién nacido, entre otras.
5	Causas externas	Comprende todas las causas de muerte originadas por accidentes o violencia.	Accidentes, agresiones o muertes violentas (homicidios), lesiones autoinfligidas (suicidios), caídas, intervenciones legales y operaciones de guerra, complicaciones de la atención médica y quirúrgica, entre otras.
6	Todas las demás causas	Comprende todas las otras causas de muerte que no son incluidas en los grupos 1 a 5. Este grupo no se puede considerar como un grupo residual, pues contiene causas de muerte importantes para la salud pública.	Entre otras, diabetes mellitus; malformaciones congénitas; complicaciones del embarazo, parto y puerperio; y trastornos mentales.
7	Mal definidas	Signos, síntomas y afecciones mal definidas	

Fuente: Elaboración propia.

Por ejemplo, se encuentran listas de mortalidad cuyo objetivo es mostrar una visión panorámica de las causas de la mortalidad en un país. Un ejemplo es la lista de mortalidad 6/61 de la OMS/OPS que fue conceptualizada en 1987 bajo la versión del CIE-9 y usada por primera vez en 1992; y su actualización, la lista de mortalidad 6/67 basada en el CIE-10 de 1994 y puesta a disposición en 1999 (13). La lista de mortalidad 6/67 de la OMS/OPS es de uso común en Colombia para el análisis de la situación de salud (16) o en estudios de investigación.

La lista de mortalidad 6/67 de la OMS/OPS agrupa todas las causas de muerte en 6 grandes grupos de causas y 67 subgrupos detallados incluyendo un grupo residual (causas mal definidas) según estándares internacionales. Los grandes grupos de causas y su descripción se presentan en la Tabla 1.

Una versión adaptada para Colombia y usada en este estudio consistió en 6 grandes grupos y 71 subgrupos anidados en cada grupo (Anexo B). Algunas veces se describe como Grupo 7 a la categoría de “Signos, síntomas y afecciones mal definidas” cuyos códigos del CIE-10 son R00-R99, y se usa para describir la calidad de la información de la causa básica de muerte.

1.7 ANALISIS DE LA MORTALIDAD

El análisis de la mortalidad a través de indicadores, involucra la construcción de un grupo de tasas (general, específicas, crudas o ajustadas) que objetivamente dan cuenta de las muertes ocurridas en un área, periodo y causa determinada, ya sea en la población general o en grupos de esta (17). La medida más simple y general de la mortalidad en una población es la tasa bruta de mortalidad o tasa de mortalidad general, que mide la frecuencia relativa de defunciones, con respecto al tamaño poblacional, en un área y tiempo determinado (regularmente en un periodo de un año) (2). De allí su cálculo se realiza dividiendo el número de muertes del periodo y área, entre el tamaño medio de la población en ese periodo y área, por cada mil personas ($\times 1.000$). Para que ambos elementos de la tasa sean comparables, y las tasas reflejen la realidad, el componente de área debe corresponder al lugar de residencia. Así está implícito en las normas de la Comisión de Estadística de las Naciones Unidas donde se recomienda enumerar las muertes según el lugar de residencia del fallecido o de la madre para muertes fetales o en menores de un año (2). Sin embargo, en el caso de muertes por causas externas se debe usar el lugar de ocurrencia.

También es común calcular tasas de mortalidad en segmentos de la población, denominándose tasas específicas de mortalidad, por ejemplo, por sexo, por edad, por causa, etc. En este caso, aunque también en la tasa de mortalidad general, el denominador debe reflejar la población expuesta al riesgo de morir con el mayor grado de precisión (2). La interpretación de las tasas de mortalidad requiere considerar que en poblaciones pequeñas estas tasas son inestables. Una pequeña variación en el

número de muertes tendrá un efecto significativo en la magnitud de las tasas de mortalidad. En algunas situaciones, esto se puede solucionar obteniendo tasas de mortalidad de varios periodos, por ejemplo de 3 años (2).

El análisis de las tasas brutas de mortalidad también puede estar distorsionado por el efecto de variables confusoras, entre las más importantes se considera la edad. Si las estructuras etarias de dos poblaciones son diferentes entonces la tasa de mortalidad será mayor en la población más envejecida. Luego, la comparación de tasas en poblaciones con diferente estructura de edad solo puede hacerse mediante tasas estandarizadas. Este es un procedimiento que elimina el efecto de la variable confusora (por ejemplo, la edad) y permite comparar los niveles de dos tasas de mortalidad en condiciones homogéneas (2). Diferentes tasas de mortalidad suelen ser utilizados como indicadores de desarrollo y bienestar o como un reflejo del contexto social y económico de un país o región. Por ejemplo, las tasas de mortalidad general, tasa de mortalidad infantil (< 1 año), tasa de mortalidad de la niñez (<5 años), tasa de mortalidad materna, entre otros, son usados para evaluar la situación de salud. Además, otras tasas de mortalidad como las de homicidios o suicidios se consideran indicadores proxy del conflicto armado interno, del nivel de desintegración, de la falta de cohesión social y de condiciones de vida deficientes de un país o región (18). Finalmente el análisis de la mortalidad puede ser complementado mediante el análisis de la esperanza de vida al nacer (2).

1.8 ERRORES DE LAS ESTADÍSTICAS VITALES

La obtención de medidas confiables de la mortalidad es muy dependiente de la existencia y buen funcionamiento y organización de un sistema de registro de estadísticas vitales (2). Así, en una región se pueden encontrar bajos niveles de mortalidad por razones como: 1) buenas condiciones o niveles de vida; 2) mal funcionamiento del sistema de registro de estadísticas vitales: mala calidad de las cifras y subregistro; 3) una estructura poblacional joven en un buen sistema de registro.

Dos problemas de todos los sistemas de registro de estadísticas vitales están relacionados con la calidad de la información y errores de cobertura (subregistro). A diferencia del registro de los nacimientos (documento: registro civil de nacimiento), el registro de la mortalidad (documento: certificado de defunción) tiene una mayor cobertura. Esto porque el certificado de defunción es un documento que adquiere mayor trascendencia al ser requerido para trámites legales como el entierro del cuerpo en el cementerio, sucesión de herencias o beneficios de seguridad social, entre otros (3,5).

1.8.1 Calidad

La calidad de la información registrada en el sistema de estadísticas vitales depende, como en cualquier sistema, de la calidad de la información de los certificados de defunción (5). Además, si la cobertura no es del 100% en todas las regiones del país, esto implica que los indicadores calculados no reflejarían la verdadera realidad. Un error que aparece en el registro de las defunciones, a pesar de que hay protocolos estandarizados internacionales, está relacionado a la causa de muerte, que se considera una de las variables más importante para análisis de la mortalidad (5). Las fuentes de error pueden estar asociadas al funcionario que diligencia el certificado de defunción, al diseño del instrumento de registro (físico o electrónico), a las características propias del fallecido o a la causa de muerte. Por ejemplo, se ha evidenciado que la calidad del registro de causa de muerte es más baja en menores de un año y en personas de edad avanzada, que en el resto de la población. En este último grupo es común encontrar que la causa de muerte fue por “causas naturales”, defunción que será codificada en la categoría de “causas mal definidas” (signos, síntomas y afecciones mal definidas) afectando la calidad del sistema de registro.

La proporción de defunciones de la categoría “causas mal definidas” y la proporción de muertes sin certificado de defunción son indicadores usados para evaluar la calidad del sistema de registro y de la información general. El progreso en la calidad y cobertura del registro de defunciones se vería reflejado con una disminución tanto en la proporción de muertes sin certificado de defunción como en el porcentaje de defunciones en la categoría “causas mal definidas”. En el caso de la proporción de defunciones mal definidas, se considera que la calidad es deficiente si más del 10% de las defunciones se encuentran en esta categoría. Esta cifra para Colombia se estimó en 3,1% para el periodo 1995-2000 y en menos del 2% para el año 2009 (5). En cuanto al porcentaje de defunciones registradas con certificación médica, en Colombia se estimó en 99,5% para el 2006.

Como se mencionó previamente, información sobre defunciones también puede ser generada en censos poblacionales o encuestas de hogares. Por ejemplo, para Colombia en el último censo del 2005, se dispone de un sistema de consulta (<http://www.dane.gov.co/>) que permite estimar las defunciones con certificado de defunción en los últimos 12 meses (previos al censo del 2005) a diferentes niveles (departamento y municipio), además de cruzarlo con variables demográficas como sexo y edad.

1.8.2 Cobertura

El problema de cobertura de la mortalidad es un fenómeno a nivel mundial. En varios países del mundo y de América Latina se encuentran altos niveles de omisión, incluso existen diferencias entre regiones dentro de un mismo país (5). Además, se encuentra

que el subregistro es mayor en las regiones más pobres. El subregistro de la mortalidad no es homogéneo en variables como edad, lugar de ocurrencia o causa de muerte. Es probable un mayor subregistro al inicio o final de la vida, en algunas regiones marginales y en causas de mortalidad predominantes en esas regiones pobres (2). Se debe analizar con mucha cautela la mortalidad en los estudios comparativos que involucran zonas rurales y marginales, ya que algunos estudios evidencian que en estas áreas es más probable el subregistro de muertes por enfermedades infecciosas (5).

Se encuentran errores en el registro de defunciones perinatales, infantiles y maternas. Es común que no se registre el nacimiento ni la muerte de recién nacidos que fallecen al momento del nacimiento, o si éste fallece poco después de nacer suele ser registrado como nacido muerto. En estos casos el subregistro acontece al no registrar ni el nacimiento ni la defunción (5).

Para la evaluación de la cobertura de los registros de defunciones, al igual que en los nacimientos, se recurre a fuentes alternativas de información. Por ejemplo, comparando estimaciones de mortalidad contra las estadísticas vitales registradas. Datos de no cobertura para Colombia fueron estimados en 18,2% para el periodo 2000-2005 (5).

Cuando se calculan tasas de mortalidad, el denominador (tamaño de la población) puede tener igualmente los problemas de calidad y cobertura. Se debe tomar cuidado, considerando que los tamaños de población regularmente son proyecciones a partir del último censo, que entre más lejano será menos precisa la estimación. En el caso de Colombia el último censo, a la fecha de realización de este estudio, fue el año 2005.

2 Capítulo 2: CARACTERIZACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA MORTALIDAD (GENERAL Y ESPECIFICA) EN LOS DEPARTAMENTOS DE LA REGIÓN PACIFICO DE COLOMBIA: 2002-2014

2.1 INTRODUCCIÓN DEL CAPITULO

El análisis de la mortalidad es un tema de interés en diversos campos, incluyendo salud pública, epidemiología, demografía, seguridad social y políticas públicas (4). Su análisis, según variables como causa de muerte, sexo y edad es vital para comprender el perfil epidemiológico de un país o región y tomar acciones que permitan orientar los servicios y elaborar programas de prevención/intervenciones para combatir aquellas enfermedades que producen mayor mortalidad. El análisis temporal de la mortalidad permite monitorear cambios en los perfiles epidemiológicos que son propios de cada región como resultado de condiciones biológicas, sociales, culturales y estructurales en una sociedad. Adicionalmente, la mortalidad es una variable fundamental en el crecimiento de la población y de gran importancia en las proyecciones de población.

El análisis de las tendencias de la mortalidad y la morbilidad mundial, desde finales del siglo XIX y durante el siglo XX, dan cuenta de la transición epidemiológica que experimentó la población mundial. El concepto de transición epidemiológica se utilizó para denotar cambios en los perfiles poblacionales de salud, enfermedad y muerte como resultado de otras transformaciones demográficas, económicas y sociales. La transición epidemiológica involucró varios fenómenos donde se destacó el descenso en las tasas de mortalidad y un aumento de la morbilidad, disminución relativa en la morbi-mortalidad por enfermedades infecciosas que fueron desplazadas por enfermedades crónicas y degenerativas, disminución de la mortalidad infantil la cual se trasladó a la población más adulta, además de una mixtura con una transición demográfica caracterizada por un crecimiento poblacional, aumento de la esperanza de vida, descenso de las tasas de fertilidad y cambio de la estructura etaria poblacional (6,7).

En América Latina la transición epidemiológica comenzó alrededor de los años 1930's encontrando en la región gran heterogeneidad en los perfiles epidemiológicos entre países o en su interior. La carga de morbi-mortalidad refleja una mixtura de enfermedades de la pre y post-transición, mostrando que los países latinoamericanos se encuentran en diferentes etapas o experimentando una nueva y prolongada transición, que podría ser explicada por las desigualdades entre grupos sociales al interior de cada país (8).

Según la OMS durante el 2015 se registraron en el mundo 56,4 millones de defunciones siendo las principales causas de mortalidad, y desde los últimos 15 años, la cardiopatía isquémica (15,5%) y el accidente cerebrovascular (11,1%) (19). En la región de las Américas se reportaron ese año cerca de 6,6 millones de defunciones

con la mayor carga (80,3%) para las enfermedades no transmisibles (enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades respiratorias crónicas y diabetes), seguidas de las condiciones transmisibles, maternas, perinatales y nutricionales (10,0%) y las lesiones (9,7%). Estos mismos grupos representaron respectivamente el 77,3%; 13,1%; y 9,6% de las defunciones del 2000 confirmando el aumento ponderado en las enfermedades no transmisibles postulado con la teoría de la transición epidemiológica (4). Sin embargo, la heterogeneidad en la región se percibe cuando se analizan los perfiles epidemiológicos de países como Colombia donde tradicionalmente las causas externas han tenido un aporte significativo a la carga de mortalidad general (20).

El análisis de la mortalidad para Colombia muestra una tendencia descendente de la tasa bruta de mortalidad entre 2005 y 2014 (de 5,2 a 4,4 defunciones×1.000) (16). Durante este periodo la principal causa de muerte fueron las enfermedades del sistema circulatorio (30,1%; tendencia descendente) seguida de neoplasias (18,0%; tendencia ascendente). Los demás grupos mostraron una tendencia descendente: causas externas (16,4%), enfermedades transmisibles (6,8%), afecciones del periodo perinatal (2,4%) y demás causas (24,4%). Sin embargo, los promedios esconden particularidades y las tendencias de mortalidad son propias de cada región, variando incluso en su interior.

Aunque existen diversos estudios que abordan el análisis y las tendencias de la mortalidad, estos se enfocan principalmente en causas o grupos específicos más que en la mortalidad general (4). Se encontraron estudios en diferentes contextos que abordaron las tendencias en causas específicas de muerte como enfermedades cardiovasculares (21), diabetes mellitus (22), causas externas (23,24), homicidios y accidentes de tránsito (25,26) y diferentes tipos de neoplasias (27,28). Estudios sobre la mortalidad general se han enfocado en grupos poblacionales específicos, por ejemplo el estudio sobre las tendencias de mortalidad general en adultos (20-64 años) de Medellín entre 1994-2003 (29). Sin embargo, no se encontraron estudios que analicen las tendencias y cambios en los patrones de mortalidad general en los departamentos de la región Pacífico colombiana.

La región Pacífico de Colombia es una región social y económicamente heterogénea donde el nivel de desarrollo del Valle del Cauca contrasta con el rezago social del Chocó, o el conflicto armado que ha afectado históricamente a poblaciones de Cauca y Nariño.

2.2 OBJETIVOS DEL CAPITULO

2.2.1 General

Describir el perfil y la tendencia de la mortalidad (general y específica) en los departamentos de la región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2014.

2.2.2 Específicos

- 1) Caracterizar la mortalidad (general y específica) en los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia (Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca) durante el periodo 2002-2014
- 2) Describir la mortalidad (general y específica), para hombres y mujeres, entre los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca durante el periodo 2002-2014
- 3) Comparar la mortalidad (general y específica) entre los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca y su tendencia temporal

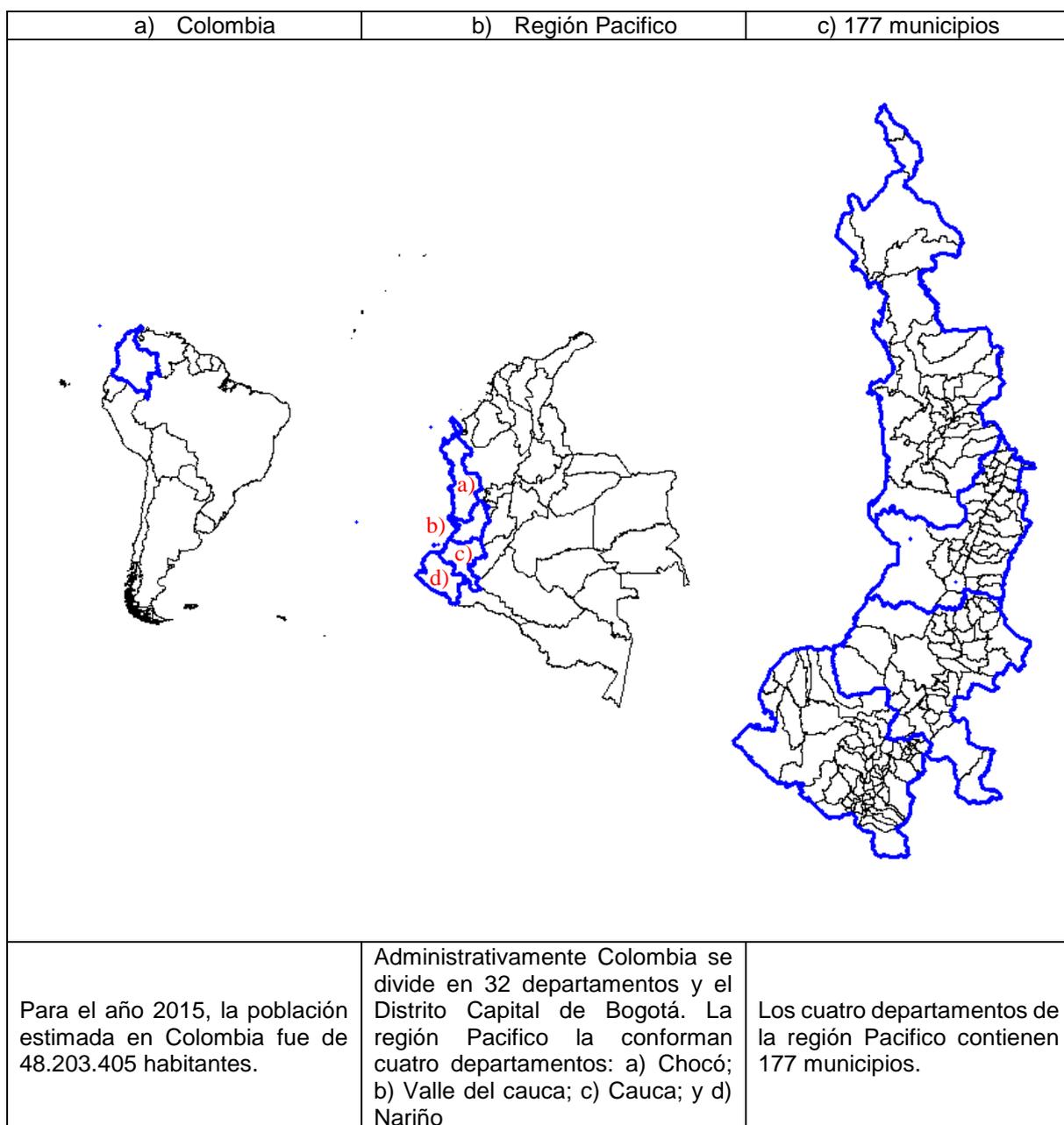
2.3 METODOLOGIA DEL CAPITULO

2.3.1 Tipo de estudio, periodo y área de estudio

Se realizó un estudio descriptivo-ecológico para caracterizar y comparar la mortalidad en los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia: Cauca, Choco, Nariño y Valle del Cauca (Figura 1), durante el periodo 2002-2014 (2014 fue el último año disponible al inicio del estudio). La región Pacífico de Colombia es una de las 6 regiones naturales en que se divide el país, las otras regiones son la Andina, Caribe, Orinoquía, Amazonía e Insular. Como se mencionó anteriormente, esta región está conformada por los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca, que contenían en el año 2005 (año del último censo en Colombia al inicio de esta investigación) respectivamente 41, 30, 64 y 42 municipios (177 en total). La unidad de análisis del estudio fue el municipio.

La región Pacífico de Colombia está localizada en el occidente del país y abarca una superficie de 128.515 km², es decir cerca del 11,5% del territorio nacional y cerca del 18% de la población total del país (30). Son territorios con diferentes características sociodemográficas y niveles de desarrollo, económico y social, como se aprecia en la Tabla 2.

Figura 1. Área de estudio correspondiente a los departamentos de la Región Pacífico de Colombia: Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca



Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Características sociodemográficas, económicas y sociales de los cuatro departamentos que comprenden el área de estudio: Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca

Variable	Cauca	Chocó	Nariño	Valle del Cauca
Nº municipios al 2005	41	30	64	42
Nº habitantes (hab) al 2014	1.366.984	495.151	1.722.945	4.566.875
Índice de ruralidad (%) ¹ al 2005	40,8	55,3	41,0	22,7
Porcentaje de población de etnia negro (a), mulato, afrocolombiano 2005	21,6	73,6	18,1	26,9
Población menor de 15 años (%) 2002	35,1	44,2	33,9	29,8
Población menor de 15 años (%) 2014	28,8	38,1	28,7	23,8
Población mayor de 60 años (%) 2002	8,8	6,8	9,1	9,4
Población mayor de 60 años (%) 2014	10,7	6,9	10,4	12,0
Extensión (km ²)	29.308	46.530	33.268	22.140
Densidad poblacional (hab/km ²)	40,33	8,34	45,03	183,04
PIB ² per-cápita departamental 2005 (millones de pesos)	3,594	2,585 ⁷	3,080	7,585
Índice de Desarrollo Humano (IDH ³) 2005	0,73	0,67	0,72	0,79
Índice de Desarrollo Departamental (IDD ⁴) 2002-2009	40,8	29,6	41,4	61,1
Índice de Condiciones de Vida (ICV ⁵) 2005	72,0	60,5	69,3	83,0
Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI ⁶) (%) 2002-2005	23,3	67,1	28,7	12,6
Índice de Pobreza Multidimensional (IPM ⁷) 2005	70,6	85,8	68,7	38,8
Miseria ⁸ (%) 2002-2005	5,9	20,9	8,3	2,8
Población bajo Línea de Pobreza (LP ⁹) (%) 2002-2005	61,1	78,5	64,0	56,9
Población bajo Línea de Indigencia (LI ¹⁰) (%) 2002-2005	27,5	48,7	23,7	19,6
Tasa de desempleo 2001-2005	9,7	8,6	11,9	12,5
Tasa de analfabetismo para población de 15 años y más 2001-2005	8,9	22,1	9,4	4,8
Años promedio de educación para población de 15 años y más 2001-2005	6,5	5,6	6,4	8,1
Cobertura en salud 2005 (%)	58,6	55,2	63,6	71,7

Fuente: datos demográficos de las proyecciones de población departamentales por área 2005-2020 del DANE (30); PIB de las Cuentas Departamentales del DANE; extensión de los departamentos de la Sociedad Geográfica de Colombia; indicadores sociales departamentales del Departamento Nacional de Planeación.

¹ Índice de ruralidad = Población rural/población total

² El Producto Interno Bruto (PIB) expresa el valor monetario de los bienes y servicios producidos en una región y periodo determinado.

³ El IDH es un indicador que mide el grado de desarrollo humano de un país, departamento o región, con base a tres componentes: esperanza de vida, logro educativo y riqueza.

⁴ El IDD fue obtenido como la mediana de los años 2002-2009. Mide el nivel de desarrollo alcanzado por cada departamento, midiendo el comportamiento de los municipios en variables de tipo social y financiero. Menores valores indica menor desarrollo.

⁵ El ICV es un indicador multidimensional usado en Colombia que mide el estándar de vida en una región combinando 12 indicadores relacionados con educación y capital humano; calidad de la vivienda; acceso y calidad de los servicios públicos; y composición del hogar y hacinamiento.

⁶ El Índice de NBI corresponde al porcentaje de hogares que posee al menos una de las siguientes necesidades básicas insatisfechas: vivienda con materiales inadecuados, con servicios públicos de acueducto y alcantarillado inadecuados, hacinamiento crítico, alta dependencia económica, o cuando uno de sus niños entre 7 y 11 años presenta inasistencia escolar.

⁷ El IPM mide el grado de privación de la población en un conjunto de dimensiones. Una persona es multidimensionalmente pobre si no supera la tercera parte de las dimensiones seleccionadas (5/15) o no supera el 33,3% según la ponderación asignada

⁸ El índice de miseria corresponde al porcentaje de hogares que carece de al menos dos necesidades básicas insatisfechas, mencionadas en el índice de NBI.

⁹ LP estima el porcentaje de hogares cuyos ingresos es inferior a un valor dado, lo que les impide adquirir una canasta básica alimentaria.

¹⁰ LI estima el porcentaje de hogares cuyos ingresos son insuficientes para cubrir los requerimientos nutricionales mínimos de cada miembro del hogar.

* Las celdas sombreadas en gris corresponden al departamento con el peor indicador.

2.3.2 Fuentes de información y variables

Los datos de mortalidad (defunciones no fatales) anuales provienen del Sistema de Estadísticas Vitales del DANE (<http://www.dane.gov.co>), entidad gubernamental de Colombia que consolida la información de los certificados de defunción del país en registros individuales. De esta base de datos se usaron las variables fecha de la defunción, lugar de residencia del fallecido, lugar de ocurrencia de la muerte y causa básica de la defunción codificada según la décima Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) (12). Los datos de tamaños de población y número de nacidos vivos (N.V.) también fueron obtenidos del DANE en su componente de Proyecciones de Población (a partir del último censo nacional en 2005) (30) y Nacimientos, respectivamente. Estos datos demográficos estuvieron disponibles a nivel de departamento y municipio, y para cada año del periodo 2002 al 2014 (Tabla 3).

Tabla 3. Datos para los denominadores de las tasas de mortalidad (número de habitantes y nacidos vivos) en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca, periodo 2002-2014

Año	Total población				Nacidos vivos (N.V.)			
	Cauca	Chocó	Nariño	Valle del Cauca	Cauca	Chocó	Nariño	Valle del Cauca
2002	1.238.420	441.828	1.483.416	4.032.191	15.837	4.098	20.278	59.363
2003	1.248.825	445.794	1.502.757	4.074.590	16.372	4.384	21.882	62.128
2004	1.258.885	449.877	1.522.205	4.117.760	16.908	4.743	22.913	64.388
2005	1.268.830	454.053	1.541.692	4.161.470	16.858	4.608	23.486	63.697
2006	1.278.185	458.317	1.560.872	4.205.228	16.886	4.651	22.398	63.066
2007	1.287.746	462.683	1.580.109	4.249.220	15.490	4.993	22.306	61.963
2008	1.297.703	467.074	1.599.646	4.293.541	15.597	5.113	21.045	61.883
2009	1.308.183	471.598	1.619.461	4.338.216	15.618	5.090	20.565	60.125
2010	1.319.120	476.149	1.639.560	4.383.277	15.346	5.165	18.891	55.961
2011	1.330.756	480.820	1.660.062	4.428.675	15.175	5.587	18.479	57.312
2012	1.342.650	485.543	1.680.795	4.474.369	15.832	5.549	17.855	57.199
2013	1.354.733	490.317	1.701.782	4.520.480	16.096	5.969	17.785	53.951
2014	1.366.984	495.151	1.722.945	4.566.875	15.626	6.338	18.683	55.437
Promedio	1.300.078	467.631	1.601.177	4.295.838	15.972	5.099	20.505	59.729

Fuente: Elaboración propia a partir de información del DANE.

Las variables contenidas en las bases de datos de mortalidad del DANE son las contenidas en los certificados de defunción, que durante el periodo de estudio cuenta con dos versiones (2002-2007 y 2008-2014). Sin embargo, las variables requeridas para este estudio fueron similares en las dos versiones, lo que permitió unificar la

información de los 13 años (2002-2014) De las bases de datos de mortalidad se usaron las variables fecha de la defunción, lugar de residencia del fallecido, lugar de ocurrencia de la muerte, causa básica de la defunción codificada según la CIE-10 (12), además de sexo y edad del fallecido. La asignación de las defunciones a una unidad de análisis (territorio) se realizó con base a la variable lugar de residencia del fallecido (o de la madre en el caso de la mortalidad infantil). Solo para la mortalidad por causas externas se usó la variable lugar de ocurrencia del evento para esta asignación. Durante el periodo de estudio (2002-2014) fueron registradas 462.482 defunciones en los cuatro departamentos de la región Pacífico. Sin embargo, hubo necesidad de eliminar las 3.058 (0,66%) defunciones por las siguientes razones:

- 104 defunciones correspondientes al municipio “Belén de Barijá” (Cod 27086) que estaban asignadas al Chocó, pero que realmente no pertenecen a este departamento
- 1.119 defunciones cuyo municipio de residencia/ocurrencia aparece “Sin dato”
- 45 defunciones con sexo ignorado
- 1.790 defunciones con edad desconocida

En resumen, en este capítulo se analizaron 459.424 defunciones de personas que residían en los 177 municipios del área de estudio durante los años 2002 al 2014 (Tabla 4).

Tabla 4. Total de defunciones en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca durante el periodo 2002-2014

Año	Cauca	Chocó	Nariño	Valle del Cauca
2002	4.796	1.148	5.140	22.750
2003	4.865	1.088	5.150	22.511
2004	5.088	1.105	5.249	23.317
2005	5.202	1.143	3.718	23.469
2006	5.182	1.192	5.571	23.266
2007	5.033	1.143	5.949	23.293
2008	5.187	1.264	5.850	22.980
2009	5.104	1.292	6.212	23.403
2010	5.039	1.194	6.200	23.636
2011	4.928	1.196	6.245	23.636
2012	4.868	1.233	6.136	23.640
2013	4.965	1.174	6.144	24.382
2014	5.231	1.285	6.412	24.220
Total	65.488	15.457	73.976	304.503
Porcentaje	14,3	3,4	16,1	66,3
Promedio anual	5.038	1.189	5.690	23.423
Gran Total	459.424			

Fuente: Elaboración propia a partir de las defunciones del DANE.

El análisis de la mortalidad (general y específica) para cada departamento se realizó a partir de las siguientes variables respuesta:

- 1) La tasa bruta de mortalidad (tasa general de mortalidad)
- 2) La tasa de mortalidad estandarizada (por sexo y edad mediante el método directo, tomando como población estándar a Colombia en el año 2005)
- 3) La tasa de mortalidad específica por causa de muerte (6 grandes causas) y sexo

Para definir la causa específica de muerte "X" se utilizó la variable "Causa básica de muerte" que tiene los cuatro dígitos del CIE-10. A partir de esta variable y con base en la lista de mortalidad 6/67 de la OMS/OPS (13) se agruparon todas las defunciones en seis grandes grupos y un grupo residual como se especificó en la Tabla 1: 1) enfermedades transmisibles; 2) neoplasias o tumores; 3) enfermedades del sistema circulatorio; 4) ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal; 5) causas externas; 6) todas las demás causas; y 7) síntomas, signos y afecciones mal definidas.

En este estudio se analizaron las causas específicas de los primeros seis grupos. La lista de clasificación utilizada (6 grandes grupos y 71 subgrupos) con los códigos del CIE-10 se presenta en el Anexo B. La tasa de mortalidad general se obtuvo mediante el cociente entre el número total de defunciones y el total de la población ($\times 1.000$ personas). La tasa de mortalidad por causa específica "X" se obtuvo al dividir el número de muertes por causa específica "X" entre el total de la población ($\times 100.000$ personas), excepto para la tasa de mortalidad por afecciones originadas en el período perinatal donde el denominador fue el número total de nacidos vivos (N.V.) ($\times 1.000$). Los denominadores (número de habitantes y N.V.) de los cuatro departamentos se presentaron en la Tabla 3.

2.3.3 Calidad de la información

Como es recomendado en los estudios que utilizan fuentes de datos secundarios, se hizo una evaluación aproximada de la calidad de los datos de mortalidad usando la información del último año del periodo de estudio (año 2014). Se usó el software ANACONDA Versión 3.1.0 desarrollado por "The University of Melbourne", Australia y "Swiss Tropical and Public Health Institute", University of Basel en Suiza (31). Esta es una herramienta diseñada para evaluar la calidad de la información de mortalidad de una región o país, permitiendo confrontar los datos de interés con las estimaciones más recientes del país, o una región vecina, realizadas para el Estudio de Carga Global de Enfermedad (32), con el fin de asegurar que se producen patrones coherentes de mortalidad. Al final se calcula un índice de calidad de los datos (global y para cada componente del indicador), llamado "Índice de rendimiento de calidad de los datos de mortalidad", adaptado de Philips 2014 (33) en una escala de 0 a 100. Los resultados de este análisis de calidad de la información se presentan en la Tabla 5

donde se concluye que la calidad de la información de mortalidad se considera alta para el Valle del Cauca y media para Cauca, Chocó y Nariño.

Tabla 5. Índice de rendimiento de calidad de los datos de mortalidad (global y por componente) para los datos de mortalidad del 2014 de los departamentos del área de estudio

Componente	Cauca	Chocó	Nariño	Valle del Cauca
Calidad de la información sobre edad y sexo (%)	100,0	99,3	100,0	100,0
Calidad de la información sobre la causa de muerte (%)	88,2	84,1	88,2	89,5
Cauda de muerte biológicamente plausible (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
Nivel de detalle de la causa específica disponible (%)	88,0	80,9	88,8	90,9
Integridad de la declaración de defunción (%)	88,6	95,2	84,0	91,9
Índice global (%)	68,8	64,3	65,8	74,8

Fuente: resultados obtenidos del software ANACONDA 3.1.0

2.3.4 Análisis exploratorio de las defunciones

Adicionalmente, para validar la consistencia de la información sobre defunciones del periodo 2002-2014 (y posteriormente hasta 2015) se realizó un análisis exploratorio del número de defunciones anuales, en cada uno de los 177 municipios, para todos los años de estudio. Para ello se construyeron graficas de líneas en grupos de aproximadamente 15 municipios por figura, ordenados ascendentemente según el promedio de muertes del periodo (Apéndice A).

En los municipios del grupo 1 resaltó la tendencia del municipio de Nuquí (Chocó) cuyo número de defunciones varió de 10 en 2002 a 4 en 2015 pero presentando un máximo de 22 defunciones en 2008 (CV=69,3%).

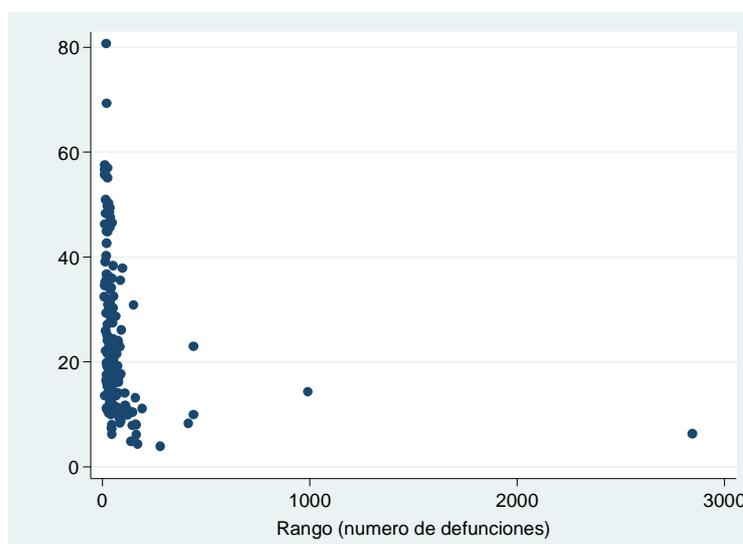
En el grupo 8 llamó la atención el municipio de Buesaco (Nariño) que venía con una tendencia relativamente estable hasta 2007 (promedio 90), cuando en 2008 reportó 16 muertes y en 2009 fueron 23 (CV=37,8%).

En los municipios del grupo 12 también se resalta la tendencia de Pasto (Nariño) cuyo promedio hasta 2004 era de 1.657 defunciones anuales y en 2005 reportó 975, siendo este el mínimo del periodo (CV=14,3%).

Además, usando las defunciones anuales de cada municipio también se calcularon estadísticos descriptivos (Apéndice B). Usando estos datos del Apéndice B se graficó en la Figura 2 el rango de variabilidad de las defunciones para los 177 municipios (Rango en eje X) contra su coeficiente de variación (CV en eje Y). El mayor rango en

las defunciones (2.846 defunciones) correspondió a la ciudad de Cali, pero con un coeficiente de variación muy bajo (6,36%). Los municipios con mayor variabilidad relativa fueron Juradó (Chocó) y Nuquí (Chocó) con CV respectivamente de 80,6% y 69,3%. Sin embargo, en Juradó el mínimo fue 0 y el máximo 16, mientras que en Nuquí el mínimo fue 2 y el máximo 22. Se encontró que los mayores CV correspondieron a municipios con bajas cifras de mortalidad, dándole consistencia a la información de mortalidad analizada.

Figura 2. Grafica de dispersión del coeficiente de variación y rango del número defunciones de los 177 municipios de la región Pacífico, periodo 2002-2015



Fuente: elaboración propia.

2.3.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se calcularon tasas de mortalidad general y específica para cada departamento y año del periodo de estudio 2002 al 2014. También se calculó la mortalidad proporcional y se construyeron graficas de tendencia. Para la comparación de la mortalidad (general y específica) entre los cuatro departamentos fueron considerados: 1) modelos usuales de regresión múltiple con errores normales (ver por ejemplo Draper y Smith 1981 (34) o Seber y Lee 2003 (35)) asumiendo como respuestas algunas tasas de mortalidad o los datos de conteos transformados en escala logarítmica, donde los estimadores de los parámetros de regresión fueron estimados usando el método de mínimos cuadrados; y también; 2) modelos de regresión múltiple Bayesianos (ver por ejemplo Paulino, Turkman y Murteira 2003 (36) o Bernardo y Smith 1994 (37)) para los conteos de defunciones (modelos de regresión de Poisson) donde los estimadores Bayesianos fueron obtenidos usando métodos de simulación de muestras de la distribución a posteriori conjunta de interés vía métodos de Monte Carlo en Cadenas de Márkov (MCMC) (ver por ejemplo Gelfand y Smith 1990 (38) o Chib y Greenberg 1995 (39)). Fue usado el software OpenBUGS versión 3.2.3 (40) en la simulación de muestras de la distribución

a posteriori conjunta usadas para la determinación de los estimadores de Monte Carlo de las cantidades de interés. Las distribuciones a priori necesarias para la metodología Bayesiana fueron asumidas aproximadamente no informativas en casi todos los casos (ver por ejemplo Paulino, Turkman y Murteira 2003 (36)). Para el presente estudio fueron considerados cinco modelos de regresión para el análisis de los datos:

- Regresión lineal múltiple clásica (modelo 1)
- Regresión lineal múltiple Bayesiana (tasa) (modelo 2)
- Regresión de Poisson Bayesiana (modelo 3)
- Regresión de Poisson Bayesiana (tasa) (modelo 4)
- Regresión de Poisson Bayesiana (tasa) con efecto aleatorio (modelo 5)

El tamaño de muestra para los análisis lo definieron los datos anuales de los 177 municipios durante los 13 años del periodo de estudio; $n=2.301$ (177 municipios x 13 años) ($i=1, \dots, 2.301$). La variable dependiente (Y_i) varió para cada modelo y es definida detalladamente en la especificación de cada modelo (Tabla 6). En todos los modelos la variable respuesta fue la mortalidad, general o específica, esta última definida por los seis grandes grupos de la lista de mortalidad 6/67 de la OPS/OMS.

Se definió Y_i como el número de muertes por causa general (todas las causas) o por causa específica: 1) enfermedades transmisibles; 2) neoplasias (tumores); 3) enfermedades del sistema circulatorio; 4) ciertas afecciones originadas en el período perinatal; 5) causas externas; y 6) todas las demás enfermedades

En todos los modelos se usaron dos variables independientes: 1) $AÑO_i$ siendo el año i de ocurrencia de la defunción, con valores $AÑO_i = 1, 2, \dots, 13$ representando respectivamente los años 2002 a 2014; y 2) $REGION_i$, que fue tratada como variable dummy, con el departamento del Chocó como el grupo de referencia y variables indicadoras R2_CAUCA, R3_NARIÑO y R4_VALLE cuantificando el efecto de los otros departamentos.

Tabla 6. Especificación de los modelos para la comparación de la mortalidad (general y específica) entre los cuatro departamentos de la Región Pacífico de Colombia

Modelo #	Etiqueta	Descripción	Distribuciones a priori en el enfoque Bayesiano*
1	Regresión lineal múltiple clásico	La variable respuesta fue el logaritmo del número de muertes (por causa general y específica) Y_i . El modelo de regresión lineal clásico fue: $\log(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 * AÑO_i + \beta_2 * R2_CAUCA_i + \beta_3 * R3_NARIÑO_i + \beta_4 * R4_VALLE_i ;$ $i=1, \dots, 2.301$	
2	Regresión lineal múltiple Bayesiana (tasa)	Es el mismo modelo 1, pero ajustado en un enfoque Bayesiano. La variable respuesta θ_i fue la tasa anual de mortalidad (general y específica) en cada municipio. El cálculo de la tasa θ_i se obtuvo al dividir el número de muertes (Y_i) entre el número de habitantes del municipio (N_i) multiplicado por una constante K (1.000 ó 100.000), es decir, $\theta_i = Y_i/N_i \times K$. Se asume que θ_i tiene una distribución normal con parámetro media μ_i y varianza σ^2_i . $\theta_i \sim N(\mu_i ; \sigma^2_i)$ $\mu_i = \beta_0 + \beta_1 * AÑO_i + \beta_2 * R2_CAUCA_i + \beta_3 * R3_NARIÑO_i + \beta_4 * R4_VALLE_i ; \quad i=1, \dots, 2.301$	$\beta_0 \sim N(a; 100)$ $\beta_1 \sim N(0; 0.0001)$ $\beta_2 \sim N(0; 1)$ $\beta_3 \sim N(0; 1)$ $\beta_4 \sim N(0; 1)$ $\tau_1 \sim \text{Gamma}(1; 1)$ Donde “a” es la media muestral de los datos.
3	Regresión de Poisson Bayesiana	En el modelo de regresión de Poisson Bayesiano se asume que Y_i tiene una distribución de Poisson con parámetro λ_i : $Y_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$ $\log(\lambda_i) = \beta_0 + \beta_1 * AÑO_i + \beta_2 * R2_CAUCA_i + \beta_3 * R3_NARIÑO_i + \beta_4 * R4_VALLE_i ; \quad i=1, \dots, 2.301$	$\beta_0 \sim N(0; 2)$ $\beta_1 \sim N(0; 0.0001)$ $\beta_2 \sim N(0; 1)$ $\beta_3 \sim N(0; 1)$ $\beta_4 \sim N(0; 1)$
4	Regresión de Poisson Bayesiana (tasa)	Es el mismo modelo 3, pero ajustando por el número de habitantes de cada municipio. La variable respuesta fue la tasa anual de mortalidad (general y específica), θ_i , en cada municipio. El cálculo de la tasa θ_i se obtuvo al dividir el número de muertes (Y_i) entre el número de habitantes del municipio (N_i), es decir, $\theta_i = Y_i/N_i$. Se asumió que Y_i tiene una distribución de Poisson con parámetro λ_i : $Y_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$ $\log(\lambda_i) = \log N_i + \beta_0 + \beta_1 * AÑO_i + \beta_2 * R2_CAUCA_i + \beta_3 * R3_NARIÑO_i + \beta_4 * R4_VALLE_i ; \quad i=1, \dots, 2.301$	$\beta_0 \sim N(0; 2)$ $\beta_1 \sim N(0; 0,2)$ $\beta_2 \sim N(0; 1)$ $\beta_3 \sim N(0; 1)$ $\beta_4 \sim N(0; 1)$

Continúa

Conclusión

Modelo #	Etiqueta	Descripción	Distribuciones a priori en el enfoque Bayesiano*
5	Regresión de Poisson Bayesiana (tasa) con efecto aleatorio	Es el mismo modelo 4 pero con la adición de un parámetro al modelo (W_i) para capturar un efecto aleatorio. La variable respuesta es la tasa anual de mortalidad por causa específica (θ_i) en cada municipio. El cálculo de la tasa θ_i se obtuvo al dividir el número de muertes por causa específica (Y_i) entre el número de habitantes del municipio (N_i), es decir, $\theta_i = Y_i/N_i$. Se asume que Y_i tiene una distribución de Poisson con parámetro λ_i : $Y_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$ $\log(\lambda_i) = \log N_i + \beta_0 + \beta_1 * AÑO_i + \beta_2 * R2_CAUCA_i + \beta_3 * R3_NARIÑO_i + \beta_4 * R4_VALLE_i + W_i$; $i=1, \dots, 2.301$	$\beta_0 \sim N(0; 2)$ $\beta_1 \sim N(0; 0.0001)$ $\beta_2 \sim N(0; 1)$ $\beta_3 \sim N(0; 1)$ $\beta_4 \sim N(0; 1)$ $W_i \sim N(0; \sigma^2)$ $\sigma^2 \sim \text{Gamma}(1; 1)$

Fuente: elaboración propia.

* Aquí la distribución normal se especifica mediante los parámetros media y varianza, es decir $N(\mu; \sigma^2)$. Sin embargo en OpenBUGS se especificó con los parámetros media y precisión, es decir, $N(\mu, \tau)$, donde precisión (τ) es la inversa de la varianza ($\tau = 1/\sigma^2$)

En la Tabla 6, $N(\mu, \sigma^2)$ denota una distribución normal con media μ y varianza σ^2 y $\text{Gamma}(a,b)$ denota una distribución gamma con media a/b y varianza igual a a/b^2 . El modelo 5 es un modelo Bayesiano jerárquico (ver por ejemplo Bernardo y Smith 1994 (37)) con la presencia de una variable latente (no observada) W_i , $i=1, \dots, 2.301$, que captura características individuales de cada municipio en cada año, lo que puede llevar a mejores inferencias para las series epidemiológicas. En la obtención de inferencias (estimadores puntuales e intervalos de confianza) para el modelo de regresión 1 (modelo de regresión múltiple lineal clásico) se usó el método de mínimos cuadrados en la estimación de los parámetros de regresión y métodos gráficos sobre los residuos para validar los supuestos del modelo (normalidad, varianza constante e independencia) usando el software MINITAB® versión 17. En la obtención de inferencias Bayesianas (estimadores puntuales e intervalos de credibilidad, $IC_{\text{Cred}95\%}$) para los modelos de regresión Bayesianos 2 a 5, en todos los casos, simulamos un gran número de muestras de Gibbs considerando una muestra “burn-in” de tamaño 10.000 que fue descartada para eliminar el efecto de los valores iniciales en el método iterativo de simulación y consideramos muestras finales de tamaño 1.000 (escogidas igualmente espaciadas de 100.000 muestras simuladas de Gibbs) para la obtención de los estimadores de Monte Carlo de las medias a posteriori de interés (estimadores Bayesianos). La convergencia del algoritmo de simulación fue verificada a partir de la inspección de gráficos de muestras simuladas (traceplots) para todos los modelos. El análisis de sensibilidad cambiando los hiperparámetros de las

distribuciones a priori de la Tabla 6, es decir aumentando su variabilidad, mostró resultados similares en las estimaciones. Para evaluar el ajuste del modelo 1 (regresión lineal múltiple clásica) se usó el Coeficiente de Determinación (R^2) y para la comparación de los modelos ajustados en el esquema Bayesiano (modelos 2 a 5) se usó el Deviance Information Criterion (DIC) introducido por Spiegelhalter et al. 2002 (41), donde modelos con menores valores de DIC indican un mejor ajuste.

2.4 RESULTADOS DEL CAPITULO

2.4.1 Caracterización y tendencias de la mortalidad: Análisis descriptivo de los datos

En total, 459.424 defunciones fueron analizadas en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca entre los años 2002 al 2014 (Tabla 4). El Valle del Cauca aportó el 66,3% (304.503/459.424) de las defunciones totales del periodo de estudio, el departamento de Nariño aportó el 16,1% (73.976/459.424), Cauca el 14,3% (65.488/459.424) y Chocó el 3,4% (15.457/459.424). La distribución de estas muertes por sexo y edad se presenta en la Tabla 7. Tanto a nivel general como departamental se observa una mayor mortalidad en el sexo masculino. A nivel general el 58,4% (268.143/459.424) de estas defunciones ocurrieron en hombres y el 41,6% (191.281/459.424) en mujeres. El análisis por departamentos también muestra más muertes en el sexo masculino, siendo del 58,9% (38.552/65.488) en Cauca; 57,3% (8.852/15.457) en Chocó; 55,7% (41.208/73.976) en Nariño; y 59,0% (179.531/304.503) en Valle del Cauca.

El análisis de la mortalidad por grupos etarios muestra que a nivel general el 52,6% de las muertes ocurren en personas de 65 años y más, seguido del grupo de 15 a 44 años (22,1%) y de 45 a 64 años (18,8%) (Tabla 7). A nivel departamental el comportamiento es similar al global, llamando la atención que en el departamento de Chocó el grupo de 65 años y más representa solo el 37,8% de las muertes, el 16,0% de las muertes fueron en menores de un año y el 2,0% en niños de 1 a 4 años.

Al analizar la mortalidad global por edad y sexo, es importante resaltar que en el grupo de 15 a 44 años las proporciones de mortalidad difieren significativamente por sexo, representando el 29,7% del total de muertes masculinas y tan solo el 11,4% de las femeninas. Este fenómeno se invierte en el grupo de mayores de 65 años, donde las muertes en hombres representan el 45,1% y las muertes en mujeres el 63,1%. El análisis por departamento mostró un comportamiento similar (Tabla 7).

Tabla 7. Total de defunciones del periodo 2002-2014 en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca: distribución porcentual y tasas específicas de mortalidad por sexo y grupos de edad

Edad (años)	Masculino		Femenino		Total		Tasa de mortalidad (por 1.000)		
	N	%	N	%	N	%	Masculino	Femenino	Total
Cauca									
< 1 año	2 547	6,6	1 966	7,3	4 513	6,9	14,47	11,64	13,08
1-4	310	0,8	250	0,9	560	0,9	0,43	0,36	0,40
5-9	291	0,8	231	0,9	522	0,8	0,31	0,26	0,29
10-14	337	0,9	308	1,1	645	1,0	0,36	0,34	0,35
15-19	1 664	4,3	565	2,1	2 229	3,4	1,88	0,68	1,30
20-24	2 583	6,7	538	2,0	3 121	4,8	3,25	0,74	2,05
25-29	2 351	6,1	522	1,9	2 873	4,4	3,37	0,80	2,13
30-34	1 937	5,0	531	2,0	2 468	3,8	3,24	0,92	2,11
35-39	1 525	4,0	555	2,1	2 080	3,2	2,95	1,08	2,02
40-44	1 433	3,7	742	2,8	2 175	3,3	3,10	1,57	2,32
45-49	1 401	3,6	867	3,2	2 268	3,5	3,40	2,04	2,71
50-54	1 492	3,9	1 100	4,1	2 592	4,0	4,23	3,05	3,63
55-59	1 614	4,2	1 286	4,8	2 900	4,4	5,48	4,33	4,90
60-64	2 037	5,3	1 603	6,0	3 640	5,6	8,47	6,60	7,53
65-69	2 543	6,6	2 081	7,7	4 624	7,1	13,02	10,33	11,65
70-74	3 276	8,5	2 730	10,1	6 006	9,2	21,52	16,74	19,04
75-79	3 603	9,3	3 029	11,2	6 632	10,1	33,69	25,18	29,19
80 y más	7 608	19,7	8 032	29,8	15 640	23,9	78,82	67,33	72,47
Total	38 552	100	26 936	100	65 488	100	4,31*	3,09*	3,72*
Chocó									
< 1 año	1 369	15,5	1 101	16,7	2 470	16,0	15,32	12,71	14,03
1-4	186	2,1	130	2,0	316	2,0	0,53	0,38	0,46
5-9	152	1,7	102	1,5	254	1,6	0,36	0,25	0,31
10-14	121	1,4	95	1,4	216	1,4	0,30	0,24	0,27
15-19	411	4,6	169	2,6	580	3,8	1,11	0,47	0,80
20-24	599	6,8	158	2,4	757	4,9	1,99	0,54	1,27
25-29	542	6,1	163	2,5	705	4,6	2,49	0,73	1,59
30-34	403	4,6	176	2,7	579	3,7	2,50	1,02	1,73
35-39	348	3,9	169	2,6	517	3,3	2,57	1,15	1,83
40-44	303	3,4	199	3,0	502	3,2	2,53	1,52	2,00
45-49	326	3,7	237	3,6	563	3,6	3,02	2,01	2,49
50-54	409	4,6	306	4,6	715	4,6	4,46	3,07	3,74
55-59	409	4,6	295	4,5	704	4,6	5,68	3,82	4,72
60-64	393	4,4	340	5,1	733	4,7	7,19	5,79	6,46
65-69	535	6,0	430	6,5	965	6,2	11,91	8,52	10,12
70-74	618	7,0	584	8,8	1 202	7,8	17,21	13,68	15,29
75-79	571	6,5	564	8,5	1 135	7,3	22,77	18,52	20,44
80 y más	1 157	13,1	1 387	21,0	2 544	16,5	49,19	44,93	46,77
Total	8 852	100	6 605	100	15 457	100	3,42*	2,55*	2,98*

Continua

Edad (años)	Masculino		Femenino		Total		Tasa de mortalidad (por 1.000)		
	N	%	N	%	N	%	Masculino	Femenino	Total
Nariño									
< 1 año	2 437	5,9	1 891	5,8	4 328	5,9	11,09	8,95	10,04
1-4	292	0,7	240	0,7	532	0,7	0,33	0,28	0,31
5-9	297	0,7	222	0,7	519	0,7	0,27	0,21	0,24
10-14	354	0,9	274	0,8	628	0,8	0,32	0,26	0,29
15-19	1 417	3,4	597	1,8	2 014	2,7	1,35	0,61	0,99
20-24	2 390	5,8	611	1,9	3 001	4,1	2,50	0,67	1,61
25-29	2 295	5,6	530	1,6	2 825	3,8	2,67	0,63	1,66
30-34	1 810	4,4	549	1,7	2 359	3,2	2,40	0,72	1,55
35-39	1 597	3,9	675	2,1	2 272	3,1	2,40	0,98	1,67
40-44	1 457	3,5	759	2,3	2 216	3,0	2,47	1,23	1,84
45-49	1 414	3,4	994	3,0	2 408	3,3	2,81	1,88	2,33
50-54	1 545	3,7	1 155	3,5	2 700	3,6	3,72	2,63	3,16
55-59	1 797	4,4	1 460	4,5	3 257	4,4	5,18	4,02	4,59
60-64	2 099	5,1	1 811	5,5	3 910	5,3	7,33	6,06	6,68
65-69	2 650	6,4	2 340	7,1	4 990	6,7	11,44	9,42	10,39
70-74	3 423	8,3	3 185	9,7	6 608	8,9	18,97	15,65	17,21
75-79	4 016	9,7	3 845	11,7	7 861	10,6	30,10	24,81	27,26
80 y más	9 918	24,1	11 630	35,5	21 548	29,1	77,15	74,97	75,95
Total	41 208	100	32 768	100	73 976	100	3,69*	2,95*	3,33*
Valle del Cauca									
< 1 año	5 742	3,2	4 360	3,5	10 102	3,3	11,89	9,53	10,74
1-4	660	0,4	489	0,4	1 149	0,4	0,34	0,26	0,30
5-9	775	0,4	548	0,4	1 323	0,4	0,31	0,23	0,27
10-14	1 176	0,7	674	0,5	1 850	0,6	0,45	0,27	0,36
15-19	8 262	4,6	1 469	1,2	9 731	3,2	3,13	0,58	1,88
20-24	11 634	6,5	1 853	1,5	13 487	4,4	4,73	0,76	2,74
25-29	10 588	5,9	1 901	1,5	12 489	4,1	4,79	0,83	2,77
30-34	9 199	5,1	2 175	1,7	11 374	3,7	4,61	1,01	2,74
35-39	7 728	4,3	2 679	2,1	10 407	3,4	4,13	1,29	2,63
40-44	7 285	4,1	3 520	2,8	10 805	3,5	4,11	1,74	2,85
45-49	7 515	4,2	4 418	3,5	11 933	3,9	4,71	2,38	3,46
50-54	8 213	4,6	5 568	4,5	13 781	4,5	6,17	3,56	4,76
55-59	8 982	5,0	6 457	5,2	15 439	5,1	8,49	5,19	6,71
60-64	10 767	6,0	8 025	6,4	18 792	6,2	13,07	8,27	10,47
65-69	12 987	7,2	10 388	8,3	23 375	7,7	20,34	13,44	16,56
70-74	15 601	8,7	13 286	10,6	28 887	9,5	32,36	21,74	26,43
75-79	17 015	9,5	15 379	12,3	32 394	10,6	49,94	34,52	41,20
80 y más	35 402	19,7	41 783	33,4	77 185	25,3	110,51	90,63	98,78
Total	179 531	100	124 972	100	304 503	100	6,05*	3,77*	4,87*

Continúa

Conclusión

Edad (años)	Masculino		Femenino		Total		Tasa de mortalidad (por 1.000)		
	N	%	N	%	N	%	Masculino	Femenino	Total
	Total								
< 1 año	12 095	4,5	9 318	4,9	21 413	4,7	12,49	10,08	11,31
1-4	1 448	0,5	1 109	0,6	2 557	0,6	0,37	0,30	0,33
5-9	1 515	0,6	1 103	0,6	2 618	0,6	0,30	0,23	0,27
10-14	1 988	0,7	1 351	0,7	3 339	0,7	0,39	0,28	0,34
15-19	11 754	4,4	2 800	1,5	14 554	3,2	2,38	0,59	1,51
20-24	17 206	6,4	3 160	1,7	20 366	4,4	3,81	0,72	2,29
25-29	15 776	5,9	3 116	1,6	18 892	4,1	3,96	0,77	2,36
30-34	13 349	5,0	3 431	1,8	16 780	3,7	3,80	0,94	2,34
35-39	11 198	4,2	4 078	2,1	15 276	3,3	3,51	1,19	2,31
40-44	10 478	3,9	5 220	2,7	15 698	3,4	3,56	1,61	2,54
45-49	10 656	4,0	6 516	3,4	17 172	3,7	4,07	2,23	3,10
50-54	11 659	4,3	8 129	4,2	19 788	4,3	5,32	3,30	4,25
55-59	12 802	4,8	9 498	5,0	22 300	4,9	7,23	4,79	5,94
60-64	15 296	5,7	11 779	6,2	27 075	5,9	10,88	7,50	9,10
65-69	18 715	7,0	15 239	8,0	33 954	7,4	16,85	11,97	14,24
70-74	22 918	8,5	19 785	10,3	42 703	9,3	26,94	19,39	22,82
75-79	25 205	9,4	22 817	11,9	48 022	10,5	41,58	30,37	35,38
80 y más	54 085	20,2	62 832	32,8	116 917	25,4	95,06	81,99	87,56
Total	268 143	100	191 281	100	459 424	100	5,13*	3,46*	4,29*

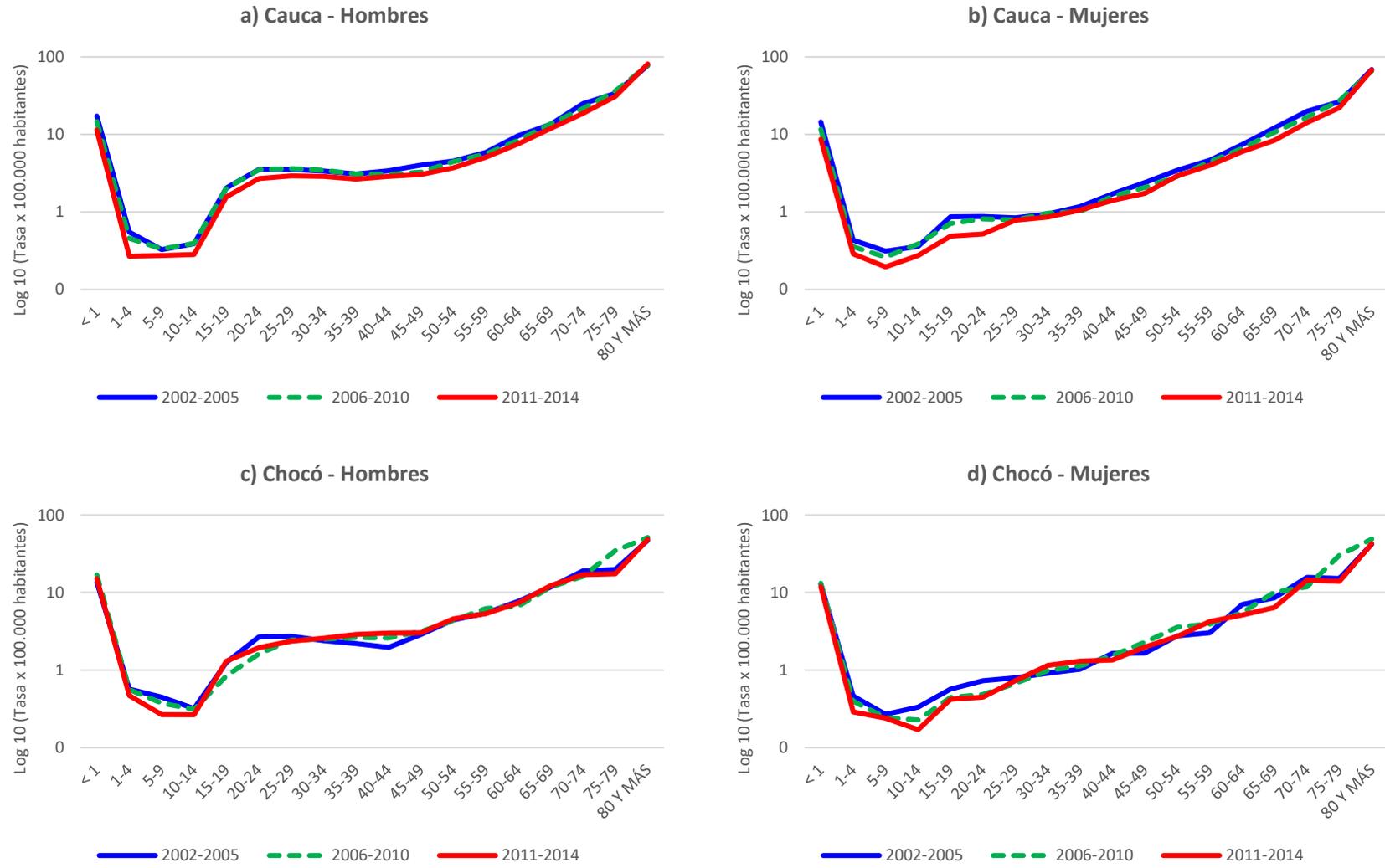
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de mortalidad del DANE y las proyecciones de población departamentales por área 2005-2020 del DANE (30).

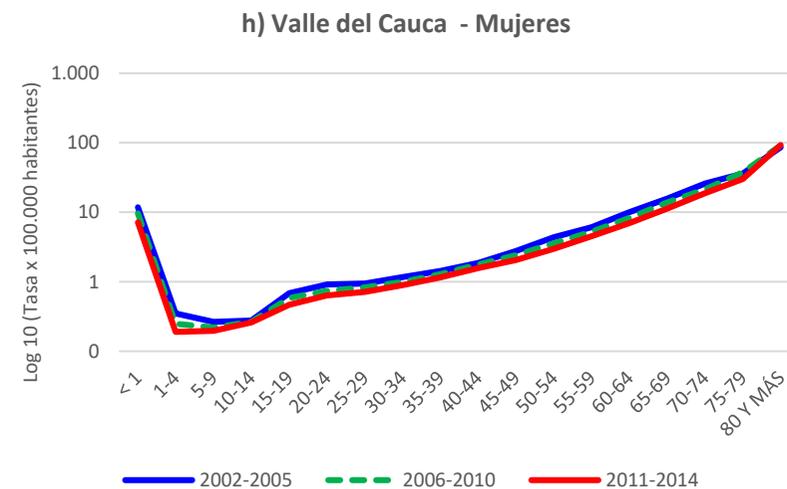
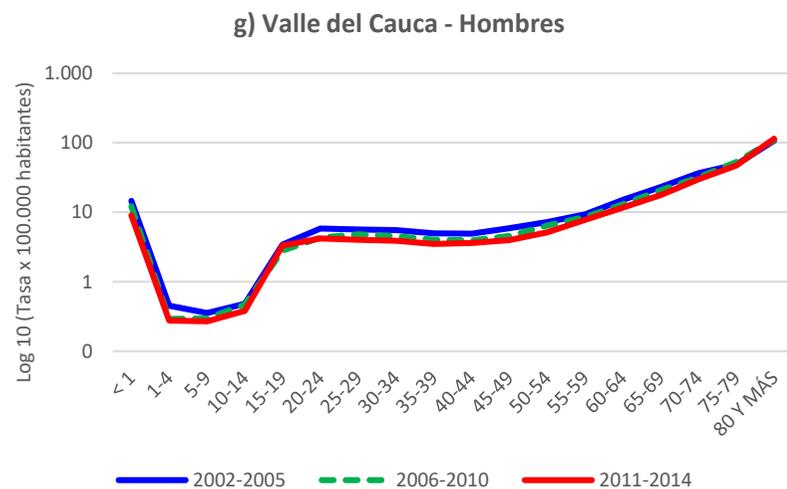
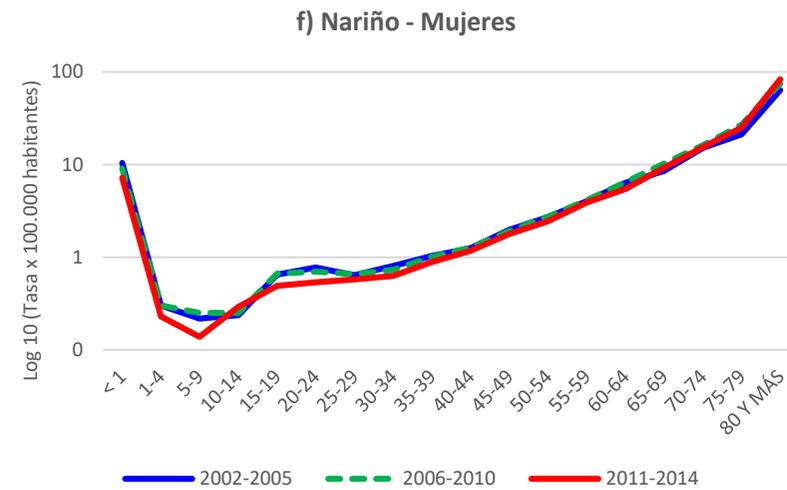
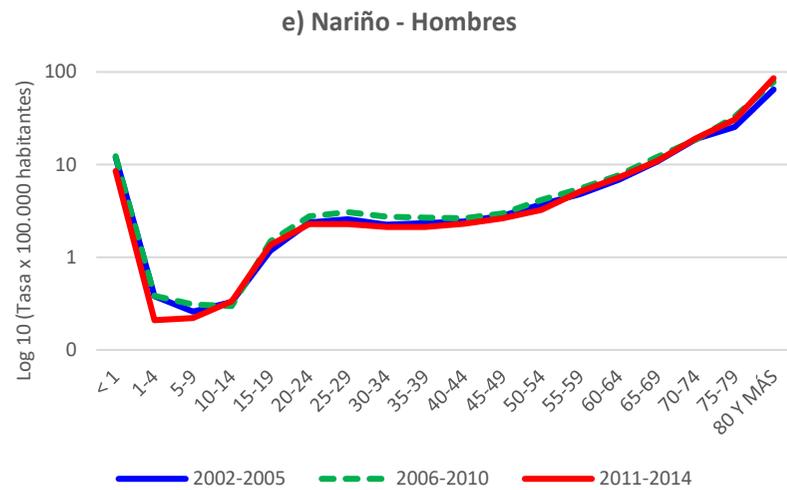
* Tasa de mortalidad estandarizada por 1.000 habitantes, ajustada mediante el método directo y usando como población estándar a Colombia en el año 2005.

Las tasas de mortalidad por edad mostraron que durante el periodo de estudio el Chocó y Cauca registraron las mayores tasas de mortalidad en menores de un año (14,03 y 13,08×1.000, respectivamente) (Tabla 7), en comparación con Nariño y Valle del Cauca (10,04 y 10,74×1.000, respectivamente). El Chocó también tuvo las mayores tasas de mortalidad en los grupos de 1-4 y 5-9 años; posteriormente (desde el grupo 10-14 años) el Valle del Cauca presentó las mayores tasas de mortalidad.

En general las curvas de mortalidad (Figura 3a-h) muestran un alto riesgo de morir en los primeros años de vida, alcanzando su mínimo en el grupo de 5-9 años en Cauca, Nariño y Valle del Cauca, y en el grupo de 10-14 años en Chocó. A partir del grupo 15-19 años el riesgo de muerte aumenta diferencialmente entre hombres y mujeres, observado una mayor sobremortalidad masculina el grupo de 15-44 años en los cuatro departamentos. También se observó una tendencia descendente de la mortalidad en todos los departamentos y grupos etarios durante los tres periodos definidos.

Figura 3. Curvas de mortalidad por sexo en los departamentos de la región Pacífico de Colombia, periodos 2002-2005, 2006-2010 y 2011-2014





Fuente: elaboración propia a partir de información de mortalidad del DANE.

Pese a que el departamento del Valle del Cauca aportó el 66,3% de las muertes, del área y periodo de estudio, también se debe considerar que es el departamento con mayor número de habitantes (Tabla 3). Por esta razón, la mortalidad se analizó por medio del indicador epidemiológico: tasa de mortalidad (bruta y estandarizada) (Tabla 8 y Figura 4).

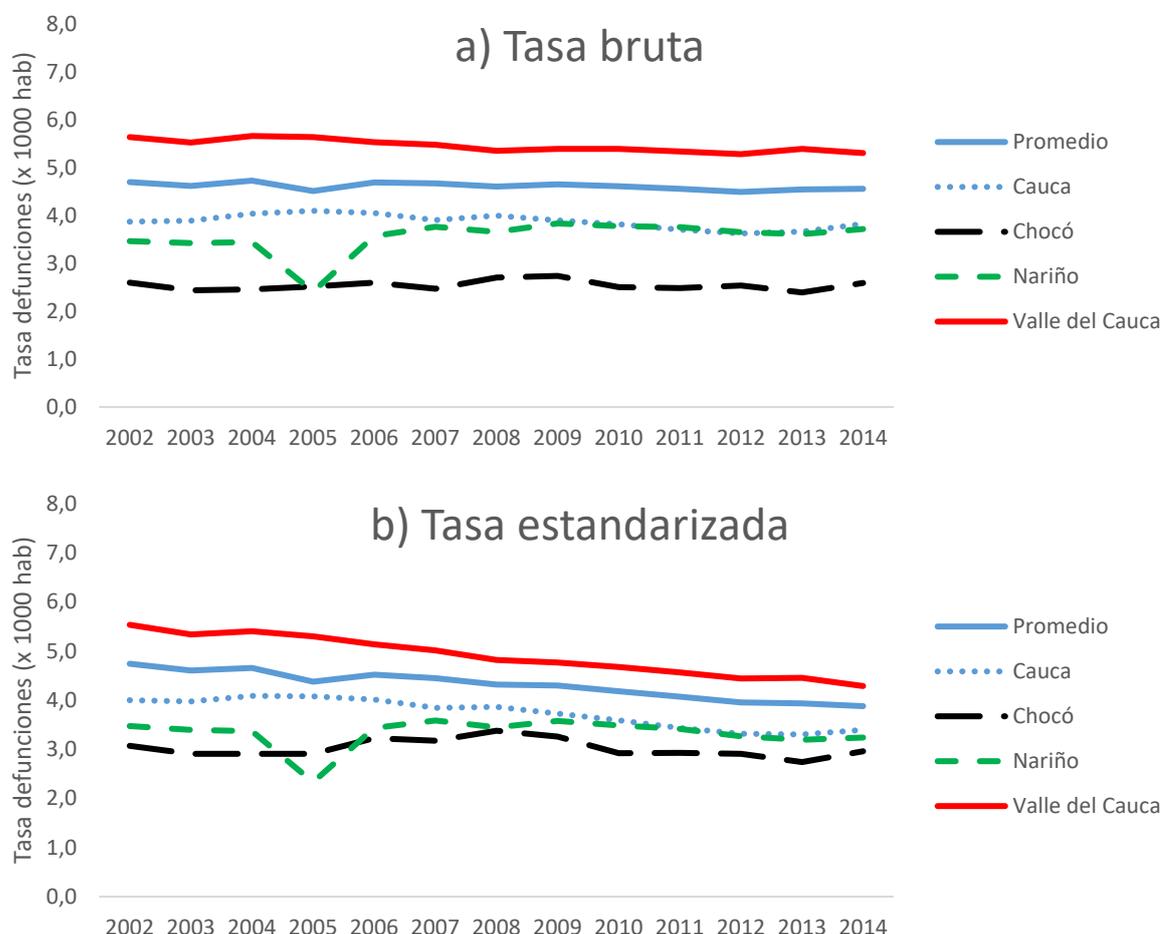
Tabla 8. Tasas de mortalidad general (bruta y estandarizada) en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca, periodo 2002-2014

Año	Tasa bruta de mortalidad (× 1000)				Tasa de mortalidad estandarizada* (× 1000)			
	Cauca	Chocó	Nariño	Valle del Cauca	Cauca	Chocó	Nariño	Valle del Cauca
2002	3,87	2,60	3,46	5,64	4,00	3,07	3,47	5,53
2003	3,90	2,44	3,43	5,52	3,97	2,91	3,39	5,34
2004	4,04	2,46	3,45	5,66	4,09	2,91	3,37	5,40
2005	4,10	2,52	2,41	5,64	4,08	2,91	2,33	5,29
2006	4,05	2,60	3,57	5,53	4,01	3,23	3,43	5,13
2007	3,91	2,47	3,76	5,48	3,84	3,18	3,58	5,01
2008	4,00	2,71	3,66	5,35	3,86	3,38	3,44	4,81
2009	3,90	2,74	3,84	5,39	3,73	3,26	3,58	4,76
2010	3,82	2,51	3,78	5,39	3,59	2,92	3,49	4,67
2011	3,70	2,49	3,76	5,34	3,43	2,93	3,42	4,57
2012	3,63	2,54	3,65	5,28	3,32	2,91	3,26	4,44
2013	3,66	2,39	3,61	5,39	3,30	2,74	3,19	4,45
2014	3,83	2,60	3,72	5,30	3,39	2,96	3,24	4,29

Fuente: elaboración propia.

*Tasa de mortalidad estandarizada por edad, utilizando el método directo y como población de referencia Colombia 2005.

Figura 4. a) Tasa bruta de mortalidad; y b) Tasa de mortalidad estandarizada por edad, en los departamentos de la región Pacífico, durante los años 2002 al 2014



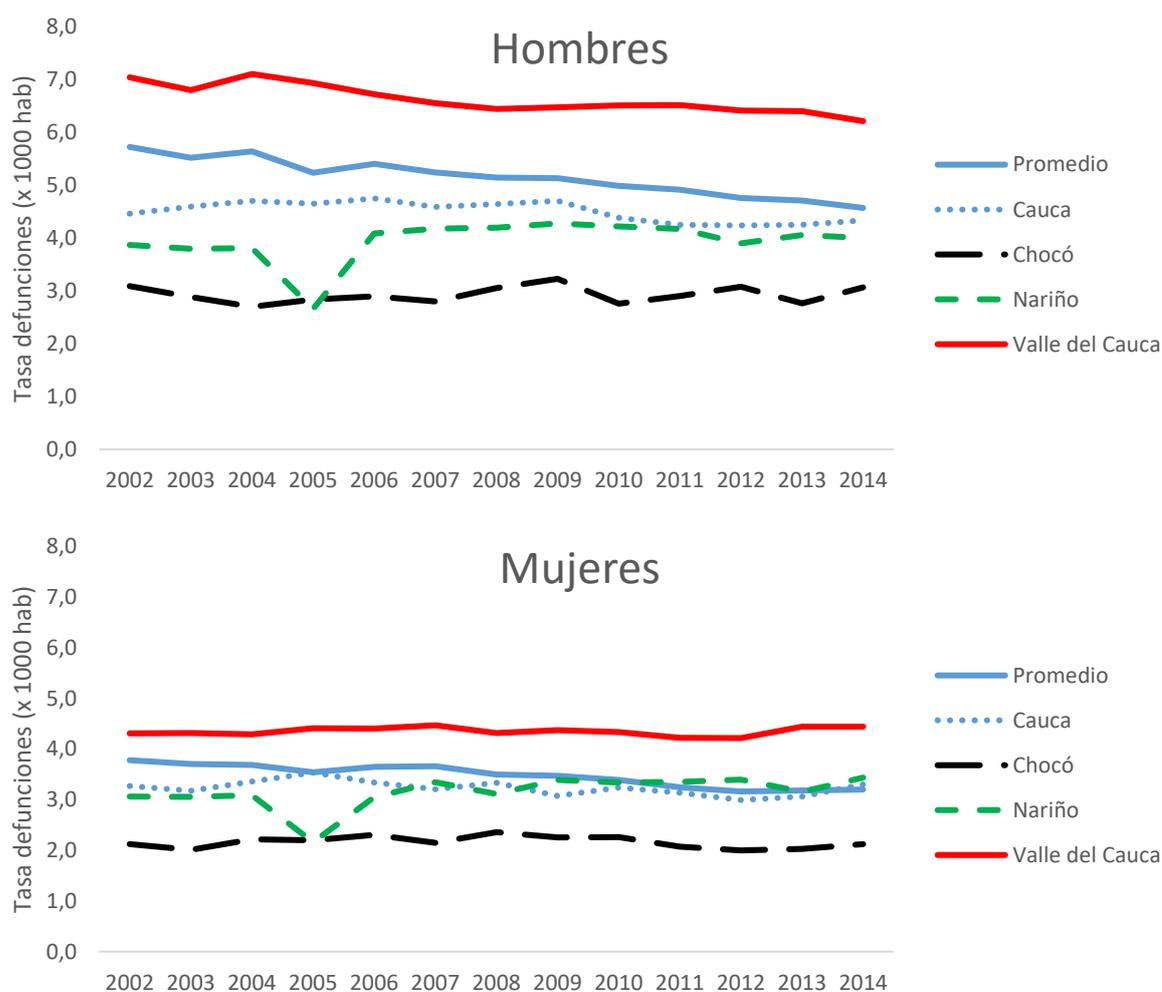
Fuente: elaboración propia.

El análisis de la mortalidad muestra que en el periodo de estudio la mayor tasa bruta de mortalidad se observó en el Valle del Cauca, siendo la más alta de todos los departamentos y la única que fue mayor al promedio regional (Figura 4). La tasa bruta de mortalidad del Valle del Cauca mostró un ligero descenso de 5,64 defunciones (\times 1.000 personas) en 2002 para 5,30 en 2014, sin embargo, la caída en la mortalidad fue más evidente en la tasa estandarizada que en el periodo de estudio paso de 5,53 a 4,29 (\times 1.000 personas), siendo incluso en el año 2014 menor a la tasa bruta de mortalidad de Colombia ($4,41 \times 1.000$ personas). En orden de magnitud, siguió la tasa bruta de mortalidad del Cauca la cual en el año 2002 era de 3,87 por 1000 personas, en el año 2005 alcanzó su máximo valor (4,10 por 1.000 personas) y en el año 2014 se encuentra en 3,83. La tasa estandarizada de mortalidad del Cauca refleja una disminución en la mortalidad durante el periodo de estudio, pasando de 4,40 a 3,39 muertes por mil habitantes.

La tasa bruta de mortalidad de Nariño mostró un aumento en el periodo de estudio de 3,46 en 2002 a 3,72 en 2014; llamando la atención la caída observada en el año 2005, donde la tasa bruta de mortalidad fue tan solo de 2,41 defunciones por cada 1.000 personas. No obstante, al analizar la tasa estandarizada se observa una ligera disminución entre el año 2002 (3,47) y el año 2014 (3,24), y la caída en el 2005 de 2,33 muertes por cada 1.000 personas.

A lo largo de todo el periodo de estudio la menor tasa bruta de mortalidad se observó en el departamento del Chocó, mostrando poca variabilidad: 2,60 muertes por cada 1.000 personas en los años 2002 y 2014. La tasa estandarizada de mortalidad varió de 3,07 a 2,96 en el periodo de estudio.

Figura 5. Tasa de mortalidad específica en hombres (arriba) y mujeres (abajo) en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca durante los años 2002 al 2014



Fuente: elaboración propia.

La tasa de mortalidad específica para hombres y mujeres se presenta en la Figura 5. Claramente se observa que la tasa de mortalidad es mayor en hombres que en mujeres, con razones promedio de mortalidad (hombre/mujer) en el periodo de estudio de 1,26 en Nariño; 1,33 en Chocó; 1,40 en Cauca; y 1,61 en Valle del Cauca.

2.4.2 Mortalidad proporcional por grandes causas

La distribución de la mortalidad de los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2014, de acuerdo a las grandes causas de mortalidad se presenta en la Tabla 9 y en la Figura 6. A nivel global, el 28,0% de las muertes en el área y periodo de estudio fueron debidas a enfermedades del sistema circulatorio, el 22,8% por todas las demás causas, el 20,7% correspondió a causas externas, el 17,3% fueron atribuidas a neoplasias o tumores, el 7,1% por enfermedades transmisibles, el 2,1% debidas a afecciones originadas en el periodo perinatal, y solo el 1,8% fueron mal definidas.

Tabla 9. Distribución de las defunciones de acuerdo con las grandes causas de mortalidad, según la lista de mortalidad 6/67, en todos los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca, periodo 2002-2014

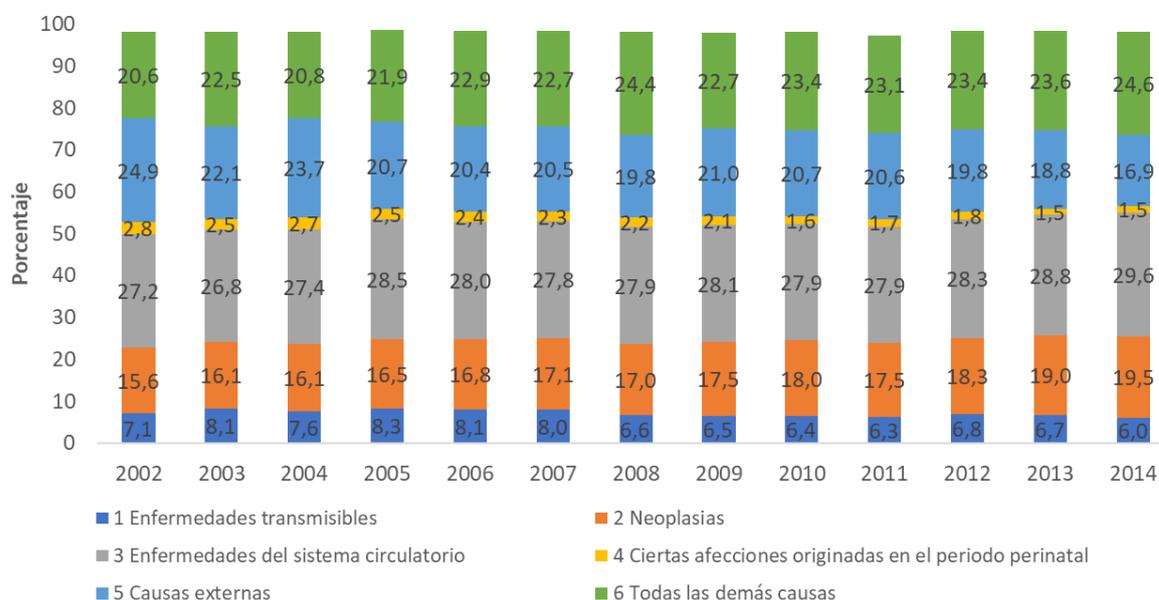
Grupo de enfermedad	Frecuencia	Porcentaje
Enfermedades del sistema circulatorio	128.823	28,0
Todas las demás causas	104.915	22,8
Causas externas	95.190	20,7
Neoplasias	79.650	17,3
Enfermedades transmisibles	32.618	7,1
Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	9.737	2,1
Mal definidas	8.491	1,8
Total	459.424	100

Fuente: elaboración propia a partir de información del DANE.

La tendencia de la distribución de la mortalidad proporcional durante los años 2002 al 2014 se observa en la Figura 6 y sus valores en el Apéndice C. A nivel global se observaron incrementos proporcionales en los grupos de neoplasias (+3,9%), enfermedades del sistema circulatorio (+2,4%) y todas las demás causas (+4,0%). En el año 2002 las neoplasias representaban el 15,6% de las causas de muerte en los cuatro departamentos del área de estudio mientras que en el año 2014 paso a representar el 19,5% de las causas de muerte. La mortalidad debida a enfermedades del sistema circulatorio pasó del 27,2% en 2002 a 29,6% en 2014. Finalmente, todas las demás causas representaban el 20,6% de las muertes en el 2002 y aumentaron al 24,6% en el 2014.

Por el contrario, los grupos de mortalidad que presentaron una disminución proporcional fueron las causas externas (-7,9%), las enfermedades transmisibles (-1,2%) y ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (-1,2%). La disminución más grande se observó en el grupo de causas externas que pasaron de representar el 24,9% de las muertes en el 2002 al 16,9% en el 2014. La mortalidad por enfermedades transmisibles bajó del 7,1% al 6,0% en el periodo de estudio y la mortalidad por afecciones del periodo perinatal pasó del 2,8% en 2002 al 1,5% en 2014.

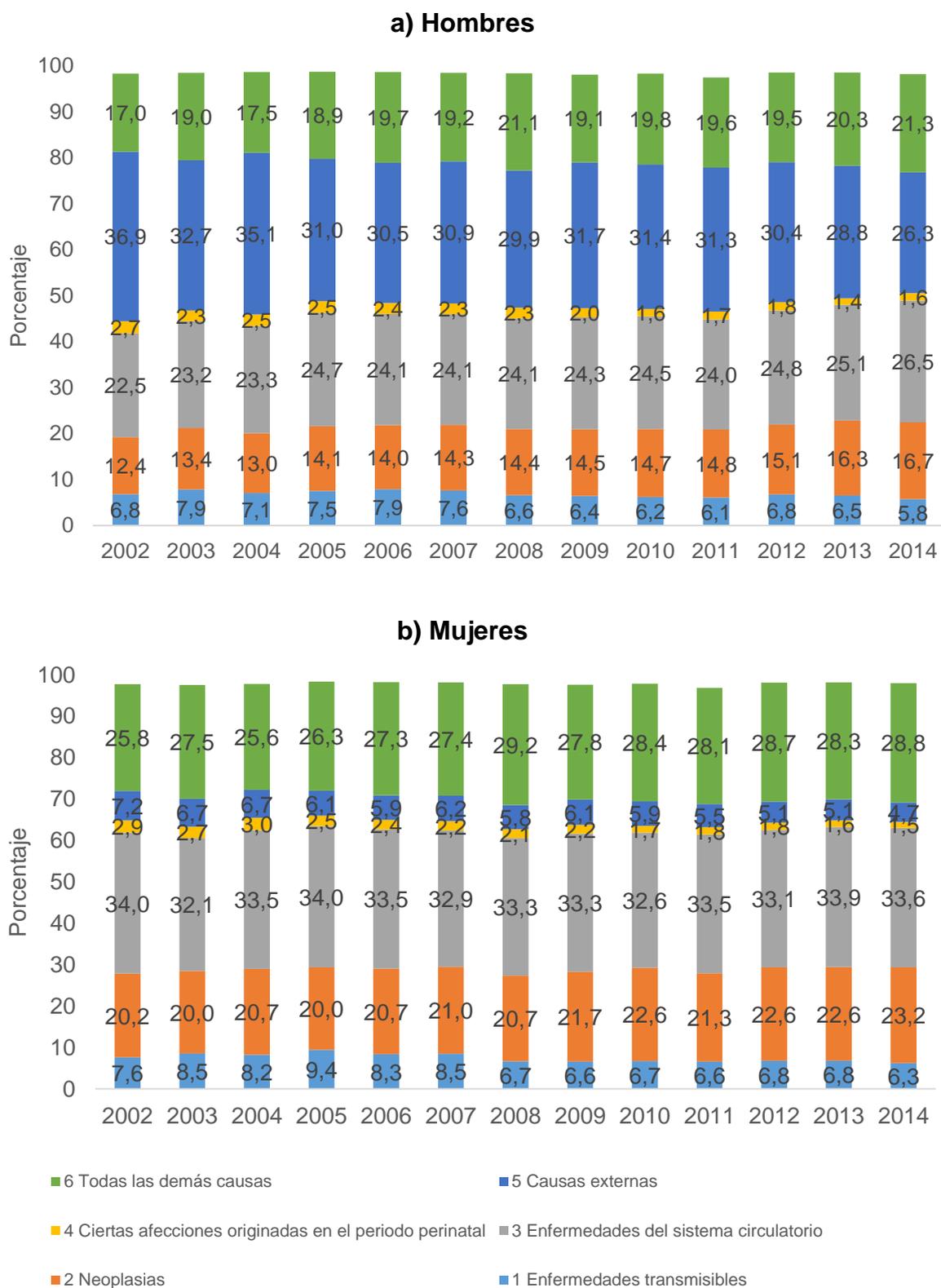
Figura 6. Mortalidad proporcional por los 6 grandes grupos de la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS en todos los departamentos (Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca) durante el periodo 2002-2014



Fuente: elaboración propia a partir de información del DANE.

La mortalidad proporcional por sexo (Figura 7 y Apéndice D) mostró incrementos en el grupo de neoplasias (hombres +4,3% y mujeres +2,9%) y todas las demás causas (hombres +4,3% y mujeres +3,0%). Se observó un gran descenso en la mortalidad masculina por causas externas (hombres -10,5% y mujeres -2,4%), así como una leve caída en la mortalidad por enfermedades transmisibles (hombres -1,1% y mujeres -1,4%) y por afecciones del periodo perinatal (hombres -1,1% y mujeres -1,5%). La mortalidad proporcional por enfermedades del sistema circulatorio mostró un incremento en hombres (+3,9%) y un leve descenso en mujeres (-0,4%)

Figura 7. Mortalidad proporcional por sexo para los 6 grandes grupos de la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS en todos los departamentos de la región Pacífico, periodo 2002-2014

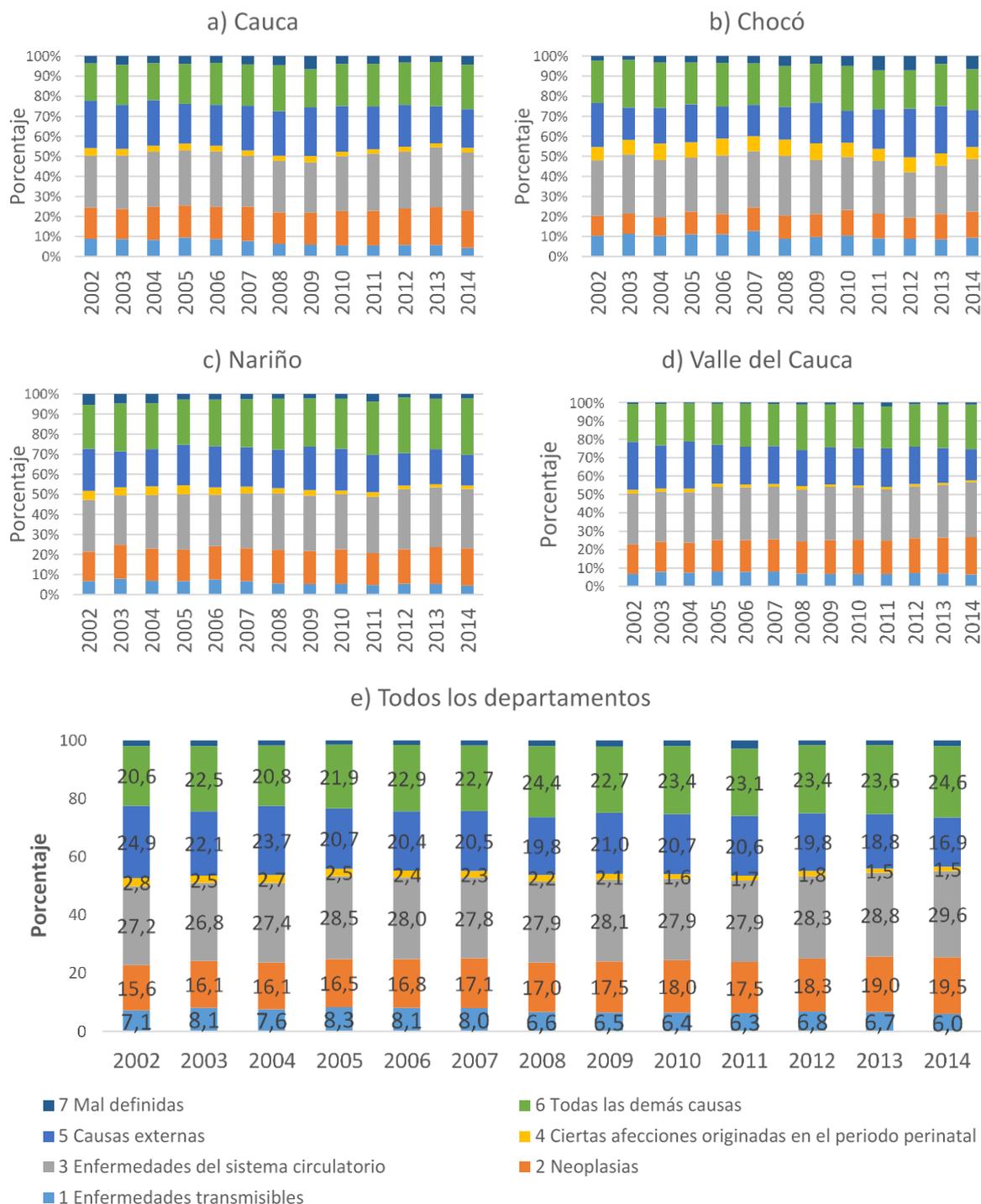


Fuente: elaboración propia a partir de información del DANE.

La mortalidad proporcional para cada uno de los departamentos del área de estudio se observa en la Figura 8 y sus valores en el Apéndice E. En términos generales, la mortalidad proporcional a nivel departamental se comporta de manera similar a la mortalidad global (Figura 6). Algunas particularidades a nivel departamental fueron las siguientes:

- En el departamento del Cauca se resalta la disminución de la mortalidad proporcional por enfermedades transmisibles (-4,4%) que pasó del 8,8% en 2002 al 4,4% en 2014. Esta misma reducción de la mortalidad proporcional (-4,4%) se observó en las causas externas que varió en el periodo de estudio de 23,6% al 19,2%.
- En el departamento de Chocó se observó la mayor mortalidad proporcional debía a enfermedades transmisibles (promedio 10,1%) y a ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (promedio 7,3%). Por el contrario, en este departamento se encontró la menor mortalidad proporcional por neoplasias (promedio 11,3%) y una disminución de la mortalidad proporcional por enfermedades del sistema circulatorio (-1,4%) y por todas las demás causas (-0,8%). La mayor variación de la mortalidad proporcional se observó en la reducción de la mortalidad proporcional por causas externas (-3,4%) que pasó del 21,9% en 2002 al 18,4% en 2014.
- En el departamento de Nariño se observó la mayor mortalidad proporcional debida a las demás causas (promedio 24,7%) la cual aumentó 6,2% (de 22,0% en 2002 a 28,2% en 2014). También se destaca el aumento de mortalidad proporcional por neoplasias (+4,0%) de 14,6% a 18,6% entre los años 2002 y 2014, respectivamente; el aumento de mortalidad proporcional por enfermedades del sistema circulatorio (+3,7%) de 25,9% en 2002 a 29,6% en 2014; y la disminución (-5,7%) en la mortalidad por causa externa que varió en el periodo de estudio de 21,0% a 15,3%.
- El Valle del Cauca presentó la mayor mortalidad proporcional por neoplasias (promedio 17,9%) la cual aumentó de 16,1% en 2002 a 20,3% en 2014 (+4,2%). También se destaca la disminución (-9,3%) en la mortalidad proporcional por causas externas que varió de 26,1% en 2002 a 16,8% en 2014. En este departamento se encontró la menor mortalidad proporcional por afecciones del periodo perinatal (promedio 1,5%).

Figura 8. Mortalidad proporcional por los 7 grandes grupos de la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de mortalidad del DANE



Fuente: elaboración propia a partir de información del DANE.

A mayor detalle de análisis, la mortalidad proporcional del período (2002-2014) para hombres, mujeres y total de la población se presenta en la Tabla 10, así como también por sexo para los años 2002 y 2014. Algunos incrementos absolutos que vale la pena resaltar fueron los siguientes:

- Enfermedades transmisibles:
 - Infecciones respiratorias agudas en mujeres de 41,8% en 2002 a 57,0% en 2014 (+15,2%) y en hombres de 34,3% en 2002 a 47,1% en 2014 (+12,8%)
- Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal:
 - Sepsis bacteriana del recién nacido en mujeres (+6,7%) de 8,2% en 2002 a 14,9% en 2014
- Enfermedades del sistema circulatorio:
 - Enfermedades isquémicas del corazón en mujeres (+6,5%) de 38,3% en 2002 a 44,8% en 2014 y en hombres (+5,4%) de 46,2% en 2002 a 51,6% en 2014
- Causas externas:
 - Accidentes de transporte en hombres (+5,5%) de 12,9% en 2002 a 18,4% en 2014
- Neoplasias:
 - Carcinoma-in-situ, tumores benignos y de comportamiento incierto o desconocido en hombres (+5,3%) de 2,7% en 2002 a 8,0% en 2014 y en mujeres (+5,2%) de 2,7% en 2002 a 7,9% en 2014

Y los descensos más importantes fueron:

- Causas externas:
 - Homicidios en hombres (-9,4%) de 73,4% en 2002 a 64,0% en 2014
- Enfermedades transmisibles:
 - Enfermedades infecciosas intestinales en mujeres (-7,8%) de 15,6% en 2002 a 7,8% en 2014 y en hombres (-5,9%) de 10,1% en 2002 a 4,2% en 2014
 - Demás causas del grupo en hombres (-5,2%) de 7,0% en 2002 a 1,8% en 2014
 - Meningitis en mujeres (-5,0%) de % en 2002 a % en 2014
- Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal:
 - Trastornos respiratorios específicos del período perinatal en M (-7,1%) de 6,5% en 2002 a 1,5% en 2014
- Todas las demás causas:
 - Diabetes mellitus en mujeres (-5,2%) de 21,2% en 2002 a 16,0% en 2014

Tabla 10. Mortalidad proporcional para cada grupo de causa de muerte y sexo, global para el periodo de estudio 2002-2014 y para los años 2002 y 2014

Causa de muerte (3 dígitos)	Periodo 2002-2014						Hombre				Mujer			
	Hombres (n=263.714)		Mujeres (n=187.219)		Total (n=450.933)		2002 (n=19.821)		2014 (n=20.606)		2002 (n=13.365)		2014 (n=15.832)	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Enfermedades del sistema circulatorio														
Enfermedades isquémicas del corazón	32.565	50,1%	26.274	41,2%	58.839	45,7%	2.098	46,2%	2.866	51,6%	1.780	38,3%	2.433	44,8%
Enfermedades cerebrovasculares	15.331	23,6%	18.574	29,1%	33.905	26,3%	1.150	25,3%	1.263	22,7%	1.363	29,3%	1.525	28,1%
Enfermedades hipertensivas	6.814	10,5%	7.856	12,3%	14.670	11,4%	543	11,9%	618	11,1%	649	14,0%	670	12,3%
Enfermedad cardiopulmonar, enfermedades de la circulación pulmonar y otras formas de enfermedad del corazón	4.433	6,8%	5.180	8,1%	9.613	7,5%	343	7,5%	420	7,6%	391	8,4%	453	8,3%
Insuficiencia cardíaca	2.839	4,4%	3.119	4,9%	5.958	4,6%	155	3,4%	161	2,9%	189	4,1%	171	3,1%
Demás del grupo	3.076	4,7%	2.762	4,3%	5.838	4,5%	255	5,6%	224	4,0%	278	6,0%	179	3,3%
Total	65.058	100%	63.765	100%	128.823	100%	4.544	100%	5.552	100%	4.650	100%	5.431	100%
Todas las demás enfermedades														
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	11.652	22,4%	9.157	17,3%	20.809	19,8%	699	20,4%	960	21,5%	558	15,8%	905	19,5%
Diabetes mellitus	7.288	14,0%	9.565	18,1%	16.853	16,1%	565	16,5%	565	12,6%	746	21,2%	743	16,0%
Resto de enfermedades del sistema digestivo	7.031	13,5%	7.189	13,6%	14.220	13,6%	479	14,0%	542	12,1%	452	12,8%	573	12,3%
Resto de las enfermedades	4.201	8,1%	6.625	12,5%	10.826	10,3%	238	6,9%	324	7,2%	384	10,9%	557	12,0%
Enfermedades del sistema urinario	5.356	10,3%	5.081	9,6%	10.437	9,9%	294	8,6%	489	10,9%	294	8,3%	446	9,6%
Enfermedades del sistema nervioso, excepto meningitis	2.923	5,6%	2.420	4,6%	5.343	5,1%	196	5,7%	308	6,9%	153	4,3%	249	5,4%
Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	2.923	5,6%	2.399	4,5%	5.322	5,1%	226	6,6%	194	4,3%	201	5,7%	161	3,5%
Otras enfermedades respiratorias	2.816	5,4%	2.500	4,7%	5.316	5,1%	169	4,9%	269	6,0%	156	4,4%	247	5,3%
Deficiencias nutricionales y anemias nutricionales	2.270	4,4%	2.476	4,7%	4.746	4,5%	163	4,8%	171	3,8%	195	5,5%	193	4,2%
Cirrosis y ciertas otras enfermedades crónicas del hígado	2.700	5,2%	2.008	3,8%	4.708	4,5%	206	6,0%	268	6,0%	134	3,8%	189	4,1%
Apendicitis, hernia de la cavidad abdominal y obstrucción intestinal	1.414	2,7%	1.489	2,8%	2.903	2,8%	91	2,7%	140	3,1%	99	2,8%	141	3,0%
Demás del grupo	1.420	2,7%	2.012	3,8%	3.432	3,3%	102	3,0%	243	5,4%	154	4,4%	244	5,2%
Total	51.994	100%	52.921	100%	104.915	100%	3.428	100%	4.473	100%	3.526	100%	4.648	100%

Causa de muerte (3 dígitos)	Periodo 2002-2014						Hombre				Mujer			
	Hombres (n=263.714)		Mujeres (n=187.219)		Total (n=450.933)		2002 (n=19.821)		2014 (n=20.606)		2002 (n=13.365)		2014 (n=15.832)	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Causas externas														
Agresiones (homicidios), inclusive secuelas	58.095	69,2%	4.807	42,6%	62.902	66,1%	5.451	73,4%	3.535	64,0%	389	39,8%	314	40,9%
Accidentes de transporte terrestre, inclusive secuelas	12.507	14,9%	3.143	27,8%	15.650	16,4%	959	12,9%	1.016	18,4%	287	29,3%	230	30,0%
Lesiones autoinfligidas intencionalmente (suicidios), inclusive secuelas	4.104	4,9%	1.218	10,8%	5.322	5,6%	319	4,3%	281	5,1%	123	12,6%	64	8,3%
Otros accidentes, inclusive secuelas	2.298	2,7%	535	4,7%	2.833	3,0%	156	2,1%	200	3,6%	43	4,4%	34	4,4%
Caídas	1.867	2,2%	532	4,7%	2.399	2,5%	119	1,6%	146	2,6%	38	3,9%	65	8,5%
Eventos de intención no determinada, inclusive secuelas	1.810	2,2%	372	3,3%	2.182	2,3%	122	1,6%	132	2,4%	38	3,9%	19	2,5%
Demás del grupo	3.216	3,8%	686	6,1%	3.902	4,1%	305	4,1%	214	3,9%	60	6,1%	41	5,3%
Total	83.897	100%	11.293	100%	95.190	100%	7.431	100%	5.524	100%	978	100%	767	100%
Neoplasias (Tumores)														
Tumor maligno del estómago	7.540	19,5%	5.160	12,6%	12.700	15,9%	535	21,4%	603	17,2%	421	15,2%	406	10,9%
Otros tumores malignos	5.403	13,9%	5.639	13,8%	11.042	13,9%	400	16,0%	477	13,6%	398	14,4%	493	13,2%
Tumor maligno de la tráquea, los bronquios y el pulmón	4.883	12,6%	3.253	8,0%	8.136	10,2%	336	13,4%	367	10,5%	193	7,0%	287	7,7%
Tumor maligno del tejido linfático, de los órganos hematopoyéticos y de tejidos afines	3.670	9,5%	3.144	7,7%	6.814	8,6%	234	9,4%	314	9,0%	188	6,8%	319	8,5%
Tumor maligno de la próstata	5.926	15,3%	0	0,0%	5.926	7,4%	379	15,2%	542	15,5%	0	0,0%	0	0,0%
Tumor maligno hígado y vías biliares	2.431	6,3%	3.477	8,5%	5.908	7,4%	127	5,1%	209	6,0%	237	8,6%	287	7,7%
Tumor maligno de la mama de la mujer	32	0,1%	5.069	12,4%	5.101	6,4%	6	0,2%	4	0,1%	334	12,1%	498	13,3%
Tumor maligno del útero	0	0,0%	5.062	12,4%	5.062	6,4%	0	0,0%	0	0,0%	428	15,5%	413	11,0%
Tumor maligno del colon	1.844	4,8%	2.371	5,8%	4.215	5,3%	82	3,3%	205	5,8%	159	5,7%	213	5,7%
Tumor maligno de otros órganos genitourinarios	1.458	3,8%	2.540	6,2%	3.998	5,0%	93	3,7%	167	4,8%	139	5,0%	257	6,9%
Carcinoma-in-situ, tumores benignos y de comportamiento incierto o desconocido	1.883	4,9%	2.026	5,0%	3.909	4,9%	67	2,7%	280	8,0%	74	2,7%	296	7,9%
Tumor maligno de los órganos digestivos y del peritoneo, excepto estómago y colon	1.761	4,5%	1.426	3,5%	3.187	4,0%	107	4,3%	147	4,2%	81	2,9%	116	3,1%
Demás del grupo	1.935	5,0%	1.717	4,2%	3.652	4,6%	134	5,4%	192	5,5%	115	4,2%	156	4,2%
Total	36.831	100%	39.167	100%	75.998	100%	2.366	100%	3.315	100%	2.652	100%	3.585	100%

Continua

Conclusión

Causa de muerte (3 dígitos)	Periodo 2002-2014						Hombre				Mujer			
	Hombres (n=263.714)		Mujeres (n=187.219)		Total (n=450.933)		2002 (n=19.821)		2014 (n=20.606)		2002 (n=13.365)		2014 (n=15.832)	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Enfermedades transmisibles														
Infecciones respiratorias agudas	7.740	42,1%	7.471	52,5%	15.211	46,6%	473	34,3%	571	47,1%	435	41,8%	576	57,0%
Enfermedad por el VIH (SIDA)	4.131	22,5%	1.383	9,7%	5.514	16,9%	292	21,2%	300	24,8%	85	8,2%	111	11,0%
Tuberculosis, inclusive secuelas	1.925	10,5%	1.044	7,3%	2.969	9,1%	182	13,2%	116	9,6%	105	10,1%	62	6,1%
Septicemia	1.464	8,0%	1.433	10,1%	2.897	8,9%	87	6,3%	77	6,4%	91	8,7%	96	9,5%
Enfermedades infecciosas intestinales	1.277	6,9%	1.381	9,7%	2.658	8,1%	139	10,1%	51	4,2%	162	15,6%	79	7,8%
Otras enfermedades infecciosas y parasitarias	739	4,0%	673	4,7%	1.412	4,3%	56	4,1%	48	4,0%	52	5,0%	48	4,8%
Meningitis	599	3,3%	463	3,3%	1.062	3,3%	53	3,8%	27	2,2%	68	6,5%	15	1,5%
Demás del grupo	520	2,8%	375	2,6%	895	2,7%	96	7,0%	22	1,8%	43	4,1%	23	2,3%
Total	20.330	100%	15.940	100%	36.270	100%	1.512	100%	1.404	100%	1.156	100%	1.166	100%
Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal														
Trastornos respiratorios específicos del período perinatal	2.453	43,8%	1.878	45,4%	4.331	44,5%	254	47,0%	148	43,8%	190	47,1%	94	40,0%
Otras afecciones originadas en el período perinatal	1.264	22,6%	884	21,4%	2.148	22,1%	102	18,9%	75	22,2%	73	18,1%	52	22,1%
Sepsis bacteriana del recién nacido	765	13,7%	544	13,2%	1.309	13,4%	60	11,1%	46	13,6%	33	8,2%	35	14,9%
Feto y recién nacido afectados por complicaciones obstétricas y traumatismo del nacimiento	641	11,4%	466	11,3%	1.107	11,4%	58	10,7%	24	7,1%	49	12,2%	25	10,6%
Feto y recién nacido afectados por ciertas afecciones maternas	226	4,0%	176	4,3%	402	4,1%	15	2,8%	20	5,9%	23	5,7%	13	5,5%
Demás del grupo	255	4,6%	185	4,5%	440	4,5%	51	9,4%	25	7,4%	35	8,7%	16	6,8%
Total	5.604	100%	4.133	100%	9.737	100%	540	100%	338	100%	403	100%	235	100%

Fuente: elaboración propia.

El grupo de causas de mortalidad “mal definidas” (1,8% de todas las defunciones) no será analizado en este estudio. Su distribución de acuerdo con el año y departamento de notificación se presenta en la Tabla 11. Se observa como el Valle del Cauca reporta la menor proporción de defunciones mal definidas (1,0%), seguida de los departamentos de Nariño (3,0%), Cauca (4,0%) y Chocó (4,4%).

Tabla 11. Distribución de las defunciones con causa mal definida en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca, periodo 2002-2014

Año	Cauca		Chocó		Nariño		Valle del Cauca		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
2002	173	3,6	27	2,4	273	5,3	175	0,8	648	1,9
2003	210	4,3	21	1,9	242	4,7	167	0,7	640	1,9
2004	179	3,5	36	3,3	240	4,6	138	0,6	593	1,7
2005	201	3,9	37	3,2	101	2,7	145	0,6	484	1,4
2006	177	3,4	41	3,4	156	2,8	161	0,7	535	1,5
2007	213	4,2	42	3,7	154	2,6	180	0,8	589	1,7
2008	237	4,6	63	5,0	139	2,4	236	1,0	675	1,9
2009	336	6,6	50	3,9	133	2,1	241	1,0	760	2,1
2010	196	3,9	60	5,0	149	2,4	271	1,1	676	1,9
2011	191	3,9	85	7,1	234	3,7	491	2,1	1001	2,8
2012	159	3,3	88	7,1	103	1,7	238	1,0	588	1,6
2013	149	3,0	46	3,9	146	2,4	251	1,0	592	1,6
2014	226	4,3	84	6,5	139	2,2	261	1,1	710	1,9
Total mal definidas	2.647	4,0	680	4,4	2.209	3,0	2.955	1,0	8.491	1,8
Promedio	203,6		52,3		169,9		227,3		653,2	
Desviación estándar	47,2		22,2		56,9		91,9		127,5	
Total defunciones del departamento	65.488		15.457		73.976		304.503		459.424	

Fuente: elaboración propia.

2.4.3 Mortalidad específica por grandes causas

La mortalidad específica fue analizada para los 6 grandes grupos de la “Lista 6/67-CIE-10” de la OMS/OPS que corresponden a enfermedades del sistema circulatorio, causas externas, neoplasias o tumores, enfermedades transmisibles, ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal y todas las demás causas (ver Tabla 12 a Tabla 15).

2.4.3.1 Enfermedades del sistema circulatorio

Previamente en el análisis de la mortalidad proporcional (Tabla 9) se observó que el grupo con mayor carga de mortalidad correspondió a las enfermedades del sistema circulatorio donde predominaron principalmente las enfermedades isquémicas del corazón (45,7%), las cerebrovasculares (26,3%), las hipertensivas (11,4%), las cardiopulmonares, enfermedades de la circulación pulmonar y otras formas de enfermedad del corazón (7,5%) y la insuficiencia cardíaca (4,6%), entre otras (Tabla 10).

Chocó tuvo la menor tasa de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio y fue el único departamento que mostró una reducción en la tasa de mortalidad específica en este grupo de enfermedades pasando de 71,7 muertes por 100.000 personas en 2002 a 68,1 en 2014 (Figura 9). El Valle del Cauca tuvo la mayor tasa de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio y un leve aumento en la tasa específica variando en el periodo de estudio de 156,4 a 158,4 muertes por cada cien mil personas. En el departamento del Cauca la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio aumentó entre los años 2002 al 2014 de 100,3 a 110,8 por cada 100.000 personas, respectivamente. El mayor incremento en la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio se observó en el departamento de Nariño que en el periodo de estudio (2002 al 2014) pasó de 89,6 a 110,0 por cada 100.000 habitantes.

El análisis por sexo mostró que la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en los departamentos de Valle del Cauca y Cauca fue mayor en hombres que en mujeres, mientras que en los departamentos de Chocó y Nariño la tasa de mortalidad femenina fue mayor que la masculina (Figura 9). En el departamento del Chocó la tasa de mortalidad específica tanto en hombres como en mujeres mostró una disminución durante el periodo de estudio (0,63 y 6,66 por 100.000 personas, respectivamente). En los departamentos de Cauca y Nariño se observó un incremento en la tasa de mortalidad específica por enfermedades del sistema circulatorio tanto en hombres como en mujeres. Por el contrario, en el Valle del Cauca se observó un incremento en la tasa de mortalidad masculina y un descenso en la tasa de mortalidad femenina. La tasa específica de mortalidad masculina (por 100.000) aumentó de 160,0 en 2002 a 167,6 en 2014, y en las mujeres pasó de 152,9 a 149,8, respectivamente.

2.4.3.2 Todas las demás causas

El grupo de todas las demás causas abarcó el 20,7% de todas las muertes en el área y periodo de estudio (Tabla 9). Entre las más importantes causas de muerte de este grupos estuvieron las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (19,8%); la diabetes mellitus (16,1%); el resto de enfermedades del sistema digestivo (13,6%); el resto de las enfermedades (10,3%); las enfermedades del sistema urinario

(9,9%); las enfermedades del sistema nervioso, excepto meningitis (5,1%); las malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas (5,1%); otras enfermedades respiratorias (5,1%); las deficiencias nutricionales y anemias nutricionales (4,5%); la cirrosis y ciertas otras enfermedades crónicas del hígado (4,5%); y la apendicitis, hernia de la cavidad abdominal y obstrucción intestinal (2,8%), entre otros (Tabla 10).

Las tasas de mortalidad más altas de este grupo se encontraron en el departamento del Valle del Cauca, seguido de Nariño, Cauca y Chocó (Figura 10). El Chocó fue el único departamento que mostró un descenso en las tasas de mortalidad por todas las demás causas, pasando de 54,8 en 2002 a 52,7 en 2014 (por cada 100 mil personas). En los otros departamentos las tasas de mortalidad de este grupo mostraron un incremento durante el periodo de estudio. En el Valle del Cauca pasó (por cada 100.000 personas) de 116,3 a 129,0; en Cauca de 72,0 a 84,9; y en Nariño de 76,3 a 104,9; entre los años 2002 y 2014, respectivamente. En este grupo de enfermedades las tasas de mortalidad entre hombres y mujeres mostraron un patrón similar. Solamente en el departamento del Chocó las tasas de mortalidad en hombres mostraron un pequeño ascenso (de 57,9 a 59,0) mientras que en las mujeres tuvo un descenso (de 51,8 a 46,4) entre los años 2002 y 2014, respectivamente.

2.4.3.3 Causas externas

La tercera causa de mortalidad en los departamentos de la región Pacífico de Colombia fueron las causas externas donde predominaron las agresiones u homicidios (66,1%), los accidentes de transporte terrestre (16,4%), los suicidios (5,6%), otros accidentes (3,0%), caídas (2,5%) y eventos de intención no determinada (2,3%), entre otros (Tabla 10). Las tasas más altas de mortalidad por causas externas se presentaron en el Valle del Cauca, seguida por Cauca, Nariño y Chocó (Figura 11). En todos los departamentos se observó una tendencia descendente en las tasas de mortalidad por causas externas. Entre los años 2002 y 2014 la variación (por 100.000 personas) fue de 147,5 a 89,1 en el Valle del Cauca; de 91,6 a 73,6 en el Cauca, 72,7 a 56,9 en Nariño y de 56,8 a 47,9 en Chocó. Claramente se observa que en todos los departamentos las tasas de mortalidad por causas externas fueron mayores en hombres en comparación con las mujeres, con razones promedio de tasas (hombre/mujer) de 5 en Nariño, 6 en el Cauca, 7 en Chocó y 9 en el Valle del Cauca. El descenso en las tasas de mortalidad por causas externas entre los años 2002 al 2014 se observó en ambos sexos en los cuatro departamentos, resaltando que la mortalidad en el Valle del Cauca bajó en las mujeres de 29,0 a 19,1 (por cada 100 mil mujeres); y en los hombres de 272,4 a 163,5 (por cada 100 mil hombres). Otros descensos importantes se observaron en el grupo masculino de los departamentos de Nariño (120,8 a 95,5), Cauca (155,0 a 126,2) y Chocó (101,1 a 83,2) entre los años 2002 y 2014, respectivamente.

2.4.3.4 Neoplasias

La cuarta causa de muerte en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca fueron las neoplasias o tumores (Tabla 9) y en todos ellos las tasas de mortalidad por este grupo de enfermedades mostró un comportamiento ascendente durante el periodo de estudio. En este grupo de enfermedades se incluyen varios tipos de tumores donde se destacaron los siguientes: tumor maligno del estómago (15,9%); otros tumores malignos (13,9%); tumor maligno de la tráquea, los bronquios y el pulmón (10,2%); tumor maligno del tejido linfático, de los órganos hematopoyéticos y de tejidos afines (8,6%); tumor maligno de la próstata (7,4%); tumor maligno hígado y vías biliares (7,4%); tumor maligno de la mama de la mujer (6,4%); tumor maligno del útero (6,4%); tumor maligno del colon (5,3%); tumor maligno de otros órganos genitourinarios (5,0%); carcinoma-in-situ, tumores benignos y de comportamiento incierto o desconocido (4,9%); y tumor maligno de los órganos digestivos y del peritoneo, excepto estómago y colon (4,0%); entre otros (Tabla 10).

Como se mencionó anteriormente, las tasas de mortalidad por neoplasias o tumores viene en aumento en los cuatro departamentos en estudio (Figura 12). El Valle del Cauca mostró las mayores tasas de mortalidad por neoplasias, seguido de los departamentos de Cauca, Nariño y Chocó. En el departamento de Nariño la tasa de mortalidad por neoplasias varió (por cada 100 mil personas) de 50,4 en 2002 a 69,2 en 2014; en el Valle del Cauca pasó de 90,7 en 2002 a 107,6 en 2014; en el Cauca varió de 60,2 en 2002 a 71,1 en 2014; y en el Chocó pasó de 26,0 a 34,1 entre los dos periodos. Las tasas específicas de mortalidad por neoplasias entre hombres y mujeres fueron muy similares en los cuatro departamentos.

2.4.3.5 Enfermedades transmisibles

Las enfermedades transmisibles fueron responsables del 7,1% de todas las muertes en el área y periodo de estudio (Tabla 9). En este grupo de enfermedades se destacaron las infecciones respiratorias agudas (46,6%); enfermedad por el VIH/SIDA (16,9%); tuberculosis (9,1%); septicemia (8,9%); enfermedades infecciosas intestinales (8,1%); otras enfermedades infecciosas y parasitarias (4,3%); meningitis (3,3%); entre otras (Tabla 10).

El departamento con las tasas más altas de mortalidad por enfermedades transmisibles fue el Valle del Cauca. El departamento del Cauca tenía las segundas tasas de mortalidad más altas hasta el año 2008 cuando fue superado por Chocó. El departamento de Nariño mostró las menores tasas de mortalidad por enfermedades transmisibles (Figura 13).

En todos los departamentos las tasas de mortalidad por enfermedades transmisibles descendieron durante el periodo de estudio, principalmente en el departamento de

Cauca donde pasó de 34,1 ($\times 100.000$ personas) a 16,7 ($\times 100.000$ personas) durante los años 2002 a 2014, respectivamente. En el departamento de Nariño la tasa de mortalidad por enfermedades transmisibles ($\times 100.000$ personas) pasó de 23,5 en 2002 a 16,7 en 2014; en el Valle del Cauca de 37,9 a 34,8; y en Chocó de 26,9 a 24,2.

La comparación de tasas de mortalidad por enfermedades transmisibles entre hombres y mujeres muestra, en todos los departamentos, las tasas de mortalidad son más altas en hombres que en mujeres, siendo esta diferencia más marcada en el Valle del Cauca. También vale la pena resaltar que en el departamento del Cauca el descenso de las tasas de mortalidad es muy evidente a partir del año 2006 en ambos grupos (hombres y mujeres).

2.4.3.6 Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal

La mortalidad del grupo “ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal” incluye todas las defunciones originadas en el periodo perinatal (hasta el 7º día de vida) aunque la muerte ocurra más tarde. En este grupo de enfermedades se destacaron los trastornos respiratorios específicos del período perinatal (44,5%); otras afecciones originadas en el período perinatal (22,1%); sepsis bacteriana del recién nacido (13,4%); feto y recién nacido afectados por complicaciones obstétricas y traumatismo del nacimiento (11,4%); y feto y recién nacido afectados por ciertas afecciones maternas (4,1%), entre otros (Tabla 10).

La mortalidad por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal se presenta en la Figura 14. Las tasas más altas de mortalidad durante el periodo de estudio se presentaron en el departamento de Chocó, seguido de Cauca, Nariño y Valle del Cauca. Se observa que en todos los departamentos las tasas de mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal están en descenso. Entre los años 2002 y 2014 las tasas de mortalidad (por 1.000 nacidos vivos) varió de 18,8 a 12,1 en Chocó; de 11,4 a 5,9 en Nariño; de 11,8 a 7,9 en Cauca; y de 7,5 a 4,7 en el Valle del Cauca.

En todos los departamentos hubo una tendencia de tasas más altas de mortalidad perinatal en hombres que en mujeres.

Tabla 12. Datos de mortalidad específica por grupos de la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS, en el departamento del Cauca, periodo 2002-2014

Año	Número de defunciones						Tasa de mortalidad (x 100.000)					Tasa de mortalidad Perinatal (por 1.000 N.V.)	Tasa bruta de mortalidad (por 1.000)
	Enf. Transmisibles	Neoplasias	Enf. Sist. Circulatorio	Perinatal	Causa Externa	Demás	Enf. Transmisibles	Neoplasias	Enf. Sist. Circulatorio	Causa Externa	Demás		
2002	422	746	1242	187	1134	892	34,1	60,2	100,3	91,6	72,0	11,8	3,87
2003	422	734	1297	159	1066	977	33,8	58,8	103,9	85,4	78,2	9,7	3,90
2004	421	842	1394	155	1156	941	33,4	66,9	110,7	91,8	74,7	9,2	4,04
2005	497	831	1432	173	1027	1041	39,2	65,5	112,9	80,9	82,0	10,3	4,10
2006	453	831	1428	153	1053	1087	35,4	65,0	111,7	82,4	85,0	9,1	4,05
2007	395	858	1279	134	1119	1035	30,7	66,6	99,3	86,9	80,4	8,7	3,91
2008	325	820	1332	130	1150	1193	25,0	63,2	102,6	88,6	91,9	8,3	4,00
2009	302	817	1281	160	1243	965	23,1	62,5	97,9	95,0	73,8	10,2	3,90
2010	281	863	1375	118	1148	1058	21,3	65,4	104,2	87,0	80,2	7,7	3,82
2011	274	850	1404	113	1049	1047	20,6	63,9	105,5	78,8	78,7	7,4	3,70
2012	282	881	1380	124	1015	1027	21,0	65,6	102,8	75,6	76,5	7,8	3,63
2013	285	942	1477	104	913	1095	21,0	69,5	109,0	67,4	80,8	6,5	3,66
2014	228	972	1515	123	1006	1161	16,7	71,1	110,8	73,6	84,9	7,9	3,83

Fuente: elaboración propia a partir de la información del DANE.

Tabla 13. Datos de mortalidad específica por grupos de la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS, en el departamento del Chocó, periodo 2002-2014

Año	Número de defunciones						Tasa de mortalidad (x 100.000)					Tasa de mortalidad Perinatal (por 1.000 N.V.)	Tasa bruta de mortalidad (por 1.000)
	Enf. Transmisibles	Neoplasias	Enf. Sist. Circulatorio	Perinatal	Causa Externa	Demás	Enf. Transmisibles	Neoplasias	Enf. Sist. Circulatorio	Causa Externa	Demás		
2002	119	115	317	77	251	242	26,9	26,0	71,7	56,8	54,8	18,8	2,60
2003	124	108	322	80	175	258	27,8	24,2	72,2	39,3	57,9	18,2	2,44
2004	114	103	316	90	196	250	25,3	22,9	70,2	43,6	55,6	19,0	2,46
2005	126	130	308	88	215	239	27,8	28,6	67,8	47,4	52,6	19,1	2,52
2006	132	122	347	101	190	259	28,8	26,6	75,7	41,5	56,5	21,7	2,60
2007	146	135	320	85	179	236	31,6	29,2	69,2	38,7	51,0	17,0	2,47
2008	112	147	376	103	207	256	24,0	31,5	80,5	44,3	54,8	20,1	2,71
2009	126	148	348	108	262	250	26,7	31,4	73,8	55,6	53,0	21,2	2,74
2010	125	152	316	85	191	265	26,3	31,9	66,4	40,1	55,7	16,5	2,51
2011	109	147	316	70	238	231	22,7	30,6	65,7	49,5	48,0	12,5	2,49
2012	109	131	279	91	299	236	22,4	27,0	57,5	61,6	48,6	16,4	2,54
2013	100	149	283	73	276	247	20,4	30,4	57,7	56,3	50,4	12,2	2,39
2014	120	169	337	77	237	261	24,2	34,1	68,1	47,9	52,7	12,1	2,60

Fuente: elaboración propia a partir de la información del DANE.

Tabla 14. Datos de mortalidad específica por grupos de la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS, en el departamento de Nariño, periodo 2002-2014

Año	Número de defunciones						Tasa de mortalidad (x 100.000)					Tasa de mortalidad Perinatal (por 1.000 N.V.)	Tasa bruta de mortalidad (por 1.000)
	Enf. Transmisibles	Neoplasias	Enf. Sist. Circulatorio	Perinatal	Causa Externa	Demás	Enf. Transmisibles	Neoplasias	Enf. Sist. Circulatorio	Causa Externa	Demás		
2002	348	748	1329	232	1078	1132	23,5	50,4	89,6	72,7	76,3	11,4	3,46
2003	410	865	1274	203	922	1234	27,3	57,6	84,8	61,4	82,1	9,3	3,43
2004	356	846	1401	233	968	1205	23,4	55,6	92,0	63,6	79,2	10,2	3,45
2005	249	585	1025	169	748	841	16,2	37,9	66,5	48,5	54,6	7,2	2,41
2006	417	924	1431	206	1150	1287	26,7	59,2	91,7	73,7	82,5	9,2	3,57
2007	396	974	1631	198	1173	1423	25,1	61,6	103,2	74,2	90,1	8,9	3,76
2008	323	982	1644	151	1133	1478	20,2	61,4	102,8	70,8	92,4	7,2	3,66
2009	328	1027	1712	167	1346	1499	20,3	63,4	105,7	83,1	92,6	8,1	3,84
2010	324	1075	1702	116	1292	1542	19,8	65,6	103,8	78,8	94,0	6,1	3,78
2011	293	998	1760	142	1161	1657	17,6	60,1	106,0	69,9	99,8	7,7	3,76
2012	328	1058	1838	112	997	1700	19,5	62,9	109,4	59,3	101,1	6,3	3,65
2013	327	1121	1835	95	1071	1549	19,2	65,9	107,8	62,9	91,0	5,3	3,61
2014	287	1192	1896	110	980	1808	16,7	69,2	110,0	56,9	104,9	5,9	3,72

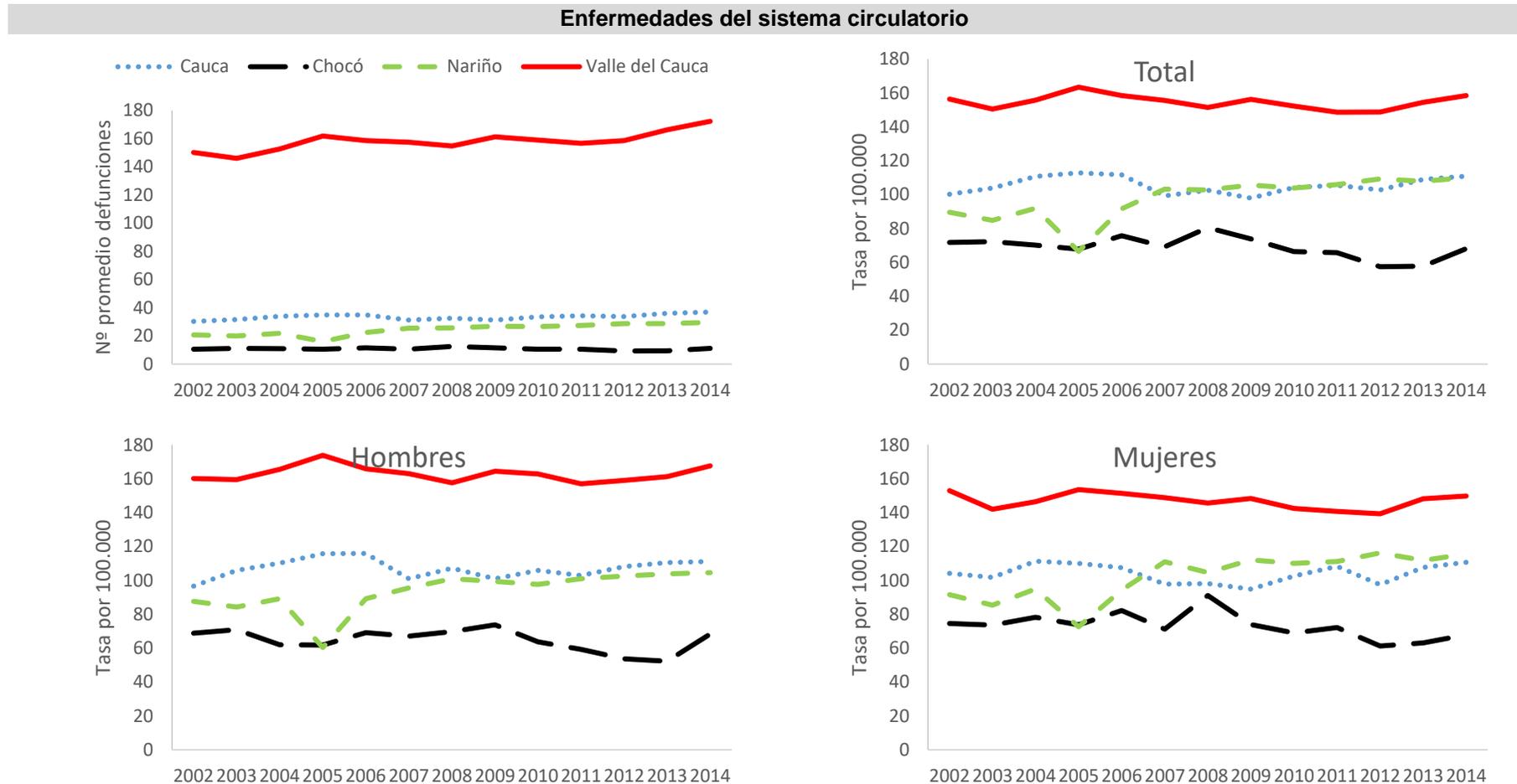
Fuente: elaboración propia a partir de la información del DANE.

Tabla 15. Datos de mortalidad específica por grupos de la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS, en el departamento del Valle del Cauca, periodo 2002-2014

Año	Número de defunciones						Tasa de mortalidad (x 100.000)					Tasa de mortalidad Perinatal (por 1.000 N.V.)	Tasa bruta de mortalidad (por 1.000)
	Enf. Transmisibles	Neoplasias	Enf. Sist. Circulatorio	Perinatal	Causa Externa	Demás	Enf. Transmisibles	Neoplasias	Enf. Sist. Circulatorio	Causa Externa	Demás		
2002	1530	3658	6306	447	5946	4688	37,9	90,7	156,4	147,5	116,3	7,5	5,64
2003	1779	3690	6132	400	5261	5082	43,7	90,6	150,5	129,1	124,7	6,4	5,52
2004	1736	3816	6412	472	5910	4833	42,2	92,7	155,7	143,5	117,4	7,3	5,66
2005	1912	4000	6799	414	4960	5239	45,9	96,1	163,4	119,2	125,9	6,5	5,64
2006	1844	4026	6659	376	4785	5415	43,9	95,7	158,4	113,8	128,8	6,0	5,53
2007	1898	4091	6613	390	4789	5332	44,7	96,3	155,6	112,7	125,5	6,3	5,48
2008	1577	4049	6499	407	4513	5699	36,7	94,3	151,4	105,1	132,7	6,6	5,35
2009	1581	4321	6773	308	4718	5461	36,4	99,6	156,1	108,8	125,9	5,1	5,39
2010	1593	4413	6675	276	4828	5580	36,3	100,7	152,3	110,1	127,3	4,9	5,39
2011	1592	4307	6582	301	4975	5388	35,9	97,3	148,6	112,3	121,7	5,3	5,34
2012	1723	4479	6658	315	4804	5423	38,5	100,1	148,8	107,4	121,2	5,5	5,28
2013	1731	4747	6981	273	4619	5780	38,3	105,0	154,4	102,2	127,9	5,1	5,39
2014	1587	4915	7235	263	4068	5891	34,8	107,6	158,4	89,1	129,0	4,7	5,30

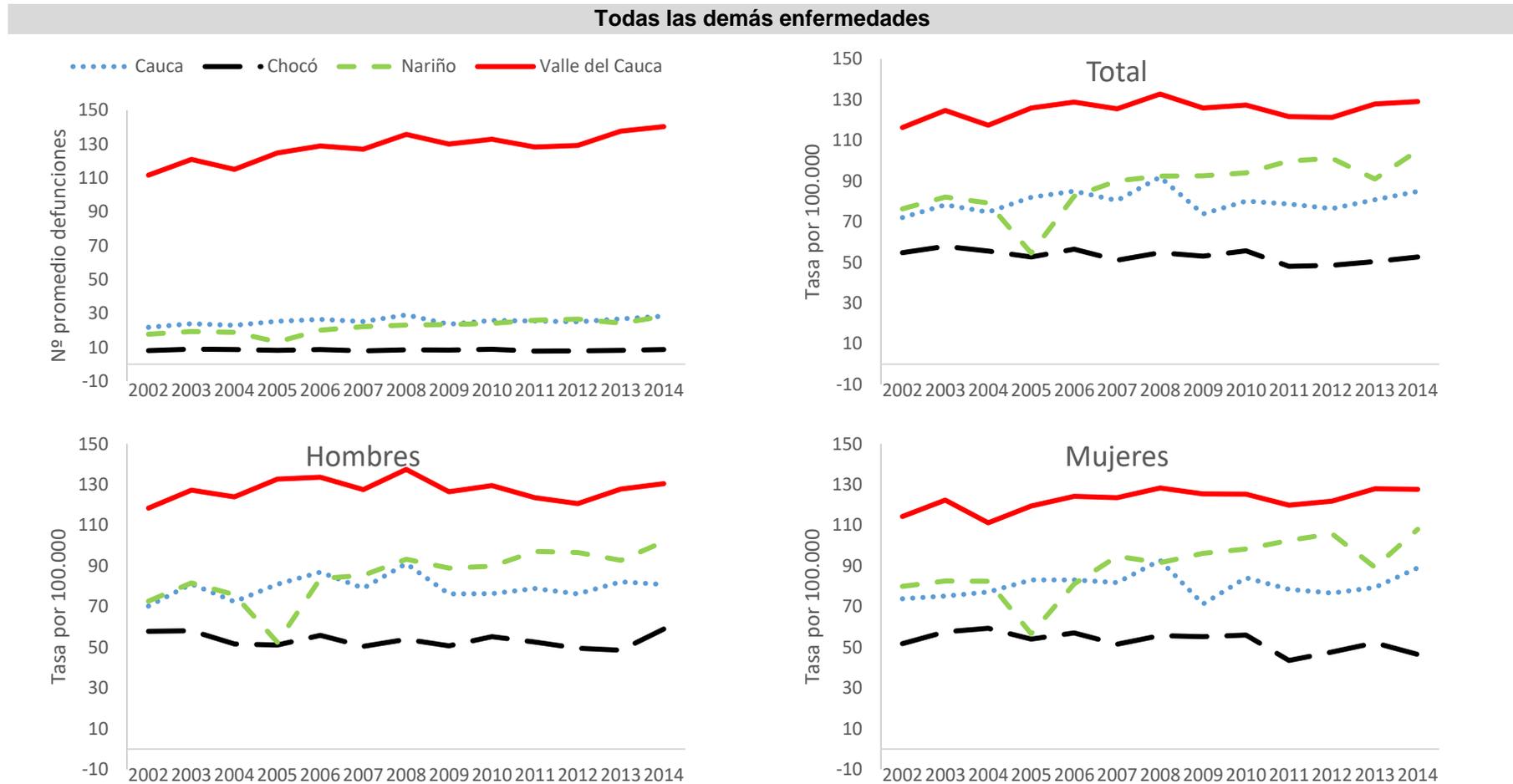
Fuente: elaboración propia a partir de la información del DANE.

Figura 9. Número de defunciones promedio y tasa de mortalidad específica por enfermedades del sistema circulatorio (general y por sexo) en los departamentos de la región Pacífico colombiana, durante los años 2002 al 2014



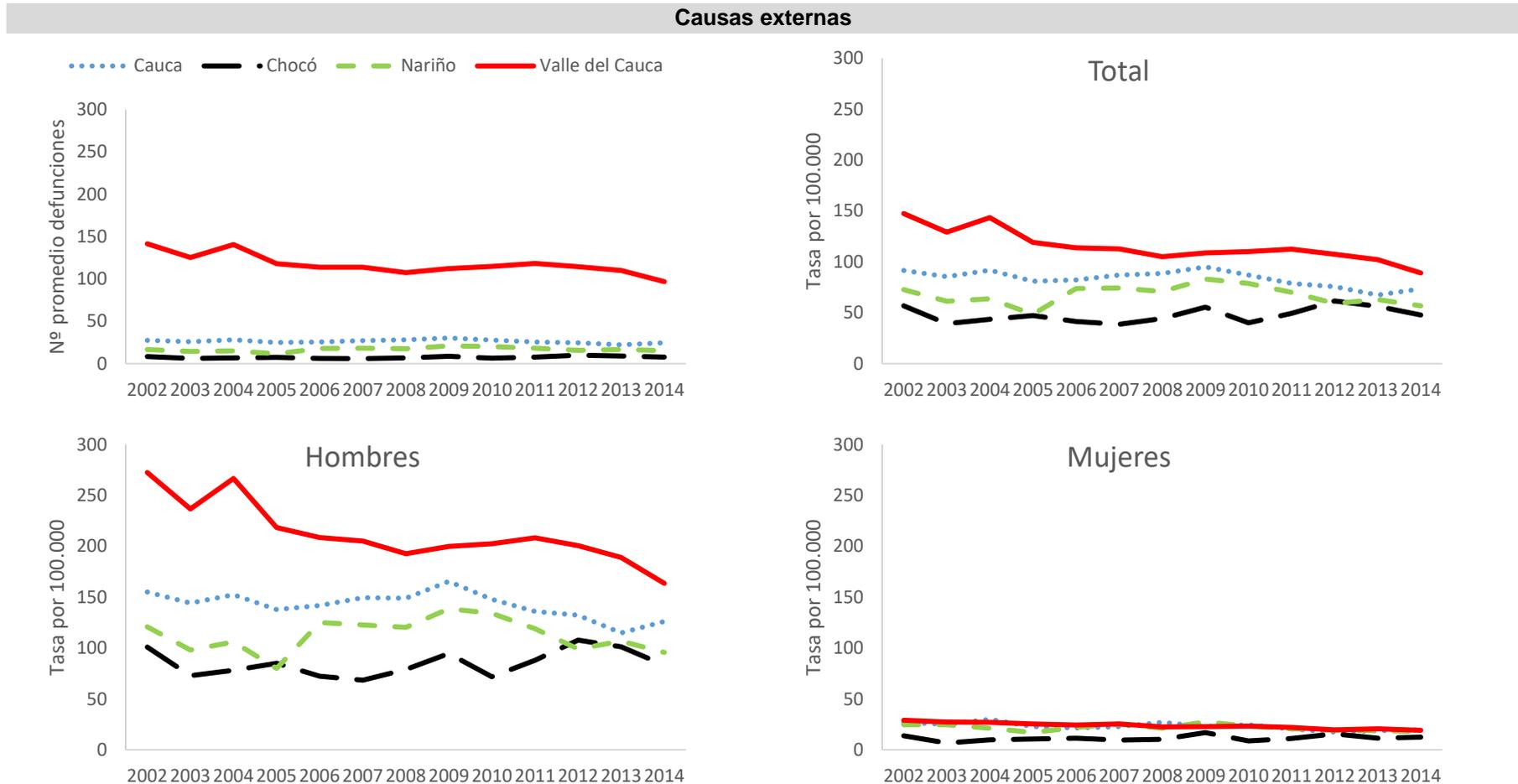
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Número de defunciones promedio y tasa de mortalidad específica por todas las demás causas (general y por sexo) en los departamentos de la región Pacífico colombiana, durante los años 2002 al 2014



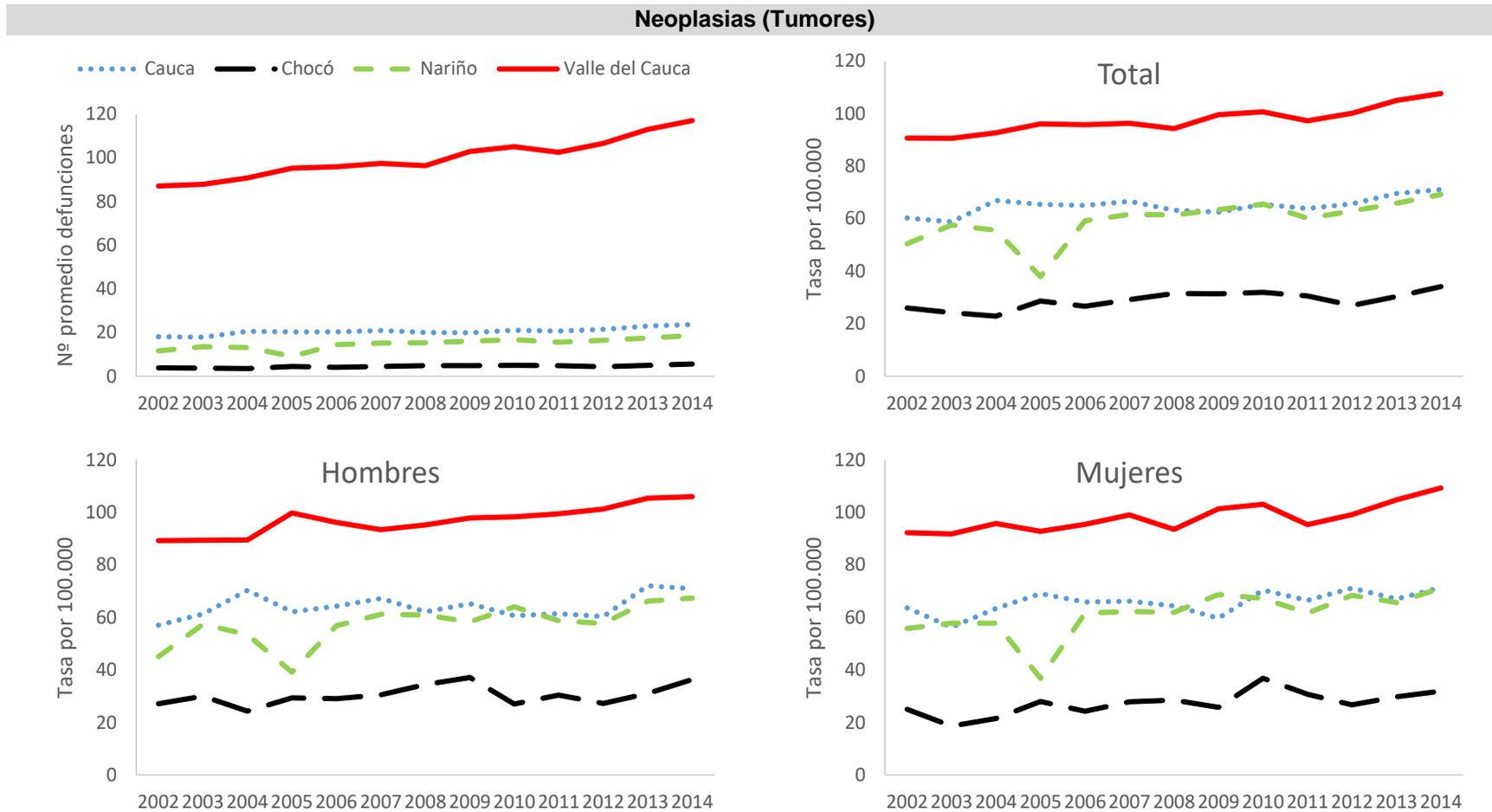
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Número de defunciones promedio y tasa de mortalidad específica por causas externas (general y por sexo) en los departamentos de la región Pacífico colombiana, durante los años 2002 al 2014



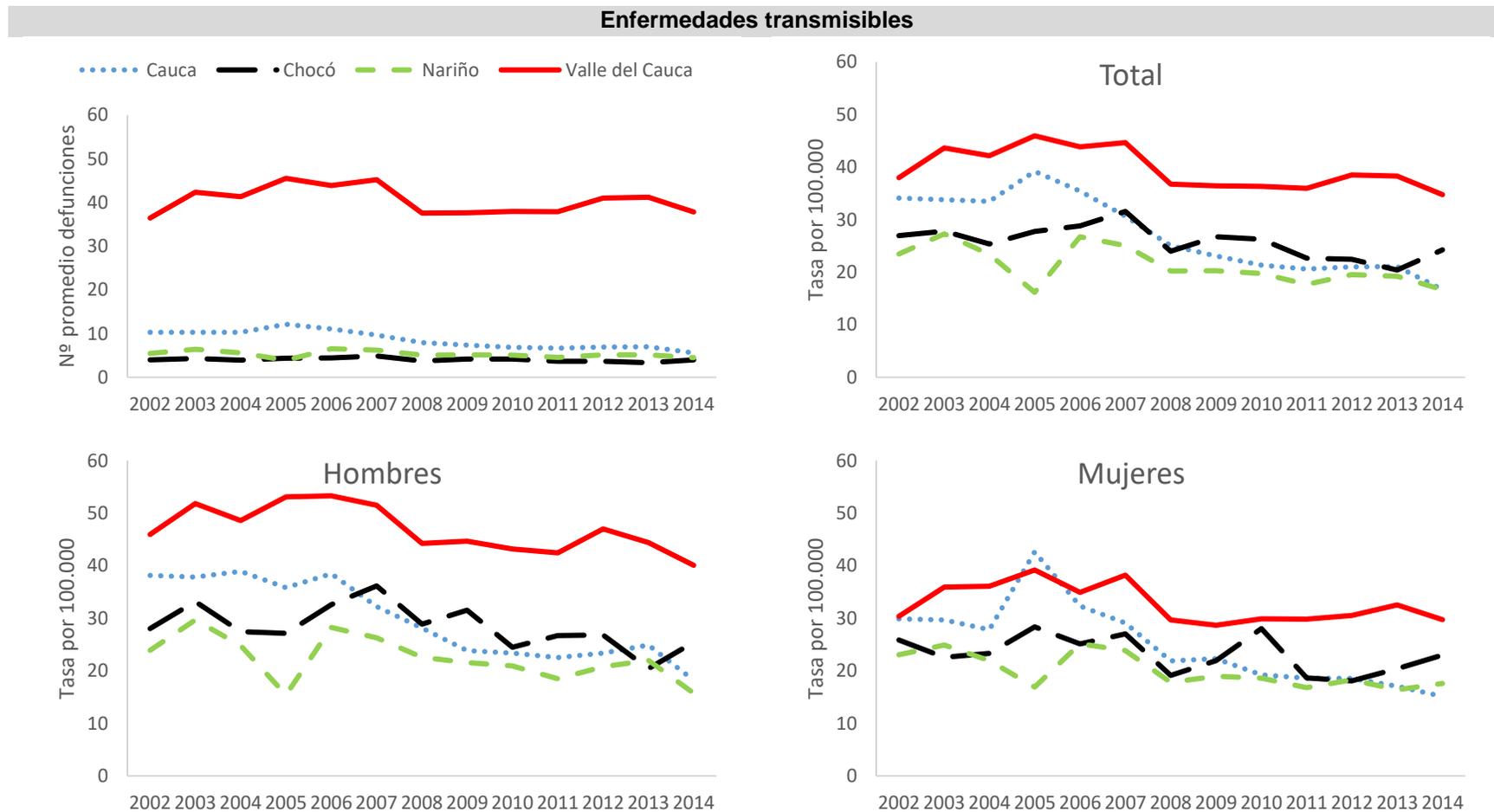
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Número de defunciones promedio y tasa de mortalidad específica por neoplasias (tumores) (general y por sexo) en los departamentos de la región Pacífico colombiana, durante los años 2002 al 2014



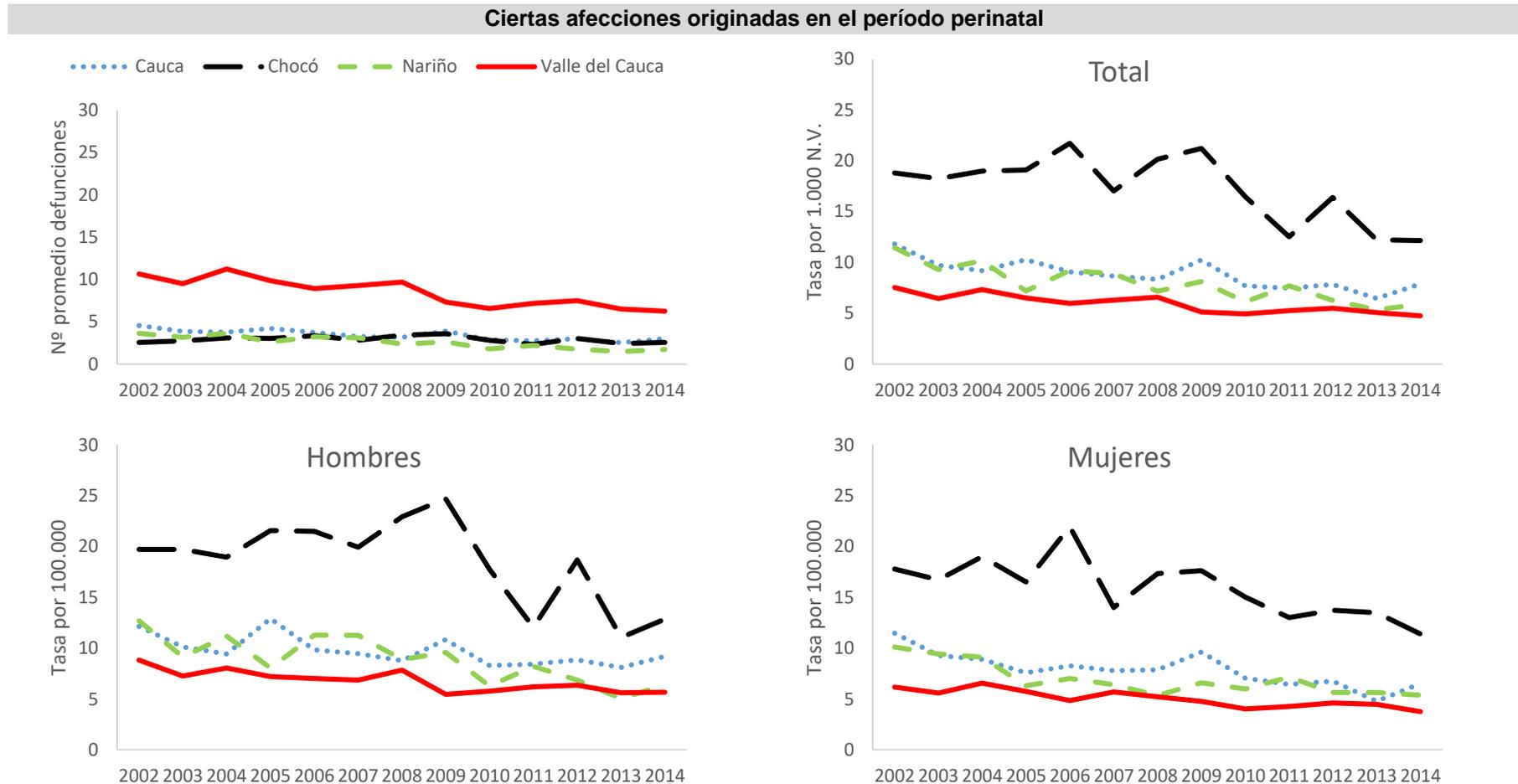
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Número de defunciones promedio y tasa de mortalidad específica por enfermedades transmisibles (general y por sexo) en los departamentos de la región Pacífico colombiana, durante los años 2002 al 2014



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Número de defunciones promedio y tasa de mortalidad específica por ciertas afecciones originadas en el período perinatal (general y por sexo) en los departamentos de la región Pacífico colombiana, durante los años 2002 al 2014



Fuente: elaboración propia.

2.4.4 Modelado estadístico de los datos: Comparación de la mortalidad por departamentos

En esta sección se presenta una comparación de la mortalidad (general y específica) entre los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca usando los 5 modelos de regresión introducidos en la Tabla 6. Los estimadores clásicos y Bayesianos para cada modelo son dados en la Tabla 16 para cada enfermedad en el periodo de tiempo considerado.

De los resultados presentados en la Tabla 16 se observa que el modelo 1 (regresión lineal múltiple clásica) tuvo su mejor ajuste para la mortalidad general, pero explicando tan solo el 35,1% de su variabilidad en función del año y departamento de ocurrencia. De los modelos con enfoque Bayesiano el modelo que mostró el mejor ajuste para la mortalidad general fue el modelo con variable dependiente “tasa de mortalidad general” como una variable numérica (modelo 2). En este modelo la tasa de mortalidad general promedio para el Chocó fue de 1,898 muertes (por mil personas) y con un comportamiento casi constante, aumentando en promedio 0,0121 (muertes x 1 000 personas) por cada año que transcurre. Con respecto al departamento del Chocó (referencia) la tasa de mortalidad general (por mil personas) fue 1,534 mayor en el Cauca; 1,524 mayor en Nariño y 3,679 mayor en el Valle del Cauca (Tabla 16).

Todas las causas de mortalidad específicas tuvieron el mejor ajuste con el modelo de regresión Poisson Bayesiana con efecto aleatorio (modelo 5) al presentar menor DIC. Las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio mostraron una tendencia al aumento durante el periodo de estudio (β_1 positivo) y en todos los departamentos (Cauca, Nariño y Valle del Cauca) las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio fueron más altas que en el Chocó (β_i 's positivos; $i=2,3,4$) (Figura 9). La mortalidad por todas las demás enfermedades mostró tasas con tendencia al aumento (β_1 positivo) y en los tres departamentos (Cauca, Nariño y Valle del Cauca) las tasas fueron más altas que en el Chocó (β_i 's positivos; $i=2,3,4$) (Figura 10).

La mortalidad por causas externas mostró una tendencia al descenso (β_1 negativo) y en todos los otros departamentos (Cauca, Nariño y Valle del Cauca) las tasas de este grupo fueron más altas que en el departamento de Chocó (β_i 's positivos; $i=2,3,4$) (Figura 11).

Las tasas de mortalidad por tumores (neoplasias), al igual que las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio, tuvieron un comportamiento ascendente (β_1 positivo) y en todos los departamentos las tasas de mortalidad de neoplasias fueron mayor que en el Chocó (β_i 's positivos; $i=2,3,4$) (Figura 12).

Las enfermedades transmisibles mostraron una tendencia al descenso (β_1 negativo) siendo esta causa de mortalidad, con relación al departamento del Chocó, menor en Nariño (β_3 negativo) y mayor en Cauca y Valle del Cauca (β_2 y β_3 positivos, respectivamente) (Figura 13).

Las tasas de mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal mostraron una ligera tendencia al descenso, sin ser estadísticamente significativa. En todos los departamentos las tasas de mortalidad por afecciones del periodo perinatal fueron menores que en el Chocó (β_i 's negativos; $i=2,3,4$) (Figura 14).

Tabla 16. Estimadores clásicos y Bayesianos de los parámetros de regresión para los modelos de regresión para comparar la mortalidad general y específica entre los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca durante el periodo 2002-2014

Grupo de enfermedad	Variable independiente	Regresión lineal múltiple clásica (Modelo 1)	Regresión lineal múltiple Bayesiano (Tasa) (Modelo 2)	Regresión de Poisson Bayesiana (Modelo 3)	Regresión de Poisson Bayesiana (Tasa) (Modelo 4)	Regresión de Poisson Bayesiana con efecto aleatorio (Tasa) (Modelo 5)
Mortalidad general	Constante: β_0 (DE ^a) IC95% ^b ó IC _{cred} 95% ^c	2,6879 (0,0677) (2,555 ; 2,821) (p ^d < 0,001)	1,898 (0,086)* (1,732 ; 2,070)	3,626 (0,009)* (3,609 ; 3,643)	-5,955 (0,009)* (-5,972 ; -5,938)	-6,503 (0,035)* (-6,571 ; -6,435)
	Año: β_1 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,01858 (0,0059) (0,007 ; 0,030) (p=0,002)	0,0121 (0,006) (0,000 ; 0,024)	0,0077 (0,0004)* (0,007 ; 0,008)	-0,0027 (0,004)* (-0,003 ; -0,002)	0,0079 (0,003)* (0,002 ; 0,013)
	Cauca: β_2 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	1,5022 (0,0704) (1,364 ; 1,640) (p<0,001)	1,534 (0,096)* (1,346 ; 1,723)	1,131 (0,009)* (1,114 ; 1,149)	0,4209 (0,009)* (0,404 ; 0,439)	0,7096 (0,038)* (0,633 ; 0,785)
	Nariño: β_3 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,9368 (0,0649) (0,810 ; 1,064) (p<0,001)	1,524 (0,089)* (1,347 ; 1,697)	0,8078 (0,009)* (0,790 ; 0,825)	0,3346 (0,009)* (0,317 ; 0,352)	0,6406 (0,035)* (0,571 ; 0,709)
	Valle: β_4 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	2,3411 (0,0701) (2,204 ; 2,478) (p<0,001)	3,679 (0,095)* (3,491 ; 3,865)	2,644 (0,008)* (2,628 ; 2,660)	0,7626 (0,008)* (0,746 ; 0,779)	1,256 (0,037)* (1,183 ; 1,329)
	Ajuste	R ² ^e = 35,13%	DIC ^f = 8.294	DIC = 1.193.000	DIC = 49.850	DIC = 18.170

Continúa

Grupo de enfermedad	Variable independiente	Regresión lineal múltiple clásica (Modelo 1)	Regresión lineal múltiple Bayesiano (Tasa) (Modelo 2)	Regresión de Poisson Bayesiana (Modelo 3)	Regresión de Poisson Bayesiana (Tasa) (Modelo 4)	Regresión de Poisson Bayesiana con efecto aleatorio (Tasa) (Modelo 5)
Enfermedades del sistema circulatorio	Constante: β_0 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	1,3595 (0,0762) (1,210 ; 1,509) (p<0,001)	32,640 (1,44)* (29,800 ; 35,44)	2,283 (0,016)* (2,252 ; 2,315)	-7,298 (0,016)* (-7,329 ; -7,266)	-7,965 (0,048)* (-8,062 ; -7,876)
	Año: β_1 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,02041 (0,0065) (0,008 ; 0,033) (p=0,002)	0,0121 (0,010) (-0,008 ; 0,031)	0,0128 (0,001)* (0,011 ; 0,014)	0,0025 (0,001)* (0,001 ; 0,004)	0,0164 (0,003)* (0,01 ; 0,023)
	Cauca: β_2 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	1,4114 (0,0786) (1,257 ; 1,565) (p<0,001)	3,055 (0,976)* (1,144 ; 4,999)	1,136 (0,017)* (1,103 ; 1,170)	0,426 (0,017)* (0,393 ; 0,460)	0,7043 (0,050)* (0,608 ; 0,804)
	Nariño: β_3 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,9570 (0,0727) (0,815 ; 1,099) (p<0,001)	5,560 (0,969)* (3,643 ; 7,461)	0,8293 (0,017)* (0,796 ; 0,863)	0,3557 (0,017)* (0,322 ; 0,389)	0,7464 (0,048)* (0,655 ; 0,842)
	Valle: β_4 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	2,4366 (0,0779) (2,284 ; 2,589) (p<0,001)	7,042 (0,996)* (5,093 ; 8,988)	2,689 (0,016)* (2,658 ; 2,720)	0,8076 (0,016)* (0,777 ; 0,838)	1,431 (0,049)* (1,337 ; 1,53)
	Ajuste	R ² = 32,85%	DIC = 27.750	DIC = 334.500	DIC = 28.230	DIC = 14.880
Todas las demás enfermedades	Constante: β_0 (EE) IC95% ó IC _{cred} 95%	1,2571 (0,0730) (1,114 ; 1,400) (p<0,001)	43,900 (1,187)* (41,560 ; 46,190)	1,985 (0,019)* (1,949 ; 2,021)	-7,596 (0,019)* (-7,632 ; -7,559)	-8,039 (0,041)* (-8,120 ; -7,961)
	Año: β_1 (EE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,02147 (0,0061) (0,009 ; 0,034) (p<0,001)	0,0168 (0,010) (-0,003 ; 0,036)	0,0183 (0,001)* (0,017 ; 0,020)	0,008 (0,001)* (0,006 ; 0,010)	0,0146 (0,003)* (0,009 ; 0,020)
	Cauca: β_2 (EE) IC95% ó IC _{cred} 95%	1,2881 (0,0751) (1,141 ; 1,435) (p<0,001)	3,476 (0,938)* (1,635 ; 5,337)	1,118 (0,02)* (1,080 ; 1,156)	0,4075 (0,02)* (0,370 ; 0,446)	0,6000 (0,041)* (0,521 ; 0,683)
	Nariño: β_3 (EE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,9048 (0,0696) (0,768 ; 1,041) (p<0,001)	7,976 (0,921)* (6,137 ; 9,787)	0,9785 (0,019)* (0,941 ; 1,016)	0,5045 (0,019)* (0,467 ; 0,542)	0,7158 (0,039)* (0,640 ; 0,794)
	Valle: β_4 (EE) IC95% ó IC _{cred} 95%	2,2083 (0,0746) (2,062 ; 2,355) (p<0,001)	10,880 (0,976)* (8,970 ; 12,790)	2,736 (0,018)* (2,700 ; 2,771)	0,8538 (0,018)* (0,819 ; 0,889)	1,206 (0,04)* (1,127 ; 1,285)
	Ajuste	R ² = 30,22%	DIC = 25.300	DIC = 295.900	DIC = 22.030	DIC = 14.240

Continúa

Grupo de enfermedad	Variable independiente	Regresión lineal múltiple clásica (Modelo 1)	Regresión lineal múltiple Bayesiano (Tasa) (Modelo 2)	Regresión de Poisson Bayesiana (Modelo 3)	Regresión de Poisson Bayesiana (Tasa) (Modelo 4)	Regresión de Poisson Bayesiana con efecto aleatorio (Tasa) (Modelo 5)
Causas externas	Constante: β_0 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	1,4222 (0,0786) (1,268 ; 1,576) (p<0,011)	35,310 (1,238)* (32,880 ; 37,73)	2,104 (0,019)* (2,066 ; 2,142)	-7,478 (0,019)* (-7,515 ; -7,44)	-7,994 (0,049)* (-8,092 ; -7,901)
	Año: β_1 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	-0,00567 (0,0065) (-0,018 ; 0,007) (p=0,381)	0,0115 (0,010) (-0,008 ; 0,031)	-0,0131 (0,001)* (-0,015 ; -0,011)	-0,0234 (0,001)* (-0,025 ; -0,022)	-0,0102 (0,004)* (-0,017 ; -0,003)
	Cauca: β_2 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	1,3615 (0,0801) (1,205 ; 1,518) (p<0,001)	4,342 (0,957)* (2,462 ; 6,237)	1,261 (0,020)* (1,222 ; 1,300)	0,5496 (0,020)* (0,510 ; 0,589)	0,7707 (0,048)* (0,674 ; 0,863)
	Nariño: β_3 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,5773 (0,0748) (0,431 ; 0,724) (p<0,001)	3,476 (0,935)* (1,618 ; 5,320)	0,8112 (0,020)* (0,771 ; 0,851)	0,3384 (0,020)* (0,298 ; 0,378)	0,4614 (0,047)* (0,370 ; 0,555)
	Valle: β_4 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	2,2477 (0,0797) (2,091 ; 2,404) (p<0,001)	9,336 (0,985)* (7,403 ; 11,260)	2,754 (0,019)* (2,716 ; 2,790)	0,8721 (0,019)* (0,835 ; 0,909)	1,351 (0,049)* (1,255 ; 1,448)
	Ajuste	R ² = 32,54%	DIC = 26.170	DIC = 246.200	DIC = 25.700	DIC = 13.860
Neoplasias (Tumores)	Constante: β_0 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,8938 (0,0816) (0,734 ; 1,054) (p<0,001)	38,340 (0,868)* (36,650 ; 40,030)	1,334 (0,025)* (1,286 ; 1,383)	-8,249 (0,025)* (-8,297 ; -8,200)	-8,706 (0,051)* (-8,806 ; -8,606)
	Año: β_1 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,01650 (0,0065) (0,004 ; 0,029) (p=0,011)	0,0153 (0,010) (-0,004 ; 0,035)	0,0242 (0,001)* (0,022 ; 0,026)	0,0139 (0,001)* (0,012 ; 0,016)	0,0142 (0,003)* (0,008 ; 0,021)
	Cauca: β_2 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	1,3842 (0,0823) (1,223 ; 1,546) (p<0,001)	3,678 (0,893)* (1,940 ; 5,445)	1,518 (0,026)* (1,468 ; 1,569)	0,8098 (0,026)* (0,760 ; 0,861)	0,9595 (0,051)* (0,858 ; 1,06)
	Nariño: β_3 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,9219 (0,0773) (0,770 ; 1,073) (p<0,001)	6,324 (0,861)* (4,618 ; 8,012)	1,193 (0,026)* (1,143 ; 1,243)	0,7213 (0,026)* (0,671 ; 0,771)	0,9488 (0,05)* (0,853 ; 1,046)
	Valle: β_4 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	2,3063 (0,0817) (2,146 ; 2,466) (p<0,001)	13,240 (0,931)* (11,410 ; 15,060)	3,096 (0,024)* (3,048 ; 3,143)	1,216 (0,024)* (1,168 ; 1,263)	1,578 (0,051)* (1,477 ; 1,678)
	Ajuste	R ² = 30,15%	DIC = 23.680	DIC = 238.900	DIC = 20.680	DIC = 13.180

Continúa

Conclusión

Grupo de enfermedad	Variable independiente	Regresión lineal múltiple clásica (Modelo 1)	Regresión lineal múltiple Bayesiano (Tasa) (Modelo 2)	Regresión de Poisson Bayesiana (Modelo 3)	Regresión de Poisson Bayesiana (Tasa) (Modelo 4)	Regresión de Poisson Bayesiana con efecto aleatorio (Tasa) (Modelo 5)
Enfermedades transmisibles	Constante: β_0 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	1,1746 (0,0793) (1,019 ; 1,330) (p<0,001)	20,080 (0,504)* (19,100 ; 21,060)	1,485 (0,027)* (1,432 ; 1,537)	-8,097 (0,027)* (-8,149 ; -8,044)	-8,306 (0,044)* (-8,392 ; -8,218)
	Año: β_1 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	-0,02242 (0,0066) (-0,035 ; -0,010) (p=0,001)	-0,0012 (0,010) (-0,021 ; 0,018)	-0,0139 (0,001)* (-0,017 ; -0,011)	-0,024 (0,001)* (-0,027 ; -0,021)	-0,0301 (0,003)* (-0,037 ; -0,024)
	Cauca: β_2 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,6610 (0,0811) (0,502 ; 0,820) (p<0,001)	2,809 (0,666)* (1,517 ; 4,150)	0,763 (0,029)* (0,707 ; 0,821)	0,0515 (0,029) (-0,005 ; 0,109)	0,1445 (0,045)* (0,056 ; 0,232)
	Nariño: β_3 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,0178 (0,0768) (-0,133 ; 0,168) (p=0,817)	-2,194 (0,623)* (-3,401 ; -0,993)	0,273 (0,029)* (0,215 ; 0,331)	-0,200 (0,029)* (-0,258 ; -0,142)	-0,1949 (0,045)* (-0,283 ; -0,106)
	Valle: β_4 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	1,2614 (0,0799) (1,105 ; 1,418) (p<0,001)	8,586 (0,663)* (7,283 ; 9,871)	2,311 (0,026)* (2,260 ; 2,361)	0,4287 (0,026)* (0,378 ; 0,479)	0,4735 (0,044)* (0,388 ; 0,558)
	Ajuste	R ² = 18,98%	DIC = 19.390	DIC = 106.000	DIC = 12.220	DIC = 10.420
Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	Constante: β_0 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,9243 (0,0819) (0,764 ; 1,085) (p<0,001)	11,360 (1,068)* (9,296 ; 13,450)	1,379 (0,034)* (1,313 ; 1,445)	-3,820 (0,035)* (-3,887 ; -3,753)	-3,978 (0,076)* (-4,127 ; -3,831)
	Año: β_1 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	-0,01266 (0,0066) (-0,026 ; 0,000) (p=0,057)	0,0044 (0,010) (-0,015 ; 0,024)	-0,0425 (0,003)* (-0,048 ; -0,037)	-0,0358 (0,003)* (-0,041 ; -0,031)	0,003 (0,005) (-0,008 ; 0,014)
	Cauca: β_2 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,2088 (0,0810) (0,050 ; 0,368) (p=0,010)	0,8281 (0,953) (-1,037 ; 2,714)	0,1404 (0,038)* (0,066 ; 0,215)	-0,6714 (0,038)* (-0,746 ; -0,597)	-0,3587 (0,076)* (-0,508 ; -0,209)
	Nariño: β_3 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	-0,1293 (0,0794) (-0,285 ; 0,026) (p=0,104)	1,757 (0,934) (-0,102 ; 3,599)	-0,1464 (0,037)* (-0,217 ; -0,074)	-0,7757 (0,037)* (-0,846 ; -0,703)	-0,5135 (0,077)* (-0,664 ; -0,363)
	Valle: β_4 (DE) IC95% ó IC _{cred} 95%	0,4028 (0,0818) (0,242 ; 0,563) (p<0,001)	1,236 (0,956) (-0,632 ; 3,100)	1,046 (0,033)* (0,981 ; 1,111)	-1,064 (0,033)* (-1,129 ; -0,999)	-0,5606 (0,077)* (-0,711 ; -0,410)
	Ajuste	R ² = 4,58%	DIC = 25.910	DIC = 30.930	DIC = 11.040	DIC = 7.925

Fuente: elaboración propia basada en los resultados del estudio.

^a DE: Desviación estándar

^b IC95%: Intervalo de confianza del 95% (para el enfoque clásico: Modelo 1)

^c IC_{Cred}95%: Intervalo de credibilidad del 95% (percentil 2,5% ; percentil 97,5%) (para el enfoque Bayesiano: Modelos 2 a 5)

^d El valor p muestra la significancia de las covariables (valor $p < 0,05$ indica significancia estadística fijándose un nivel de significancia igual al 5%)

^e R^2 : Coeficiente de determinación

^f DIC: Deviance Information Criterion

* Estadísticamente significativo (el intervalo de credibilidad del 95% no contiene el cero)

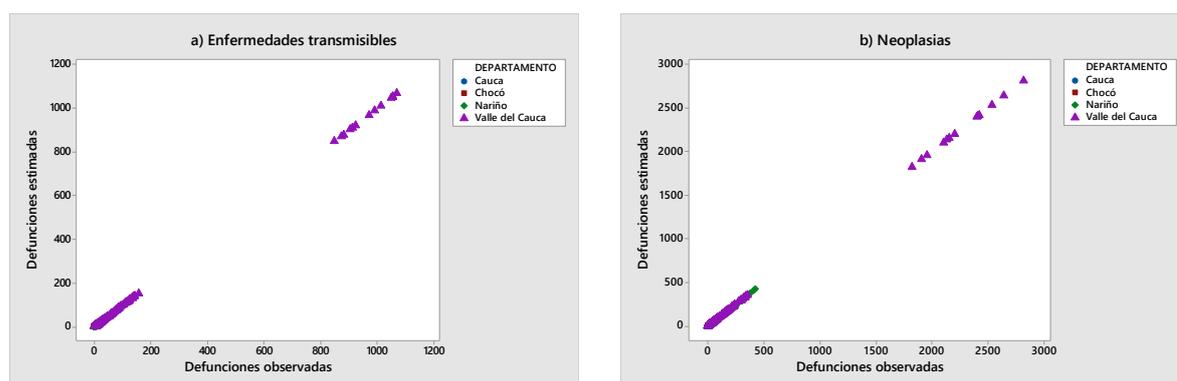
2.4.4.1 Validación de los supuestos del modelo de regresión ajustado bajo el enfoque clásico (modelo 1)

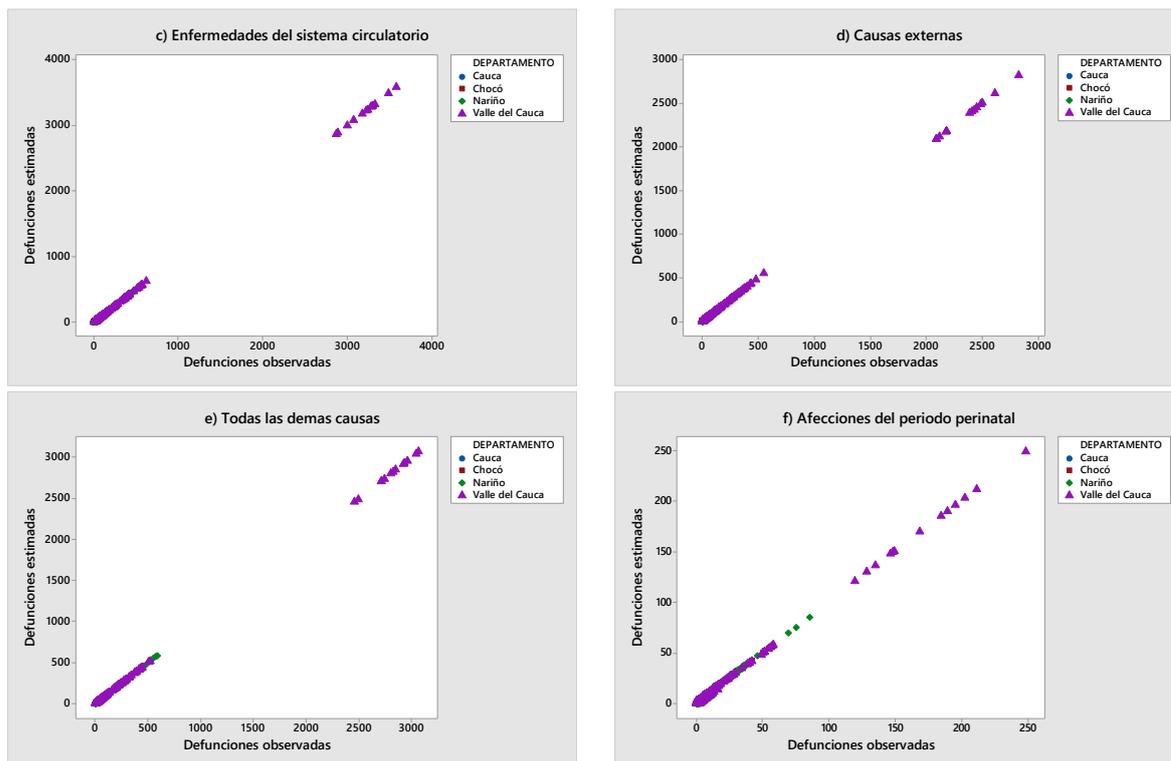
En el enfoque clásico los modelos de regresión lineal asumen que los residuales o errores siguen una distribución normal con media cero y varianza constante, además que ellos no están correlacionados. Se usaron métodos gráficos que permitieron validar la distribución normal de los residuales para el modelo 1 presentado en la Tabla 6. Para cada modelo, el histograma de los residuales sugirió que su distribución era aproximadamente normal con media cero; y la gráfica de probabilidad normal mostró los residuos alineados sobre la línea teórica de normalidad. La varianza constante fue constatada en la gráfica de los residuales contra los valores ajustados. La independencia de los residuos también fue verificada: 1) por medio de la gráfica de los residuos contra su orden donde no se observaron patrones de correlación; 2) usando el Estadístico de Durbin-Watson que estuvo alrededor de dos.

2.4.4.2 Ajuste del modelo 5: Defunciones observadas y estimadas

Considerando que el modelo 5 (regresión de Poisson Bayesiana ajustando por tamaño poblacional y con efecto aleatorio) mostró el mejor desempeño, en la Figura 15 se exploró su ajuste para cada uno de los grandes grupos de causas de muerte. Se compararon las defunciones observadas y las estimadas por el modelo 5, encontrando un excelente ajuste en el análisis de la mortalidad específica.

Figura 15. Graficas de dispersión del número de defunciones observadas y estimadas usando el modelo 5 por grandes grupos de causas, región Pacífico, 2002-2014





Fuente: elaboración propia.

2.5 DISCUSIÓN DEL CAPITULO

En este estudio se realizó un análisis de datos secundarios para describir y comparar la mortalidad general y específica en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca, que pertenecen a la región Pacífico de Colombia, durante el periodo 2002 al 2014.

Se encontró una ligera tendencia descendente en las tasas estandarizadas de mortalidad general de los cuatro departamentos. Este comportamiento es coherente con el nivel nacional cuya tasa bruta de mortalidad (por cada 1.000 personas) varió de 4,65 en 2002 a 4,41 en 2014 (cálculos de los autores con base en la información de las Estadísticas Vitales de mortalidad del DANE). Esta tendencia puede entenderse como un reflejo de las mejoras en las condiciones de vida de la población colombiana en las últimas décadas (42). Aunque este descenso no fue estadísticamente importante cuando se modeló la tendencia de la mortalidad general ($\beta_1=0,0122$ para el modelo 2 de la Tabla 16), socialmente se considera muy positivo para promover el estado de salud en la región.

El análisis de la mortalidad por sexo mostró mayor mortalidad masculina (Tabla 7 y Figura 5). El 58,4% de las defunciones en el área y periodo de estudio fueron en hombres, con razones de mortalidad (hombre/mujer) variando entre 1,26 hasta 1,61 en los cuatro departamentos. Este patrón es similar a las cifras de Colombia entre el

2005 y 2014 donde el 56,9% de las muertes fueron en personas del sexo masculino (16). La mayor mortalidad masculina puede atribuirse al grupo de causas externas, tercera causa de muerte, con razones de mortalidad (hombre/mujer) mayores a 6 y responsable del 22,7% de todas las defunciones en el área y periodo de estudio, como será discutido más adelante.

La mortalidad por grupos etarios mostró que el 52,6% de las muertes fueron en personas de 65 años o más, lo cual es coherente con el proceso de transición demográfica y epidemiológica que se ha experimentado en América Latina y el mundo. Esta doble transición, caracterizada por el aumento en la esperanza de vida y el envejecimiento poblacional, modificó los perfiles de salud, enfermedad y muerte, y colocó a las enfermedades no transmisibles entre las principales causas de muerte afectando principalmente a la población adulta mayor (8). No obstante, el perfil epidemiológico del Chocó difiere de los otros departamentos (Cauca, Nariño y Valle del Cauca) al presentar la mayor mortalidad infantil (16% de las muertes del departamento) y en niños de 1-4 años (2%) como resultado de presentar también la mayor mortalidad proporcional por enfermedades transmisibles.

El análisis global de la mortalidad en el área y periodo de estudio mostró que en los cuatro departamentos las principales causas de mortalidad fueron las enfermedades del sistema circulatorio, seguida de todas las demás causas, causas externas y neoplasias. Los grupos que mostraron una tendencia ascendente fueron las enfermedades del sistema circulatorio, todas las demás causas y las neoplasias. Por el contrario, los grupos de mortalidad que mostraron una tendencia al descenso fueron las causas externas, las enfermedades transmisibles y las afecciones originadas en el periodo perinatal. Como se discutirá a continuación, este comportamiento de la mortalidad en el área de estudio es coherente con el proceso de transición epidemiológica que experimentó la región de las Américas desde el siglo pasado y que produjo un aumento ponderado en la mortalidad por enfermedades crónicas y degenerativas (20). Sin embargo, el peso relativo de cada grupo difiere por departamento mostrando diferencias en la mortalidad general y específica, aun dentro de una misma región.

El análisis de la mortalidad proporcional y específica por los grandes causas mostró que la principal causa de muerte correspondió al grupo de enfermedades del sistema circulatorio (28,0%), siendo este resultado muy coherente con el nivel nacional donde este grupo representó el 30,1% de las defunciones entre 2005 y 2014 (16). En estos departamentos las principales causas de muerte coinciden con la tendencia mundial reportada por la OMS, donde en el año 2015 predominó la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón y cerebrovasculares (19). A diferencia de lo reportado a nivel nacional sobre el descenso en las tasas ajustadas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio (16), en tres de los cuatro departamentos las tasas crudas mostraron una tendencia es ascendente, siendo Chocó el único que mostró una reducción en este grupo de enfermedades y Nariño el departamento con

mayor aumento en las tasas de mortalidad. Este comportamiento puede estar relacionado, entre otros, con el envejecimiento poblacional, los hábitos alimenticios y el aumento de la obesidad en estos departamentos (43), determinantes altamente relacionados con las enfermedades no transmisibles. Llamó la atención que Chocó presentara las menores tasas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio cuando la mayoría de su población es negra y la literatura muestra la mayor frecuencia de enfermedades circulatorias en esta población (44).

El grupo de todas las demás causas se convirtió en la segunda causa de muerte (22,8%) y también mostró una tendencia ascendente en Cauca, Nariño y Valle del Cauca. Dentro de este grupo se encuentran enfermedades no transmisibles importantes como la diabetes mellitus, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, las enfermedades del sistema digestivo y las enfermedades del sistema urinario, entre otras. Este grupo para Colombia representó el 24,4% de todas las muertes durante el periodo 2005 al 2014 (16). Su tendencia ascendente también puede ser explicada los factores de riesgo de las enfermedades del sistema circulatorio discutidas previamente.

Los resultados de mortalidad por causas externas confirman que Colombia, incluyendo a los departamentos de la región Pacífico, es un país donde predomina la mortalidad de este grupo, principalmente por homicidios, accidentes de tránsito y suicidios (20). Durante el periodo de estudio (2002 al 2014) la mortalidad por causas externas fue la tercera principal causa de muerte en estos departamentos (20,7%), pero con una clara tendencia al descenso en todos ellos. Es importante resaltar que a nivel nacional entre 2005 y 2014 las causas externas fueron la cuarta causa de muerte (16,4%) (después de las enfermedades del sistema circulatorio, todas las demás causas y las neoplasias) lo que indica que la región Pacífico colombiana tienen un aporte importante a la mortalidad nacional para este grupo. Esto puede ser explicado en términos del conflicto armado en Colombia, donde históricamente los departamentos de la región Pacífico han sido escenario de la guerra interna (45).

El comportamiento decreciente en la mortalidad por causas externas es concordante con el nivel nacional (16) y lo reportado en algunos estudios descriptivos (26) y comparativos (23). Puede ser explicado, en parte, por la disminución de homicidios reportado en Colombia desde el 2002 que pudo ser impulsado por el establecimiento del Plan Colombia (programa del gobierno implementado en 1999 para generar una transformación social y económica, mediante la lucha antidrogas como punto de partida para terminar con el conflicto armado en Colombia), la implementación de estrategias y políticas para la restricción de consumo de alcohol y porte de armas, y la desmovilización de grupos armados (26).

Los hombres mueren más por causas externas que las mujeres, principalmente en edades entre 15 y 44 años. La sobremortalidad masculina por causas externas es un fenómeno uniforme en todos los países de Latinoamérica según un informe de la OPS

(46) y algunos estudios nacionales (47) o internacionales (48,49). Esto ha sido explicado previamente por el papel de la “masculinidad” en la sociedad contemporánea que ha llevado al hombre a la adopción de conductas más agresivas y de mayor riesgo para su vida, como por ejemplo el uso de alcohol o drogas, conducir bajo los efectos de estas sustancias o la participación en riñas o conflictos armados, entre otros (48,49).

Se encontró una tendencia ascendente de la mortalidad proporcional y las tasas de mortalidad por neoplasias o tumores en los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia, tanto en hombres como en mujeres. El aporte de este grupo de causas a la mortalidad general en el área y periodo de estudio (17,3%) fue similar al nivel nacional (18,0%) durante el periodo 2005 y 2014, donde son la tercera causa de muerte (16). Este aporte importante de la mortalidad por neoplasias a la mortalidad general también es coherente con el proceso de transición epidemiológica en las Américas en cuanto al aumento ponderado de las enfermedades crónicas y degenerativas. Llama la atención la tendencia ascendente encontrada en este grupo de mortalidad para los departamentos de la región Pacífico, considerando que para Colombia se ha reportado una tendencia constante (16) o descendente (50) en la mortalidad por cáncer.

El aporte de la mortalidad por enfermedades transmisibles en los departamentos de la región Pacífico colombiana durante el periodo 2002-2014 (7,1%) fue similar a lo reportado en Colombia (6,8%) durante el periodo 2005-2014. Dentro de las primeras causas de mortalidad en este grupo, similar al comportamiento nacional (16), se destacó la mortalidad por infecciones respiratorias agudas, VIH/SIDA, tuberculosis, septicemia y enfermedades infecciosas intestinales, entre otras. Aunque los cuatro departamentos mostraron una tendencia descendente en la mortalidad por enfermedades transmisibles, comportamiento coherente con el nivel nacional (16), es importante resaltar que el Chocó tuvo el mayor promedio de mortalidad proporcional por este grupo (10,1%). Esto puede ser explicado parcialmente porque Chocó cuenta con bajas coberturas de servicios básicos, incluyendo agua potable, obligando a la recolección de agua de lluvia en tanques que se convierten en criaderos de vectores para las enfermedades transmisibles como malaria, fiebre tifoidea o dengue, entre otros (51). Adicionalmente la masiva explotación de oro en esta región ha contaminado las fuentes hídricas causando en su población un exceso de enfermedades transmisibles asociadas con la mala calidad del agua. Estos fenómenos en Chocó, sumado a una mayor mortalidad en niños menores de 1 año (16,0%), entre 1 a 4 años (2,0%) y que este departamento tuvo la mayor mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal sugieren un rezago social y de salud de esta región.

En los cuatro departamentos las tasas de mortalidad por enfermedades transmisibles fueron mayores en hombres que en mujeres. Muy seguramente esto pueda ser explicado por el aporte masculino a la carga de enfermedad/muerte por VIH/SIDA,

tuberculosis y enfermedad respiratoria aguda que históricamente ha sido mayor en hombres que en mujeres (52).

La mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal aportó el 2,1% de las muertes en el área y periodo de estudio, resultado similar a Colombia donde este grupo aportó el 2,4% durante el periodo 2005 al 2014 (16). En los cuatro departamentos la tendencia de mortalidad de este grupo fue descendente. Como se mencionó anteriormente, el departamento del Chocó presentó las mayores tasas de mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal y el Valle del Cauca tuvo las más bajas. Estos resultados son coherentes con el nivel de desarrollo económico de estos departamentos, donde el Valle del Cauca es el tercer departamento más industrializado de Colombia y el Chocó es uno de los más marginados económica y socialmente, como lo muestran los indicadores de la Tabla 2, pero especialmente con problemas de infraestructura de servicios especializados para la atención materno perinatal. Este nivel de desarrollo también podría explicar el hecho que las mayores tasas de mortalidad (general y específica) pertenecieron al Valle del Cauca por contar con un mejor sistema de registro de información. No obstante, también se debe considerar el nivel de subregistro de la mortalidad y los nacimientos, como se discute a continuación.

Para comparar la mortalidad en los cuatro departamentos se propusieron cinco modelos de regresión que fueron ajustados bajo los enfoques clásico (modelo 1) y Bayesiano (modelos 2 a 5) de la estadística. El modelo 1 (regresión lineal múltiple clásica) no mostró un buen desempeño pues de acuerdo con el coeficiente de determinación el mejor ajuste fue para la mortalidad general pero explicando tan solo el 35,1% de su variabilidad en función del año y departamento.

De los modelos ajustados bajo un esquema Bayesiano la regresión de Poisson Bayesiana ajustado por tamaño poblacional con efecto aleatorio (modelo 5) mostró el mejor ajuste. Con base en el DIC, en un modelo Poisson (modelo 3) la inclusión del número de habitantes (modelo 4) mejora sustancialmente el ajuste. Además, cuando existe sobredispersión (varianza > media) la inclusión de un efecto aleatorio en el modelo (modelo 5) es capaz de capturar esa variabilidad adicional.

Una limitación importante de este estudio está relacionada con el uso de información proveniente de fuentes secundarias (datos de mortalidad, tamaños de población y nacimientos) en cuanto a calidad y cobertura. Para los datos de mortalidad, la información se considera de buena calidad ya que solo fueron excluidos el 0,66% de los registros por tener información demográfica faltante de sexo, edad o municipio, además que solo el 1,8% de las defunciones fueron clasificadas con causa de mortalidad “mal definida”. En cuanto a cobertura, la información oficial disponible del último Censo en Colombia (Censo DANE 2005) exploró las defunciones con certificado de defunción, encontrando una cobertura del 83,8% en Cauca, 84,3% en Chocó, 90,2% en Nariño y 94,8% en el Valle del Cauca. No obstante, un estudio de

mortalidad en Colombia para el año 2000 (53) reportó una cobertura del registro de defunciones del 86,3% para el Valle del Cauca y solo el 35,0% para Chocó. Considerando que la mortalidad presenta un comportamiento relativamente constante, llamó la atención el descenso repentino que se observó en la mortalidad (general y específica) en Nariño para el año 2005, lo que hace pensar en subregistro de la información.

También se debe reconocer que la tasa de mortalidad perinatal presenta problemas de cobertura de sus dos componentes: numerador (certificado de defunción) y denominador (registro de nacimientos), esta última estimada para Colombia en 16% en 2002 por el DANE (54), 12% por la OPS en 2005 y en 10% por el Banco Interamericano de Desarrollo en 2008 (55). Sin embargo, se sabe que existen diferencias en la cobertura de nacimientos a nivel departamental. Para el año 2002 estas fueron estimadas en 92,0% para el Valle del Cauca, 75,7% para el Cauca, 69,1% para Nariño y tan solo 57,3% para el Chocó (54).

Conclusión

El perfil de mortalidad en la región Pacífico de Colombia mostró un descenso en la mortalidad general en los departamentos de Cauca, Nariño y Valle del Cauca. Por sexo, la mortalidad masculina fue mayor que la femenina, pero con una tendencia descendente. Por edad, el riesgo diferencial entre hombres y mujeres comienza a partir del grupo de 15-19 años, atribuido al grupo de causas externas.

Durante todo el periodo la principal causa de muerte fueron las enfermedades del sistema circulatorio que al igual que el grupo de todas las demás causas y neoplasias aumentaron su participación como causa de muerte. Por el contrario, el grupo de causas externas presentó un marcado descenso, al igual que el grupo de enfermedades transmisibles y afecciones originadas en el periodo perinatal.

El perfil de mortalidad del Valle del Cauca se asemejó más al de regiones desarrolladas, mientras que en Chocó el peso importante de la mortalidad en niños refleja su rezago económico y social en la región. Las tendencias de mortalidad fueron propias de cada departamento mostrando que aun en una misma región existen diferenciales en la magnitud y distribución de la mortalidad y las causas de muerte

Los problemas de cobertura y certificación de los hechos vitales en los departamentos de Chocó, Nariño y Cauca requieren fortalecimiento de la gestión del subsistema de estadísticas vitales para mejorar su cobertura y calidad. Se requieren más estudios para comprender las dinámicas y tendencias de mortalidad en esta región.

3 Capítulo 3: USO DE MODELOS DE VOLATILIDAD ESTOCÁSTICA (SV) EN LAS TASAS DE MORTALIDAD PARA LOS DEPARTAMENTOS DE LA REGIÓN PACIFICO DE COLOMBIA, 2002-2015

3.1 INTRODUCCIÓN DEL CAPITULO

La vida y la salud se consideran bienes activos de toda sociedad, siendo entonces la muerte la pérdida de ese bien preciado. La “muerte” o “defunción” es quizás el evento mundial mejor estudiado y de mayor interés, tanto a nivel individual como colectivo (2), y donde se materializan las condiciones biológicas, culturales, sociales y estructurales de una sociedad (56). La mortalidad general se usa como un indicador de la situación de salud y condiciones de vida de la población (4) y por esta razón las tasas de mortalidad se pueden considerar indicadores de interés político (57), aunque también social. El análisis de la mortalidad y los perfiles de salud-enfermedad-muerte de un país o región es un tema de interés en el campo de la salud pública, epidemiología y demografía, entre otros (4). El análisis de las causas de muerte y su tendencia es usado con propósitos de promoción, planeación y evaluación de la salud, entre otros para monitorear la salud de la población, orientar la investigación en salud, planificar los servicios de salud, además, mediante el diseño de intervenciones en salud pública, combatir aquellas enfermedades que producen la mayor carga para así mejorar la salud colectiva (3). Según cifras de la OMS en el 2015, y durante los últimos 15 años, las principales causas de muerte en el mundo fueron las enfermedades isquémicas del corazón (15,5%) y el accidente cerebrovascular (11,1%), seguida de las infecciones en las vías respiratorias bajas (5,7%), EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica) (5,6%) y cáncer de la tráquea, los bronquios y el pulmón (3,0%) (19). En Colombia, para ese año las cinco principales causas de muerte fueron las enfermedades isquémicas del corazón (16,5%), enfermedades cerebrovasculares (6,9%), enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (6,1%), homicidios (5,6%) e infecciones respiratorias agudas (4,0%) (cálculo de los autores usando información del DANE).

El análisis de la mortalidad para Colombia entre los años 2005 y 2014 mostró que en promedio ocurren 197.887 defunciones no fetales anuales ($DE=5.881$) (16). La mortalidad mostró una tendencia al descenso según la tasa general de mortalidad ajustada ($\times 100.000$) que pasó de 5,24 en 2005 a 4,44 en 2014. En este periodo la principal causa de muerte fueron las enfermedades del sistema circulatorio, que para Colombia mostraron una tendencia al descenso (de 166,4 a 147,0 $\times 100.000$). Le siguieron el grupo de todas las demás causas (tendencia descendente), neoplasias (tendencia ascendente), causas externas, enfermedades transmisibles y afecciones del periodo perinatal, estas tres últimas también con tendencia al descenso (16). No obstante, este patrón y tendencia de mortalidad no es homogéneo en todas las regiones de Colombia o al interior de ellas (10,43). La región Pacífico de Colombia, conformada por los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca,

presenta heterogeneidad en su interior. El Chocó y Cauca son dos de los departamentos que presentan los peores índices sociales, económicos y de salud del país, en contraste con el Valle del Cauca que es el tercer departamento más industrializado y desarrollado de Colombia (43,58).

Adicionalmente la región Pacífico ha sido una de las más afectadas por la violencia y conflicto armado en Colombia (26,59), conduciendo a que las causas externas fuera la primera causa de muerte en hombres durante la década de los noventa y la tercera causa de muerte poblacional en el periodo 2008-2010 (10,43). De aquí, su perfil de mortalidad difiere significativamente de las demás regiones, donde predominan las enfermedades del sistema circulatorio entre las principales causas de muerte (43).

El análisis de la tendencia en la mortalidad, metodológicamente, ha sido abordado con diversas técnicas y herramientas del campo de la demografía, la epidemiología y la estadística. Entre la información consultada se destaca el uso de gráficas de tendencias para las tasas de mortalidad brutas o estandarizadas por el método directo, la construcción de tablas de vida para el cálculo de la esperanza de vida y su cambio mediante el método de Pollard (9,60), el cálculo de los años de vida perdidos por el método Arriaga (18,29) o el análisis de sobrevivencia mediante tablas de vida por el método de Kaplan-Meier, la prueba log-rank o el modelo de riesgos proporcionales de Cox (27,61). Para evaluar la significancia estadística de tendencias, las técnicas de modelación predominantes fueron los modelos de regresión de Poisson (62–65) y los modelos de regresión Joinpoint (22,27,61,63,66,67). Finalmente, con el objetivo de encontrar patrones temporales y realizar pronósticos a partir de datos longitudinales, el análisis estándar de series de tiempo comprende el uso de la metodología Box-Jenkins y la familia de modelos ARIMA (Autorregresivo Integrado de Promedio Móvil) (68). Las diferentes variaciones de los modelos de Box-Jenkins se forman usando componentes AR (Autorregresivo), MA (Promedio Móvil), ARMA (Autorregresivo de Promedio Móvil), ARIMA y SARIMA (Estacional Autorregresivo Integrado de Promedio Móvil). Cuando estos modelos incluyen posibles covariables explicativas en la serie de tiempo se forman los modelos ARIMAX (Autorregresivo Integrado de Promedio Móvil con covariable) o SARIMAX (Estacional Autorregresivo Integrado de Promedio Móvil con covariable) (68).

Una serie de tiempo (o serie temporal) es una secuencia de observaciones longitudinales registradas u observadas en intervalos de tiempo iguales (por ejemplo, días, semanas, meses, años). Los modelos Box-Jenkins son la herramienta estadística estándar para modelar y pronosticar una serie de tiempo, siendo muy útiles al considerar la estructura de dependencia temporal que existe entre las observaciones de la serie. Su finalidad es construir un modelo para describir tendencias y/o estacionalidad, además de usar los datos históricos de la serie para realizar pronósticos a futuro (69). Estudios que realizan pronósticos en el campo de la salud se consideran muy pertinentes porque tienen el potencial de proyectar la carga esperada de enfermedad o muerte. Este es el insumo o la información más relevante

que puede servir de base para la planeación del sector salud y el desarrollo de políticas públicas e intervenciones en salud (70).

En el área de la epidemiología la familia de modelos ARIMA han sido muy frecuentes para describir patrones, estacionalidad y hacer pronósticos de la incidencia de enfermedades infecciosas como el dengue (71–77), malaria (78), fiebre hemorrágica (79) o tuberculosis (80). Algunos estudios también incluyeron covariables climáticas para mejorar las predicciones de la incidencia de dengue (81,82) o malaria (83). También se encontraron modelos ARIMA para otras enfermedades como accidentes cardiovasculares (84), enfermedad hepática (85), epidemia de SARS (síndrome respiratorio agudo grave) (86) o en el grupo de causas externas para el pronóstico de lesiones por accidentes de tránsito (87), entre otros.

Análisis de series de tiempo para el estudio de la mortalidad se encontraron para homicidios en Colombia (88,89) y principalmente para accidentes de tránsito en carretera (90–92). Los estudios en Colombia analizaron tasas mensuales de mortalidad por homicidios. El primero en la ciudad de Medellín durante el periodo 1975-2003 (88). Ellos usaron información oficial proveniente de los certificados de defunción para las causas del CIE-10 por lesiones intencionales ocasionadas por otra persona. Se encontró que la tasa promedio mensual de mortalidad por homicidios durante el periodo de estudio fue de 13,21 muertes x 100.000 y que el mejor modelo fue un SARIMA (0,1,1) (0,0,1)₁₂ con una variación estacional anual en la mortalidad por homicidios. El segundo estudio evaluó la variación estacional de las tasas mensuales de mortalidad por homicidio en Colombia durante el periodo 1985-2001 (89) mediante una serie que requirió transformación logaritmo y una diferenciación para convertirla en estacionaria. Durante el periodo de estudio se encontró una tasa mensual de mortalidad de $5,26 \pm 1,13$ defunciones por 100.000, con las mayores tasas entre los años 1991 a 1993. El mejor modelo fue un SARIMA (1,1,1) (0,0,1)₁₂ que también describió una variación estacional anual. En ambos estudios las tasas de homicidios fueron más altas en el mes de diciembre.

Los estudios sobre series de tiempo para mortalidad por accidentes de tránsito son varios. Un estudio fue realizado en China para construir un modelo estadístico de series de tiempo que permitieran estimar a corto plazo las tasas de mortalidad por lesiones en accidentes en carreteras y analizar la estacionalidad de su mortalidad (90). Aquí se usaron datos mensuales de mortalidad reportada por accidentes viales durante el periodo enero 2000 a diciembre 2011. Se encontró un patrón estacional en la mortalidad en China, siendo el mejor modelo que describe la mortalidad un SARIMA (1,1,1) (0,1,1)₁₂. El número de muertes anuales y la tasa de mortalidad mensual por accidentes viales presentaron mucha variabilidad, con las mayores tasas presentándose en otoño e invierno. Se usó el modelo SARIMA para predecir la mortalidad del 2012, encontrando buenas predicciones al comparar con las muertes observadas. Otro estudio también utilizó la metodología de análisis de series de tiempo y modelos SARIMA para analizar las tendencias de la mortalidad por

accidentes viales en Zanja (Irán) y hacer pronósticos para los siguientes 4 años (91). La serie de tiempo fue mensual sobre el número de víctimas en accidentes de tránsito (conductores, pasajeros y peatones) durante el periodo 2007-2013. Se encontró que la edad promedio de las víctimas fue 37,2 años ($DE=20,0$) y en su mayoría hombres (77,5%). Se observó una tendencia descendente de la mortalidad por accidentes viales con el mayor número de accidentes fatales en 2008 y el menor en 2013. El mejor modelo ajustado fue un SARIMA (1,1,3) (0,1,0)₁₂, donde el patrón estacional anual mostró que las mayores defunciones ocurrían en los meses calientes del año (agosto-septiembre) y las menores en invierno (diciembre-enero). El pronóstico para los 4 años siguientes también mostró una tendencia descendente en la mortalidad por accidentes de tránsito.

El último estudio encontrado sobre mortalidad en accidentes de tránsito (92) fue realizado en Navarra (España) para describir las tendencias de la mortalidad por accidentes de transporte durante el periodo 1999-2013, además de caracterizar las personas y vehículos implicados, y evaluar el impacto de la introducción del permiso de conducción por puntos. Este último objetivo fue abordado mediante el análisis de series de tiempo por medio de un modelo ARIMA de Box-Jenkins. Durante el periodo de estudio se registraron 1.052 defunciones por accidentes de tránsito, con un promedio de 80 defunciones anuales. El 75% fueron en hombres y el 99,2% fueron accidentes terrestres. El modelo ARIMA mostró que la estrategia preventiva del permiso de conducción por puntos fue efectiva, pues luego de su introducción en Julio de 2006 la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito disminuyó un 51% (en hombres 46% y en mujeres 64%).

Para el análisis temporal de la volatilidad (varianza) son usados modelos alternativos como los autorregresivos ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) y GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) (93). Modelos alternativos a estos, y a la familia ARIMA, son los llamados modelos de volatilidad estocástica (Stochastic volatility o SV). Estos modelos SV para el análisis de series de tiempo son muy utilizados en el sector financiero, siendo muy versátiles ya que permiten modelar simultáneamente valores promedio de una serie de tiempo, su varianza (volatilidad) y además permiten la inclusión de posibles covariables afectando la serie, dando entonces mayor flexibilidad en el análisis de series temporales (94). Recientemente modelos de SV fueron usados para analizar series de tiempo en aplicaciones de transporte. Un estudio del 2017 (94) aplicó modelos de volatilidad estocástica para relacionar algunos importantes factores económicos (tasa de cambio del dólar y tasa de desempleo) al conteo mensual de pasajeros y transporte de carga en aeropuertos de Brasil durante el periodo 2008-2014. Sin embargo, los modelos de volatilidad estocástica son poco usados en el área de la salud y no se encontraron estudios sobre mortalidad bajo este abordaje.

Considerando además que en la región Pacífico de Colombia los análisis de tendencias de la mortalidad general y específica son escasos, el objetivo de este

estudio fue introducir el uso de modelos estocásticos de volatilidad (SV) en el análisis de la mortalidad específica, en cada uno de los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia, durante el periodo 2002-2015. Además, se comparó el desempeño de este modelo (SV) con otros dos métodos tradicionales de análisis de series temporales: promedio móvil y modelos ARIMA de Box-Jenkins. Los modelos SV pueden convertirse en una herramienta para la salud pública permitiendo predecir tendencias de la mortalidad, información que podría contribuir para que los tomadores de decisiones diseñen políticas públicas acorde al perfil y tendencia de mortalidad de cada región.

3.2 METODOLOGIA DEL CAPITULO

3.2.1 Tipo de estudio, periodo y área de estudio

Este fue un estudio ecológico en la región Pacífico de Colombia (Figura 1) con municipio como unidad de análisis (177 en total). El periodo de estudio fue 2002 a 2015.

El número de habitantes estimado para el año 2015 en la región Pacífico fue de 8.237.174 personas, un poco más del 17% de la población total del país (30). El Valle del Cauca posee el 56,0% de la población (N=4.613.684), seguido de Nariño (21,2%; N=1.744.228), Cauca (16,7%; N=1.379.169) y Chocó (6,1%; N=500.093). La distribución poblacional para los años 2002 y 2015 (por sexo y edad) muestra un envejecimiento poblacional en todos los departamentos, y a Chocó presentando la población más joven (Ver pirámides poblacionales en el Apéndice F).

3.2.2 Fuentes de información y variables

Los datos de defunciones provienen de la base de datos de defunciones no fetales del Sistema de Estadísticas del DANE (<http://www.dane.gov.co>). De esta base de datos se usaron las variables fecha de la defunción, lugar de residencia del fallecido, lugar de ocurrencia de la muerte y causa básica de la defunción codificada según la décima Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) (12). Los tamaños de población y nacimientos, para cada año y municipio, también provienen del DANE.

En el periodo 2002-2015 se registraron 502.233 defunciones en el área de estudio, de las cuales se eliminaron aquellas sin dato de municipio (N=1.150), sin sexo (N=59) y sin edad (N=1.844). En total se eliminaron el 0,61% (3.043/502.233) de las defunciones registradas y se usaron 499.180 en los cuatro departamentos desde enero de 2002 a diciembre de 2015.

3.2.3 Procesamiento de la información

Para asignar las defunciones a cada municipio del área de estudio se usó la variable lugar de residencia del fallecido (o de la madre en el caso de la mortalidad infantil). Solo para la mortalidad por causas externas se usó la variable lugar de ocurrencia del evento para esta asignación.

Las series de tiempo ($Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_N$), también definida como $\{Y_t\}$ ($t=1, 2, 3, \dots, N$), fueron generadas con intervalos mensuales y correspondieron a tasas brutas de mortalidad (general y específica) para el periodo enero de 2002 a diciembre de 2015 ($N=168$ meses). Para cada uno de los 177 municipios de la región Pacífico de Colombia se calcularon tasas mensuales de mortalidad general ($\times 1.000$) y causas específicas ($\times 100.000$) para los seis grandes grupos de mortalidad según la lista de mortalidad 6/67 de la OPS/OMS (13): enfermedades transmisibles, neoplasias o tumores, enfermedades del sistema circulatorio, ciertas afecciones originadas en el período perinatal, causas externas y todas las demás enfermedades.

Para las tasas de mortalidad, el numerador de la tasa fue el número de muertes por causa de interés (general o específica) en el municipio y mes de interés; y el denominador fue el número de habitantes del municipio de su respectivo año. Solo para la mortalidad perinatal el denominador fueron los nacidos vivos (N.V.) ($\times 1.000$ N.V.). Para cada uno de los cuatro departamentos (Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca) se calculó el promedio de las tasas de sus respectivos municipios, luego cada serie temporal tuvo una longitud de 168 observaciones (14 años \times 12 meses). Para todos los análisis de series de tiempo se usaron los primeros $n=164$ datos para la modelación, y se dejaron los últimos 4 para la validación del modelo.

3.2.4 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se construyeron graficas de tendencia para visualizar la tendencia de las series de tiempo (por causa de muerte y departamento), usando los datos observados y los estimados por los modelos de series temporales considerados en este estudio. Se calcularon tasas anuales de mortalidad ajustadas por edad por el método directo y usando como población de referencia Colombia en 2005. Para analizar las tendencias a nivel descriptivo se calculó el porcentaje anual de cambio ($\nabla\%$) (o cambio proporcional) definido como:

$$\text{Porcentaje anual de cambio } (\nabla\%) = [(Tasa\ 2015 - Tasa\ 2002) / Tasa\ 2002]$$

En un análisis preliminar de los datos, para determinar el efecto del tiempo y el departamento en las tasas de mortalidad (general y específicas) usamos un modelo de ANOVA (Análisis de Varianza) con dos factores: departamento y tiempo. Se usaron métodos gráficos para el análisis de los residuales y validar los supuestos de

normalidad, varianza constante e independencia, suposiciones necesarias para el uso de los modelos ANOVA.

El análisis de las series de tiempo fue realizado para cinco causas específicas de muerte (enfermedades transmisibles, neoplasias/tumores, enfermedades del sistema circulatorio, causas externas y todas las demás enfermedades) en cada uno de los cuatro departamentos en estudio. Es decir, en estudio se analizaron 20 series de tiempo a partir de modelos de volatilidad estocástica (SV) que permiten modelar simultáneamente la media y la varianza (volatilidad) de la serie. Adicionalmente comparamos los modelos de volatilidad estocástica (SV) con dos modelos tradicionales para el análisis de series de tiempo: promedios móviles y modelos ARIMA de Box-Jenkins (95). A continuación se presentan los tres modelos de series temporales considerados en este estudio.

Modelo 1: Uso de Modelos de volatilidad estocástica: SV AR(2)

Los modelos ARCH introducidos por Engle en 1982 (96) y la generalización GARCH propuesta por Bollerslev en 1986 (97) son ampliamente aplicados para modelar la volatilidad de series financieras (98–102). El uso de modelos de volatilidad estocástica (Stochastic volatility o SV) ha sido una alternativa satisfactoria para analizar series temporales financieras en comparación con los modelos usuales tipo GARCH (103). Los modelos SV son más flexibles para modelar series financieras, pues asumen dos procesos para los ruidos: uno para las observaciones y otro para las volatilidades latentes.

Estudios comparativos entre las clases de modelos SV y de tipo ARCH son ampliamente discutidos en la literatura (ver por ejemplo, Taylor 1994 (104), Ghysels, Harvey y Renault 1996 (105), Shephard 1996 (106)). Los métodos Bayesianos usando técnicas de MCMC (ver por ejemplo, Gelfand y Smith 1990 (38) o Smith y Roberts 1993 (107)) son considerados para el análisis de series temporales financieras asumiendo modelos SV (108) dada la gran dificultad del uso de las técnicas estadísticas clásicas usuales debido a la complejidad de la función de verosimilitud. En este estudio se consideró el uso de modelos de volatilidad estocástica, un modelaje estadístico aun no utilizado en el análisis de series temporales epidemiológicas. Así, se consideran modelos de volatilidad estocástica para modelar simultáneamente la media y la varianza (volatilidad) de cada serie temporal, además de poder incluir covariables que puedan explicar esa variabilidad. Para la media de la serie de tiempo asumimos una regresión lineal múltiple relacionando la tasa bruta de mortalidad específica (variable respuesta) con siete variables independientes (mes, año y las cinco observaciones más recientes de la serie). El modelo propuesto para la serie temporal $\{Y_t\}$ ($t=1, 2, 3, \dots, n$) fue:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 * mes_j + \beta_2 * año_k + \beta_3 Y_{t-1} + \beta_4 Y_{t-2} + \beta_5 Y_{t-3} + \beta_6 Y_{t-4} + \beta_7 Y_{t-5} + \sigma_t \epsilon_t \quad (1)$$

En la ecuación (1) los β_i ($i=0, 1, 2, \dots, 7$) son los parámetros del modelo para estimar la media de la serie temporal. β_0 representa el valor promedio de la serie; β_1 corresponde al efecto del mes j , donde los meses se codificaron del 1 al 12, representando respectivamente los meses de enero a diciembre; β_2 corresponde al efecto del año k , con valores de k de 1 a 14 representando los años 2002 a 2015, respectivamente; los parámetros β_3 a β_7 representan el efecto de las últimas cinco observaciones desde la más reciente (β_3) hasta la más antigua (β_7); ϵ_t es una serie de ruido blanco con sus términos asumidos independientes e idénticamente distribuidos normal $\sim N(0; \sigma_\epsilon^2)$ (por simplicidad se asumió $\sigma_\epsilon^2 = 1$); y σ_t representa la desviación estándar de Y_t .

Para modelar la varianza consideramos modelos de volatilidad estocástica (SV) donde la varianza de Y_t se asume que es dada por el modelo:

$$\sigma_t^2 = \sigma_\epsilon^2 e^{h(t)} \quad (2)$$

Como asumimos $\sigma_\epsilon^2 = 1$, podemos reescribir (2) así:

$$\sigma_t^2 = e^{h(t)} \quad (3)$$

Donde $h(t)$ depende de una variable latente o no observada definida por un modelo autorregresivo de orden 2, $AR(2)$. Con $t=1, 2, \dots, n$, asumimos el siguiente modelo SV $AR(2)$:

$$\begin{aligned} h(1) &= \mu + \epsilon(1), & t=1 \\ h(2) &= \mu + \phi_1[h(1) - \mu] + \epsilon(2), & t=2 \\ h(t) &= \mu + \phi_1[h(t-1) - \mu] + \phi_2[h(t-1) - \mu] + \epsilon(t), & t=3, 4, \dots, n \end{aligned} \quad (4)$$

Donde $\epsilon(t)$ es un ruido con una distribución normal $N(0; \sigma_\epsilon^2)$ que está asociado a la variable latente $h(t)$ y las cantidades σ_ϵ^2 , μ , ϕ_1 y ϕ_2 son parámetros desconocidos que deben estimarse.

La estimación de todos los parámetros de interés se realizó bajo un esquema Bayesiano. Se usó el software OpenBUGS versión 3.2.3 (40) para la simulación de la distribución a posteriori conjunta vía MCMC. Se asumieron las siguientes distribuciones a priori para los parámetros: $\mu \sim \text{Normal}(0; 1)$; $\phi_1 \sim \text{Uniforme}(0; 1)$; $\phi_2 \sim \text{Uniforme}(0; 0.5)$; $\sigma_\epsilon^2 \sim \text{Gamma}(1, 1)$; $\beta_0 \sim \text{Normal}(3; 0.01)$; y $\beta_i \sim \text{Normal}(0; 0.001)$ para $i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$. En todas las estimaciones se usaron grandes muestras, considerando un "burn-in" de 1.000 (para eliminar el efecto de valores iniciales) y una muestra final de 1.000 (escogida entre 50.000 con saltos de 50) de la distribución posterior para obtener las estimaciones de los parámetros y sus estadísticos resumen: media, desviación estándar, mediana e intervalo de credibilidad del 95% ($IC_{\text{Cred}95\%}$). La convergencia de las cadenas de Márkov fue evaluada mediante examinación visual de los gráficos traceplots.

Modelo 2: Uso de Modelos de media o promedio móvil

Los modelos de media o promedio móvil suavizan los datos al promediar las últimas k observaciones de la serie temporal. Por ejemplo, los datos suavizados en el tiempo t (M_t) para valores de k usualmente iguales a 2, 3 o 4, se obtienen al promediar las últimas 2, 3 o 4 observaciones, respectivamente. En general:

$$M_t = (Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-k+1}) / k \quad ; t = k, k+1, k+2, \dots, n \quad (5)$$

Equivalente, $M_t = M_{t-1} + (Y_t - Y_{t-k}) / k$, siendo k la longitud de las medias. M_t es un estimador de μ_t que varía con el tiempo y considera solo las k observaciones más recientes.

El pronóstico de los h valores futuros, $\hat{Y}_t(h)$, se obtiene a partir de la última media móvil calculada. Luego:

$$\hat{Y}_t(h) = M_t \quad (6)$$

esto es,

$$\hat{Y}_t(h) = \hat{Y}_{t-1}(h+1) + \frac{Y_t - Y_{t-1}}{k} \quad (7)$$

En este estudio se consideraron modelos de media móvil con 3 rezagos ($k=3$) que hace estimaciones de Y , a partir del tiempo k , mediante el modelo:

$$Y_t = \mu_t + e_t \quad (8)$$

Donde el estimador de μ_t es dado por el promedio móvil de las últimas 3 observaciones. Luego el modelo de promedio móvil es dado por:

$$\hat{Y}_t = \left[\frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2}}{3} \right] + e_t \quad ; t=3,4,5,\dots,n \quad (n=164) \quad (9)$$

Modelo 3: Uso de Modelos ARIMA

Una clase de modelos muy usados para series de tiempo es la clase de modelos ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), usualmente conocido como método de Box-Jenkins (95,109) que tiene buena precisión para pronósticos a corto plazo, pero con precisión menor para el pronóstico a largo plazo. El análisis de una serie temporal, en el dominio de tiempo, es realizado por un parámetro conocido como el coeficiente de correlación serial o autocorrelación, parámetro que indica la dependencia en valores sucesivos de una serie de tiempo. La mayoría de los problemas de pronóstico involucran el uso de datos de series temporales. Montgomery et al. 2008 (110) sugieren que los problemas de pronóstico son frecuentemente clasificados como de corto plazo, mediano plazo y largo plazo. Generalmente, los

pronósticos son hechos en el momento t , tomando el mes actual Y_t y los meses anteriores Y_1, Y_2, \dots, Y_{t-1} , para predecir en tiempos futuros los valores de Y , es decir $\hat{Y}_{t+1}, \hat{Y}_{t+2}, \dots, \hat{Y}_{t+m}$.

El modelaje ARIMA es esencialmente un abordaje exploratorio, orientado con una flexibilidad de montar un modelo apropiado que es adaptado a partir de la estructura de los propios datos. La naturaleza estocástica de las series temporales puede ser aproximadamente modelada con el auxilio de la función de autocorrelación y la función de autocorrelación parcial donde variables aleatorias, componentes periódicos, patrones cíclicos y correlación serial pueden ser descubiertos. Como resultado, los pronósticos de los valores de la serie pueden ser fácilmente obtenidos con un buen grado de precisión (111). Aunque el modelaje ARIMA sea sofisticado en teoría, con los recursos computacionales actualmente disponibles la construcción de modelos y, consecuentemente los pronósticos, pueden ser facilitados especialmente usando softwares disponibles (por ejemplo, SAS, Statgraphics, Statistica y Minitab). El proceso, es construido a través de la identificación del modelo, estimación de los parámetros y verificación de la idoneidad del modelo propuesto (111).

Los modelos ARIMA contienen tres componentes, a saber: componente autorregresivo (*AR*), componente integrado (*I*) e componentes de medias móviles (*MA*). La parte *AR* describe la relación entre las observaciones actuales y las observaciones pasadas. La parte *MA* representa la estructura de autocorrelación del error. El componente *I* representa el nivel de diferenciación de la serie para eliminar la no estacionariedad. Generalmente se denota por *ARIMA* (p, d, q) en que p indica el orden de autorregresión, d denota orden de diferenciación, y q denota orden de movimiento medio (ver ecuaciones en Apéndice G).

La serie temporal Y_t para análisis debe ser estacionaria. En la práctica, la serie Y_t puede no serlo, pero con la primera diferencia ($Y_t - Y_{t-1}$) es estacionaria; si ($Y_t - Y_{t-1}$) no es estacionaria, podemos necesitar tomar una segunda diferencia, $(Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-1} - Y_{t-2})$ y así sucesivamente. En general, podemos necesitar tomar la d -ésima diferencia de Y_t (aunque raramente d es mayor que 2). Definiendo la d -ésima diferenciación de la serie temporal como $W_t = \nabla^d Y_t$, el modelo *ARIMA* (p, d, q) es:

$$W_t = \phi_1 W_{t-1} + \phi_2 W_{t-2} + \dots + \phi_p W_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (10)$$

Donde W_t es una serie estacionaria; ϕ_i ($i=1, 2, \dots, p$) son coeficientes autorregresivos *AR*(p); θ_j ($j=1, 2, \dots, q$) son parámetros de medias móviles *MA*(q); y e_t es un ruido aleatorio $\sim Normal(0; \sigma_e^2)$.

En especial en el análisis de los datos epidemiológicos considerados en este estudio, se usaron modelos *ARIMA* de *Box-Jenkins* ($2, 1, 0$) también llamado modelo *ARI*($2, 1$), que corresponde a un modelo autorregresivo integrado o, más específicamente, un

modelo autorregresivo de segundo orden con una diferenciación de la serie $\{Y_t\}$ ($t=1, 2, 3, \dots, n$). Siendo, W_t la primera diferenciación de la serie:

$$W_t = \nabla Y_t = (Y_t - Y_{t-1}) \quad (11)$$

El modelo *ARIMA* (2,1,0) es dado por,

$$W_t = \phi_1 W_{t-1} + \phi_2 W_{t-2} + e_t \quad (12)$$

esto es,

$$Y_t = Y_{t-1} + \phi_1 [Y_{t-1} - Y_{t-2}] + \phi_2 [Y_{t-2} - Y_{t-3}] + e_t \quad (13)$$

Las estimaciones de los modelos de media móvil y *ARIMA* fueron realizadas en el software Minitab® versión 17. Los parámetros del modelo *ARIMA* fueron obtenidos usando algoritmos iterativos que calculan estimaciones de mínimos cuadrados. Para determinar el ajuste de los modelos se usaron tres medidas de precisión: la media del error porcentual de precisión (MAPE), el desvío absoluto medio (MAD) y el desvío absoluto medio al cuadrado (MSD) (ver Apéndice H). En estas tres medidas menores valores indican un mejor ajuste.

3.3 RESULTADOS DEL CAPITULO

3.3.1 Análisis preliminar de los datos observados

Durante el período de estudio (2002-2015) se analizaron 499.180 defunciones en los departamentos de la región pacífico de Colombia, siendo el 58,2% de estas defunciones en personas del género masculino. El 66,2% de las defunciones se reportaron en el Valle del Cauca (N=330.655), el 16,2% en Nariño (N=80.619), el 14,2% en Cauca (N=71.069) y el 3,4% en Chocó (N=16.837). La principal causa de muerte en el periodo de estudio fueron las enfermedades del sistema circulatorio (28,2%; N=140.734), seguidas de todas las demás causas (23,0%; N=114.702), causas externas (20,4%; N=101.645), neoplasias (17,5%; N=87.234); enfermedades transmisibles (7,1%; N=35.266), ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (2,1%; N=10.338) y causas mal definidas (1,9%; N=9.261).

Las tasas de mortalidad crudas y estandarizadas (general y específica) por departamento para los años 2002 y 2015 se presentan en la Tabla 17. Esas mismas tasas de mortalidad fueron graficadas en el Apéndice I para todo el periodo 2002-2015. En general, por causa de muerte las mayores tasas de mortalidad se observaron para las enfermedades del sistema circulatorio, seguida de todas las demás causas, causas externas, neoplasias, enfermedades transmisibles y afecciones del periodo perinatal. Por departamento, las tasas de mortalidad más altas se observaron en el Valle del Cauca (excepto para perinatal) y las más bajas en Chocó (excepto para enfermedades transmisibles y perinatal).

Tabla 17. Tasas de mortalidad general (×1.000) y específica (×100.000) para los departamentos de la región Pacífico, años 2002 y 2015

Causa de muerte	Tasas crudas de mortalidad											
	Cauca			Choco			Nariño			Valle del Cauca		
	2002	2015	∇%	2002	2015	∇%	2002	2015	∇%	2002	2015	∇%
General	3,87	4,05	4,5	2,60	2,76	6,2	3,46	3,81	9,9	5,64	5,67	0,5
Enfermedades del sistema circulatorio	100,3	108,9	8,6	71,7	76,6	6,7	89,6	116,7	30,3	156,4	173,2	10,7
Demás causas	72,0	90,1	25,1	54,8	58,2	6,2	76,3	100,0	31,0	116,3	141,1	21,3
Causas externas	91,6	81,1	-11,4	56,8	49,8	-12,4	72,7	57,3	-21,1	147,5	88,6	-39,9
Neoplasias	60,2	78,9	31,0	26,0	29,6	13,7	50,4	72,9	44,6	90,7	110,0	21,3
Enfermedades transmisibles	34,1	21,5	-36,8	26,9	28,8	6,9	23,5	17,7	-24,7	37,9	41,2	8,5
Perinatal** (×1.000 N.V.)	11,8	7,3	-37,8	18,8	14,7	-21,6	11,4	6,6	-42,1	7,5	5,2	-31,0
	Tasas estandarizadas de mortalidad*											
General	4,00	3,55	-11,3	3,07	3,15	2,6	3,47	3,28	-5,5	5,53	4,50	-18,6
Enfermedades del sistema circulatorio	105,9	90,4	-14,7	99,3	97,1	-2,2	90,1	95,0	5,5	151,5	128,0	-15,6
Demás causas	73,5	77,6	5,6	63,7	65,3	2,6	75,8	84,1	10,9	114,0	108,8	-4,5
Causas externas	95,6	79,0	-17,3	64,4	55,2	-14,2	74,7	55,3	-26,0	145,4	83,9	-42,3
Neoplasias	63,6	67,7	6,6	36,3	38,1	4,9	51,8	62,9	21,5	88,0	83,6	-4,9
Enfermedades transmisibles	33,7	19,1	-43,2	24,7	28,3	14,5	23,1	15,5	-32,9	37,6	32,8	-12,8

Fuente: Cálculos de los autores con base en la información de mortalidad del DANE.

* Tasa estandarizada por el método directo con población de referencia Colombia 2005; Perinatal: Son las afecciones originadas en el periodo perinatal; N.V.: Nacidos vivos; ∇%: Porcentaje anual de cambio ($\nabla\% = [(Tasa\ 2015 - Tasa\ 2002) / Tasa\ 2002]$).

Las mayores tasas estandarizadas de mortalidad general se observaron en el Valle del Cauca en ambos periodos (Tabla 17). Se observó un descenso en la mortalidad general en tres de los cuatro departamentos, siendo más marcada en el Valle del Cauca ($\nabla\% = -18,6\%$), seguido de Cauca ($\nabla\% = -11,3$) y Nariño ($\nabla\% = -5,5$). En el departamento del Chocó se observó un leve aumento de la mortalidad general entre los años 2002 y 2015 ($\nabla\% = 2,6\%$).

El grupo de enfermedades del sistema circulatorio fue la primera causa de muerte en la región Pacífico de Colombia durante periodo 2002-2015. Se observó un incremento en las tasas ajustadas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio de Nariño ($\nabla\% = 5,5\%$) mientras que en los otros departamentos se observó un descenso, principalmente en el Valle del Cauca ($\nabla\% = -15,6\%$), Cauca ($\nabla\% = -14,7\%$) y Chocó ($\nabla\% = -2,2\%$).

La segunda causa de muerte más importante fueron las “todas las demás causas” donde se observó una tendencia ascendente de las tasas estandarizadas de mortalidad por todas las demás causas en tres de los cuatro departamentos, siendo más marcada en Nariño ($\nabla\% = 10,9\%$), seguida de Cauca ($\nabla\% = 5,6\%$) y Chocó ($\nabla\% = 2,6$). Solo en el departamento del Valle del Cauca se observó un descenso en la mortalidad por las demás causas ($\nabla\% = -4,5\%$).

La tercera mayor causa de muerte en los departamentos de la región Pacífico de Colombia fueron las causas externas. En los cuatro departamentos se observó una disminución de las tasas ajustadas de mortalidad por causas externas entre los años 2002 y 2015, siendo esta caída más marcada en el Valle del Cauca ($\nabla\% = -42,3\%$), seguido de Nariño ($\nabla\% = -26,0\%$), Cauca ($\nabla\% = -17,3\%$) y Chocó ($\nabla\% = -14,2\%$).

El grupo de las neoplasias o cáncer fue la cuarta causas de muerte en la Región Pacífico de Colombia entre los años 2002-2015. En tres de los cuatro departamentos se observó un incremento de las tasas ajustadas de mortalidad por cáncer en el periodo 2002-2015, siendo mayor en Nariño ($\nabla\% = 21,5\%$), seguido de Cauca ($\nabla\% = 6,6\%$) y Chocó ($\nabla\% = 4,9\%$). Solo en el Valle del Cauca se observó un leve descenso ($\nabla\% = -4,9\%$).

La quinta causa de muerte fue el grupo de enfermedades transmisibles. En tres de los cuatro departamentos se observó un descenso de la mortalidad por enfermedades transmisibles, siendo el descenso más marcado en Cauca ($\nabla\% = -43,2\%$), seguido de Nariño ($\nabla\% = -32,9\%$) y Valle del Cauca ($\nabla\% = -12,8\%$). Solo en Chocó se observó un aumento en la mortalidad por enfermedades transmisibles ($\nabla\% = 14,5\%$).

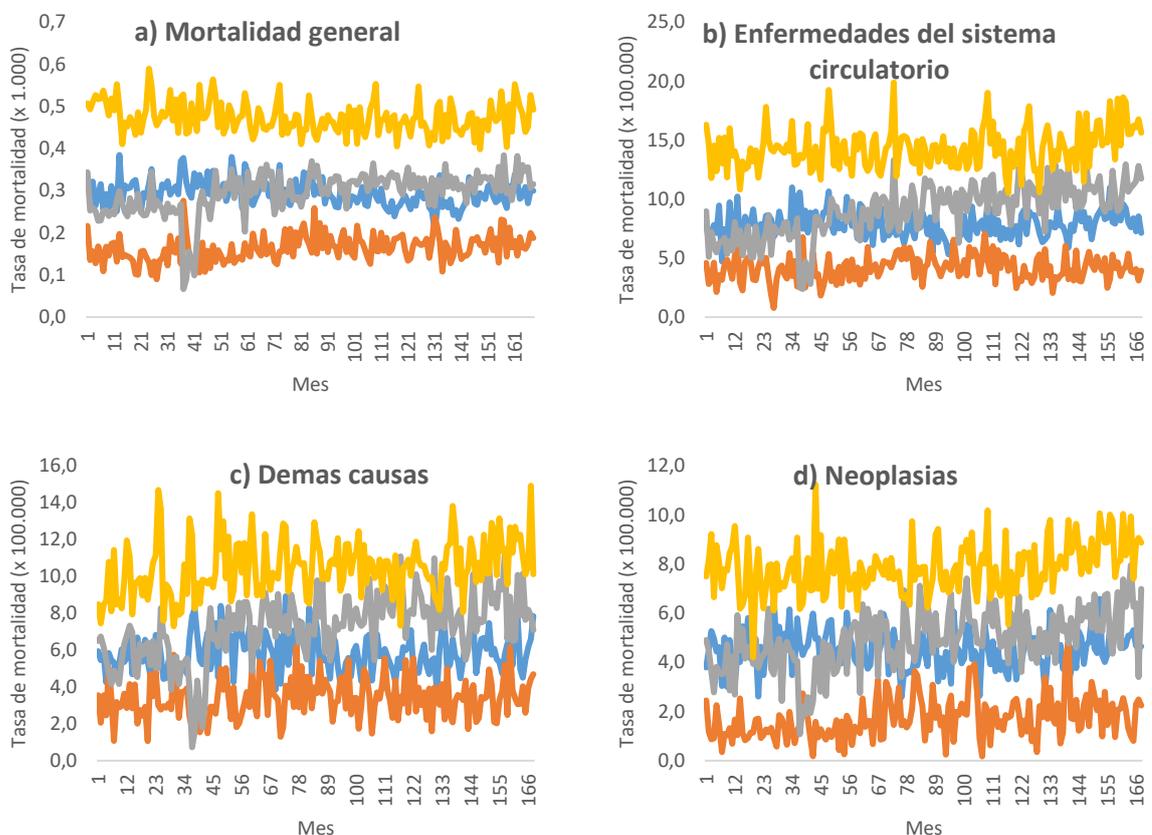
En el grupo de ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal todos los cuatro departamentos se observaron descensos de las tasas de mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal durante los años 2002 y 2015. Los principales descensos se observaron en Nariño ($\nabla\% = -42,1\%$), seguido del Cauca ($\nabla\% = -37,8\%$), Valle del Cauca ($\nabla\% = -31,0\%$) y Chocó ($\nabla\% = -21,6\%$).

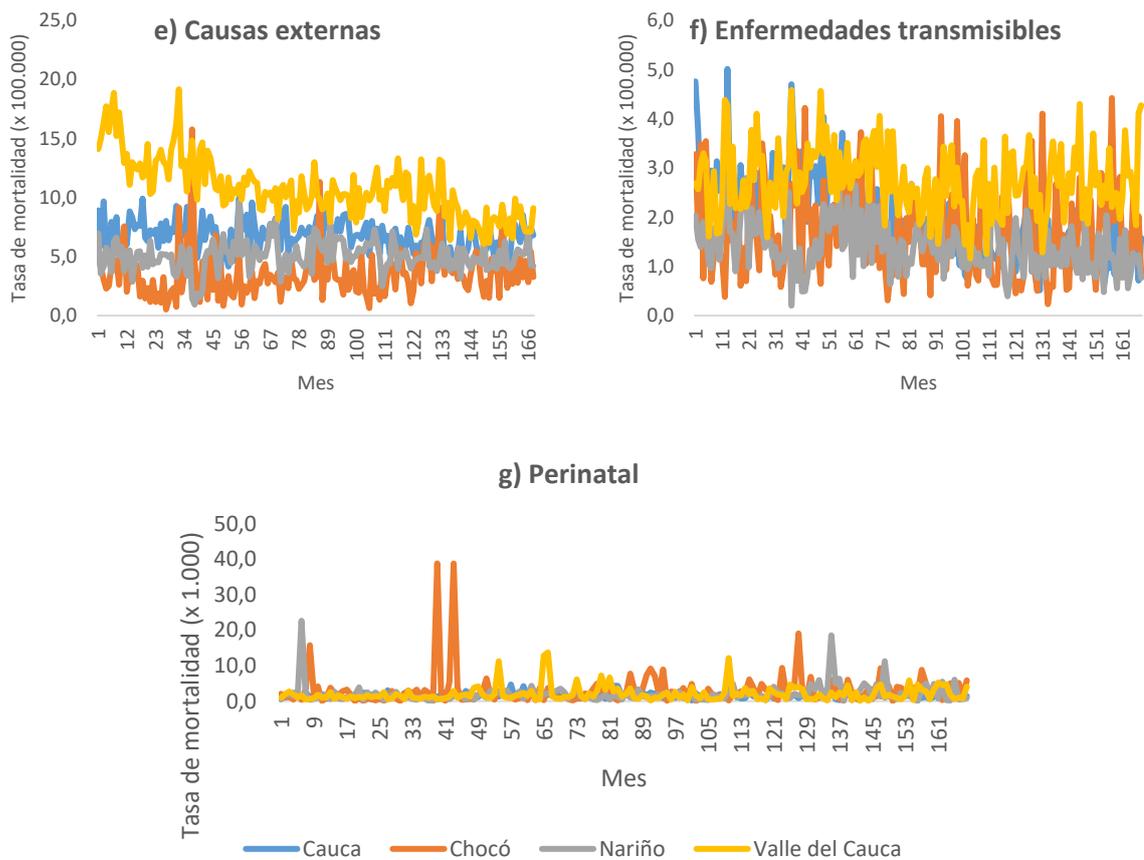
La Figura 16 muestra las series de tiempo observadas (N=168 meses) que corresponden a las tasas crudas mensuales de mortalidad general y por causas específicas en cada departamento. Se observa que en general, el Valle del Cauca presentó las mayores tasas crudas mensuales de mortalidad general y por causas específicas como neoplasias, enfermedades del sistema circulatorio, externas y demás causas. El Chocó mostró las menores tasas crudas mensuales de mortalidad general y por neoplasias, enfermedades del sistema circulatorio, causas externas y todas las demás causas. Se observó una clara tendencia ascendente en la mortalidad mensual por neoplasias, enfermedades del sistema circulatorio y todas las demás causas. Por el contrario, el grupo de causas externas mostró una marcada tendencia al descenso.

De acuerdo con los resultados del modelo ANOVA de dos factores, todas las tasas de mortalidad analizadas (Figura 16) mostraron diferencias en sus promedios por departamentos (valor $p < 0,001$). Al evaluar el efecto del tiempo en las tasas de mortalidad, se encontró que este fue muy significativo para las enfermedades transmisibles, neoplasias, enfermedades del sistema circulatorio y todas las demás causas (valor $p < 0,001$). En las causas externas el tiempo mostró una tendencia a la

asociación (valor $p = 0,069$), mientras que la mortalidad general (valor $p = 0,147$) y las afecciones originadas en el periodo perinatal (valor $p = 0,516$) no mostraron diferencias marcadas en el tiempo. De aquí, el análisis de series de tiempo solo incluyó cinco causas específicas de mortalidad por enfermedades transmisibles, neoplasias, enfermedades del sistema circulatorio, causas externas y todas las demás causas. El análisis de los residuales permitió validar los supuestos requeridos que dieron validez a las inferencias.

Figura 16. Series de tiempo observadas (N=168 meses) por departamento de la Región Pacífico de Colombia durante el periodo enero de 2002 a diciembre de 2015 para: a) mortalidad general; y mortalidad específica por: b) enfermedades del sistema circulatorio; c) todas las demás causas de muerte; d) neoplasias; e) causas externas; f) enfermedades transmisibles; y g) afecciones originadas en el periodo perinatal





Fuente: Elaboración propia a partir de la información de mortalidad del DANE.

3.3.2 Uso de modelos de volatilidad estocástica (SV)

3.3.2.1 Estimación de medias

Los parámetros estimados del modelo de volatilidad estocástica SV $AR(2)$ para cada causa específica de mortalidad se presentan en las Tablas 18 a 22. La significancia estadística de cada parámetro en el enfoque Bayesiano se obtiene cuando el $IC_{Cred95\%}$ no contiene el valor de cero, similar al intervalo de confianza del 95% en el enfoque clásico.

Para el grupo de enfermedades del sistema circulatorio (Tabla 18) se encontraron valores positivos para todos los coeficientes de regresión relacionados con el año (β_2), lo cual se interpreta como un aumento en la tasa media de mortalidad de este grupo durante el periodo de estudio (2002-2015). Sin embargo, el efecto positivo de la covariable “año” solo fue estadísticamente significativo en los departamentos de Nariño ($\hat{\beta}_2 = 0,285$) y Valle del Cauca ($\hat{\beta}_2 = 0,085$). Se destaca el alto valor del coeficiente estimado en Nariño ($\hat{\beta}_2 = 0,285$) indicando el mayor incremento de todas las series estudiadas.

Para el grupo de todas las demás causas (Tabla 19) se encontró que todos los coeficientes de regresión asociados a la variable año (β_2) fueron positivos en los cuatro departamentos, indicando una tendencia al aumento de la tasa promedio de mortalidad por todas las demás causas durante el periodo 2002 al 2015. No obstante, el efecto positivo de la covariable “año” solo fue estadísticamente significativo para los departamentos de Nariño ($\hat{\beta}_2 = 0,163$) y Valle del Cauca ($\hat{\beta}_2 = 0,108$). En estos dos departamentos también se encontraron valores positivos y estadísticamente significativos para las tasas de mortalidad un año retrasado (β_3).

Para la tasa promedio de mortalidad por neoplasias o tumores (Tabla 20) los valores del parámetro de regresión relacionado con el año (β_2) fueron positivos en Chocó, Nariño y Valle del Cauca, indicando un aumento en las tasas promedio de mortalidad por neoplasias/tumores durante los años 2002 a 2015. Este efecto positivo del año fue estadísticamente significativo en tres de los cuatro departamentos: Chocó ($\hat{\beta}_2 = 0,080$), Nariño ($\hat{\beta}_2 = 0,109$) y Valle del Cauca ($\hat{\beta}_2 = 0,090$).

En el grupo de causas externas (Tabla 21) se encontraron valores negativos de los coeficientes de regresión relacionados a las covariables de año en Cauca ($\hat{\beta}_2 = -0,099$), Nariño ($\hat{\beta}_2 = -0,010$) y Valle del Cauca ($\hat{\beta}_2 = -0,329$), interpretándose como una tendencia a la reducción en la tasa promedio de mortalidad por causas externas durante el periodo 2002-2015. Solo en el departamento de Chocó la tendencia fue ascendente ($\hat{\beta}_2 = 0,067$). Sin embargo, los IC_{Cred95%} señalan que solo fue estadísticamente significativa la tendencia descendente en las tasas de mortalidad de este grupo en los departamentos de Cauca y Valle del Cauca.

Para las enfermedades transmisibles (Tabla 22) se encontraron valores negativos para los estimadores de los parámetros de regresión relacionados a las covariables de tiempo (mes: β_1 y principalmente año: β_2), en la explicación del cambio de la tasa promedio de mortalidad de este grupo, en los cuatro departamentos. Estos valores negativos de β_2 se interpretan como una reducción anual de las tasas promedio de enfermedades transmisibles en el periodo 2002-2015, siendo el efecto del año estadísticamente significativo en Cauca ($\hat{\beta}_2 = -0,090$) y Nariño ($\hat{\beta}_2 = -0,040$).

Ninguno de los coeficientes de regresión estimados, asociados a las covariables de tasas de mortalidad pasadas, fueron significativos para las observaciones de tres (β_5), cuatro (β_6) o cinco (β_7) meses retrasados (Tabla 18 a Tabla 22).

Nota: En las Tablas 18 a 22 los parámetros estimados en todos os casos corresponden al modelo SV de segundo orden $AR(2)$ para las volatilidades: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 * mes + \beta_2 * año + \beta_3 Y_{t-1} + \beta_4 Y_{t-2} + \beta_5 Y_{t-3} + \beta_6 Y_{t-4} + \beta_7 Y_{t-5} + \sigma_t \epsilon_t$

Tabla 18. Resultados del modelo SV con estructura AR(2) para las volatilidades para las series de tiempo de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en la Región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015 (en (*)) (fue significativo)

Departamento	Covariable	Parámetro	Media	DE	Mediana	IC _{Cred95%}
Cauca		β_0	6,673	0,802	6,692	(5,011 ; 8,174)
	Mes	β_1	-0,017	0,029	-0,017	(-0,074 ; 0,043)
	Año	β_2	0,003	0,024	0,003	(-0,041 ; 0,052)
	Y_{t-1}	β_3	-0,054	0,080	-0,055	(-0,207 ; 0,098)
	Y_{t-2}	β_4	0,125	0,073	0,127	(-0,017 ; 0,263)
	Y_{t-3}	β_5	0,095	0,070	0,098	(-0,043 ; 0,232)
	Y_{t-4}	β_6	-0,045	0,066	-0,047	(-0,170 ; 0,092)
	Y_{t-5}	β_7	0,039	0,066	0,040	(-0,084 ; 0,165)
Chocó		β_0	3,013	0,522	3,022	(1,945 ; 3,993)
	Mes	β_1	0,019	0,027	0,019	(-0,033 ; 0,069)
	Año	β_2	0,016	0,024	0,016	(-0,029 ; 0,065)
	Y_{t-1}	β_3	0,035	0,084	0,039	(-0,125 ; 0,201)
	Y_{t-2}	β_4	0,058	0,077	0,060	(-0,092 ; 0,207)
	Y_{t-3}	β_5	-0,061	0,075	-0,060	(-0,198 ; 0,084)
	Y_{t-4}	β_6	0,091	0,075	0,089	(-0,048 ; 0,242)
	Y_{t-5}	β_7	0,098	0,073	0,097	(-0,041 ; 0,240)
Nariño		β_0	5,352	0,841	5,388	(3,617 ; 6,966)
	Mes(*)	β_1	-0,074	0,036	-0,074*	(-0,148 ; -0,002)
	Año(*)	β_2	0,283	0,062	0,285*	(0,157 ; 0,403)
	Y_{t-1}	β_3	0,028	0,089	0,028	(-0,152 ; 0,205)
	Y_{t-2}	β_4	-0,013	0,077	-0,012	(-0,157 ; 0,139)
	Y_{t-3}	β_5	0,078	0,073	0,076	(-0,061 ; 0,235)
	Y_{t-4}	β_6	0,063	0,073	0,064	(-0,078 ; 0,207)
	Y_{t-5}	β_7	0,083	0,071	0,084	(-0,058 ; 0,220)
Valle del Cauca		β_0	13,170	1,495	13,140	(10,150 ; 16,000)
	Mes	β_1	0,029	0,041	0,029	(-0,052 ; 0,110)
	Año(*)	β_2	0,086	0,038	0,085*	(0,008 ; 0,160)
	Y_{t-1}	β_3	0,055	0,082	0,057	(-0,101 ; 0,211)
	Y_{t-2}	β_4	0,007	0,072	0,008	(-0,140 ; 0,149)
	Y_{t-3}	β_5	-0,046	0,074	-0,047	(-0,194 ; 0,102)
	Y_{t-4}	β_6	-0,088	0,063	-0,088	(-0,215 ; 0,038)
	Y_{t-5}	β_7	0,087	0,056	0,088	(-0,028 ; 0,197)

Fuente: elaboración propia.

DE: Desviación estándar; IC_{Cred95%}: Intervalo de credibilidad del 95%

* Significativo ya que el IC_{Cred95%} no contiene el cero

Tabla 19. Resultados del modelo SV con estructura AR(2) para las volatilidades para las series de tiempo de mortalidad por todas las demás causas en la Región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015 (en (*)) (fue significativo)

Departamento	Covariable	Parámetro	Media	DE	Mediana	IC _{Cred95%}
Cauca		β_0	5,064	0,622	5,044	(3,853 ; 6,289)
	Mes	β_1	-0,023	0,025	-0,022	(-0,073 ; 0,024)
	Año	β_2	0,002	0,021	0,003	(-0,040 ; 0,040)
	Y_{t-1}	β_3	0,145	0,086	0,143	(-0,013 ; 0,320)
	Y_{t-2}	β_4	-0,110	0,080	-0,110	(-0,264 ; 0,049)
	Y_{t-3}	β_5	0,046	0,076	0,043	(-0,094 ; 0,207)
	Y_{t-4}	β_6	0,056	0,076	0,058	(-0,101 ; 0,197)
	Y_{t-5}	β_7	0,013	0,069	0,012	(-0,117 ; 0,163)
Chocó		β_0	3,358	0,476	3,360	(2,431 ; 4,287)
	Mes	β_1	-0,022	0,025	-0,021	(-0,073 ; 0,028)
	Año	β_2	0,036	0,023	0,036	(-0,009 ; 0,080)
	Y_{t-1}	β_3	-0,042	0,076	-0,043	(-0,189 ; 0,098)
	Y_{t-2}	β_4	0,107	0,081	0,105	(-0,049 ; 0,260)
	Y_{t-3}	β_5	-0,035	0,077	-0,034	(-0,189 ; 0,116)
	Y_{t-4}	β_6	-0,012	0,073	-0,014	(-0,159 ; 0,131)
	Y_{t-5}	β_7	-0,045	0,076	-0,047	(-0,184 ; 0,103)
Nariño		β_0	3,778	0,730	3,785	(2,411 ; 5,207)
	Mes	β_1	-0,029	0,030	-0,030	(-0,090 ; 0,030)
	Año(*)	β_2	0,162	0,044	0,163*	(0,075 ; 0,250)
	Y_{t-1} (*)	β_3	0,273	0,085	0,274*	(0,106 ; 0,436)
	Y_{t-2}	β_4	0,074	0,082	0,073	(-0,086 ; 0,240)
	Y_{t-3}	β_5	0,005	0,082	0,002	(-0,158 ; 0,177)
	Y_{t-4}	β_6	-0,117	0,080	-0,114	(-0,281 ; 0,047)
	Y_{t-5}	β_7	0,113	0,072	0,111	(-0,021 ; 0,254)
Valle del Cauca		β_0	7,381	0,843	7,412	(5,717 ; 9,021)
	Mes	β_1	0,028	0,034	0,027	(-0,041 ; 0,097)
	Año(*)	β_2	0,108	0,032	0,108*	(0,042 ; 0,173)
	Y_{t-1} (*)	β_3	0,147	0,075	0,145*	(0,004 ; 0,299)
	Y_{t-2}	β_4	0,088	0,073	0,091	(-0,054 ; 0,238)
	Y_{t-3}	β_5	-0,055	0,070	-0,058	(-0,192 ; 0,091)
	Y_{t-4}	β_6	0,079	0,067	0,078	(-0,059 ; 0,211)
	Y_{t-5}	β_7	-0,064	0,063	-0,066	(-0,182 ; 0,064)

Fuente: elaboración propia.

DE: Desviación estándar; IC_{Cred95%}: Intervalo de credibilidad del 95%

* Significativo ya que el IC_{Cred95%} no contiene el cero

Tabla 20. Resultados del modelo SV con estructura AR(2) para las volatilidades para las series de tiempo de mortalidad por neoplasias en la Región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015 (en *) (fue significativo)

Departamento	Covariable	Parámetro	Media	DE	Mediana	IC _{Cred95%}
Cauca		β_0	4,006	0,466	3,985	(3,082 ; 4,968)
	Mes	β_1	-0,029	0,021	-0,030	(-0,070 ; 0,011)
	Año	β_2	-0,009	0,017	-0,010	(-0,041 ; 0,025)
	Y_{t-1}	β_3	0,095	0,075	0,093	(-0,049 ; 0,246)
	Y_{t-2}	β_4	0,057	0,081	0,059	(-0,110 ; 0,216)
	Y_{t-3}	β_5	-0,035	0,074	-0,036	(-0,172 ; 0,109)
	Y_{t-4}	β_6	0,008	0,073	0,009	(-0,127 ; 0,152)
	Y_{t-5}	β_7	0,044	0,067	0,044	(-0,090 ; 0,171)
Chocó		β_0	1,121	0,236	1,127	(0,637 ; 1,560)
	Mes	β_1	0,002	0,017	0,003	(-0,032 ; 0,035)
	Año(*)	β_2	0,080	0,019	0,080*	(0,044 ; 0,118)
	Y_{t-1}	β_3	0,045	0,087	0,044	(-0,124 ; 0,212)
	Y_{t-2}	β_4	-0,053	0,084	-0,052	(-0,213 ; 0,113)
	Y_{t-3}	β_5	-0,028	0,079	-0,027	(-0,177 ; 0,120)
	Y_{t-4}	β_6	0,000	0,074	0,000	(-0,147 ; 0,150)
	Y_{t-5}	β_7	-0,023	0,080	-0,018	(-0,181 ; 0,134)
Nariño		β_0	2,908	0,543	2,911	(1,861 ; 3,973)
	Mes	β_1	-0,016	0,024	-0,016	(-0,061 ; 0,032)
	Año(*)	β_2	0,108	0,030	0,109*	(0,049 ; 0,164)
	Y_{t-1}	β_3	0,052	0,088	0,053	(-0,127 ; 0,219)
	Y_{t-2}	β_4	0,121	0,077	0,120	(-0,030 ; 0,279)
	Y_{t-3}	β_5	0,057	0,078	0,058	(-0,098 ; 0,221)
	Y_{t-4}	β_6	-0,020	0,074	-0,022	(-0,161 ; 0,134)
	Y_{t-5}	β_7	0,064	0,072	0,066	(-0,086 ; 0,198)
Valle del Cauca		β_0	7,390	0,695	7,417	(5,944 ; 8,776)
	Mes	β_1	0,033	0,024	0,032	(-0,013 ; 0,079)
	Año(*)	β_2	0,089	0,025	0,090*	(0,040 ; 0,136)
	Y_{t-1}	β_3	0,060	0,078	0,063	(-0,096 ; 0,211)
	Y_{t-2}	β_4	-0,031	0,073	-0,030	(-0,179 ; 0,105)
	Y_{t-3}	β_5	0,000	0,068	0,000	(-0,139 ; 0,137)
	Y_{t-4}	β_6	-0,024	0,068	-0,022	(-0,155 ; 0,109)
	Y_{t-5}	β_7	-0,065	0,064	-0,065	(-0,183 ; 0,062)

Fuente: elaboración propia.

DE: Desviación estándar; IC_{Cred95%}: Intervalo de credibilidad del 95%

* Significativo ya que el IC_{Cred95%} no contiene el cero

Tabla 21. Resultados del modelo SV con estructura AR(2) para las volatilidades para las series de tiempo de mortalidad por causas externas en la Región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015 (en *) (fue significativo)

Departamento	Covariable	Parámetro	Media	DE	Mediana	IC _{Cred95%}
Cauca		β_0	7,132	0,914	7,188	(5,180 ; 8,814)
	Mes	β_1	0,026	0,032	0,026	(-0,035 ; 0,090)
	Año(*)	β_2	-0,098	0,028	-0,099*	(-0,155 ; -0,043)
	Y_{t-1}	β_3	0,019	0,085	0,018	(-0,137 ; 0,191)
	Y_{t-2}	β_4	0,015	0,074	0,015	(-0,134 ; 0,156)
	Y_{t-3}	β_5	-0,070	0,077	-0,070	(-0,217 ; 0,075)
	Y_{t-4}	β_6	-0,042	0,074	-0,043	(-0,188 ; 0,106)
	Y_{t-5}	β_7	0,106	0,068	0,108	(-0,030 ; 0,238)
Chocó		β_0	2,054	0,539	2,067	(1,018 ; 3,223)
	Mes	β_1	-0,003	0,040	-0,005	(-0,078 ; 0,079)
	Año	β_2	0,066	0,037	0,067	(-0,009 ; 0,139)
	Y_{t-1}	β_3	0,011	0,077	0,012	(-0,137 ; 0,159)
	Y_{t-2}	β_4	0,082	0,072	0,081	(-0,057 ; 0,226)
	Y_{t-3}	β_5	-0,015	0,069	-0,015	(-0,153 ; 0,124)
	Y_{t-4}	β_6	0,075	0,071	0,075	(-0,061 ; 0,217)
	Y_{t-5}	β_7	0,049	0,071	0,049	(-0,093 ; 0,197)
Nariño		β_0	4,053	0,682	4,058	(2,743 ; 5,337)
	Mes	β_1	-0,007	0,026	-0,007	(-0,059 ; 0,046)
	Año	β_2	-0,010	0,023	-0,010	(-0,055 ; 0,037)
	Y_{t-1}	β_3	0,114	0,080	0,113	(-0,042 ; 0,272)
	Y_{t-2}	β_4	0,118	0,085	0,119	(-0,054 ; 0,287)
	Y_{t-3}	β_5	0,049	0,076	0,049	(-0,108 ; 0,197)
	Y_{t-4}	β_6	0,014	0,072	0,018	(-0,132 ; 0,155)
	Y_{t-5}	β_7	-0,079	0,063	-0,081	(-0,198 ; 0,050)
Valle del Cauca		β_0	10,000	1,676	10,060	(6,510 ; 13,050)
	Mes	β_1	0,056	0,035	0,056	(-0,012 ; 0,127)
	Año(*)	β_2	-0,327	0,058	-0,329*	(-0,435 ; -0,202)
	Y_{t-1} (*)	β_3	0,194	0,084	0,192*	(0,027 ; 0,357)
	Y_{t-2} (*)	β_4	0,159	0,077	0,155*	(0,021 ; 0,318)
	Y_{t-3}	β_5	-0,001	0,075	0,001	(-0,145 ; 0,145)
	Y_{t-4}	β_6	-0,080	0,074	-0,082	(-0,216 ; 0,066)
	Y_{t-5}	β_7	-0,025	0,072	-0,026	(-0,157 ; 0,128)

Fuente: elaboración propia.

DE: Desviación estándar; IC_{Cred95%}: Intervalo de credibilidad del 95%

* Significativo ya que el IC_{Cred95%} no contiene el cero

Tabla 22. Resultados del modelo SV con estructura AR(2) para las volatilidades para las series de tiempo de mortalidad por causas transmisibles en la Región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015 (en *) (fue significativo)

Departamento	Covariable	Parámetro	Media	DE	Mediana	IC _{Cred95%}
Cauca		β_0	2,031	0,497	2,014	(1,048 ; 3,081)
	Mes	β_1	-0,010	0,015	-0,009	(-0,038 ; 0,020)
	Año(*)	β_2	-0,091	0,024	-0,090*	(-0,140 ; -0,043)
	Y_{t-1}	β_3	0,061	0,084	0,062	(-0,104 ; 0,231)
	Y_{t-2}	β_4	0,102	0,083	0,100	(-0,061 ; 0,275)
	Y_{t-3}	β_5	-0,030	0,073	-0,033	(-0,171 ; 0,117)
	Y_{t-4}	β_6	0,128	0,074	0,127	(-0,015 ; 0,278)
	Y_{t-5}	β_7	0,065	0,073	0,063	(-0,076 ; 0,212)
Chocó		β_0	2,109	0,349	2,093	(1,462 ; 2,826)
	Mes	β_1	-0,028	0,022	-0,028	(-0,069 ; 0,015)
	Año	β_2	-0,007	0,018	-0,007	(-0,045 ; 0,029)
	Y_{t-1}	β_3	0,054	0,078	0,053	(-0,093 ; 0,200)
	Y_{t-2}	β_4	-0,023	0,083	-0,024	(-0,186 ; 0,144)
	Y_{t-3}	β_5	0,014	0,081	0,016	(-0,138 ; 0,165)
	Y_{t-4}	β_6	-0,059	0,078	-0,058	(-0,208 ; 0,094)
	Y_{t-5}	β_7	-0,109	0,077	-0,110	(-0,251 ; 0,054)
Nariño		β_0	1,628	0,250	1,638	(1,162 ; 2,125)
	Mes	β_1	-0,020	0,012	-0,020	(-0,043 ; 0,003)
	Año(*)	β_2	-0,039	0,011	-0,040*	(-0,059 ; -0,017)
	Y_{t-1}	β_3	-0,030	0,085	-0,030	(-0,202 ; 0,136)
	Y_{t-2}	β_4	0,075	0,081	0,076	(-0,083 ; 0,231)
	Y_{t-3}	β_5	0,037	0,083	0,037	(-0,125 ; 0,207)
	Y_{t-4}	β_6	-0,056	0,076	-0,058	(-0,196 ; 0,095)
	Y_{t-5}	β_7	0,113	0,070	0,114	(-0,025 ; 0,249)
Valle del Cauca		β_0	2,408	0,338	2,414	(1,706 ; 3,051)
	Mes	β_1	0,002	0,016	0,002	(-0,028 ; 0,033)
	Año	β_2	-0,018	0,014	-0,018	(-0,044 ; 0,009)
	Y_{t-1}	β_3	0,095	0,077	0,097	(-0,057 ; 0,243)
	Y_{t-2} (*)	β_4	0,161	0,077	0,157*	(0,006 ; 0,315)
	Y_{t-3}	β_5	0,043	0,081	0,045	(-0,109 ; 0,193)
	Y_{t-4}	β_6	-0,100	0,074	-0,101	(-0,242 ; 0,044)
	Y_{t-5}	β_7	-0,045	0,071	-0,044	(-0,177 ; 0,099)

Fuente: elaboración propia.

DE: Desviación estándar; IC_{Cred95%}: Intervalo de credibilidad del 95%

* Significativo ya que el IC_{Cred95%} no contiene el cero

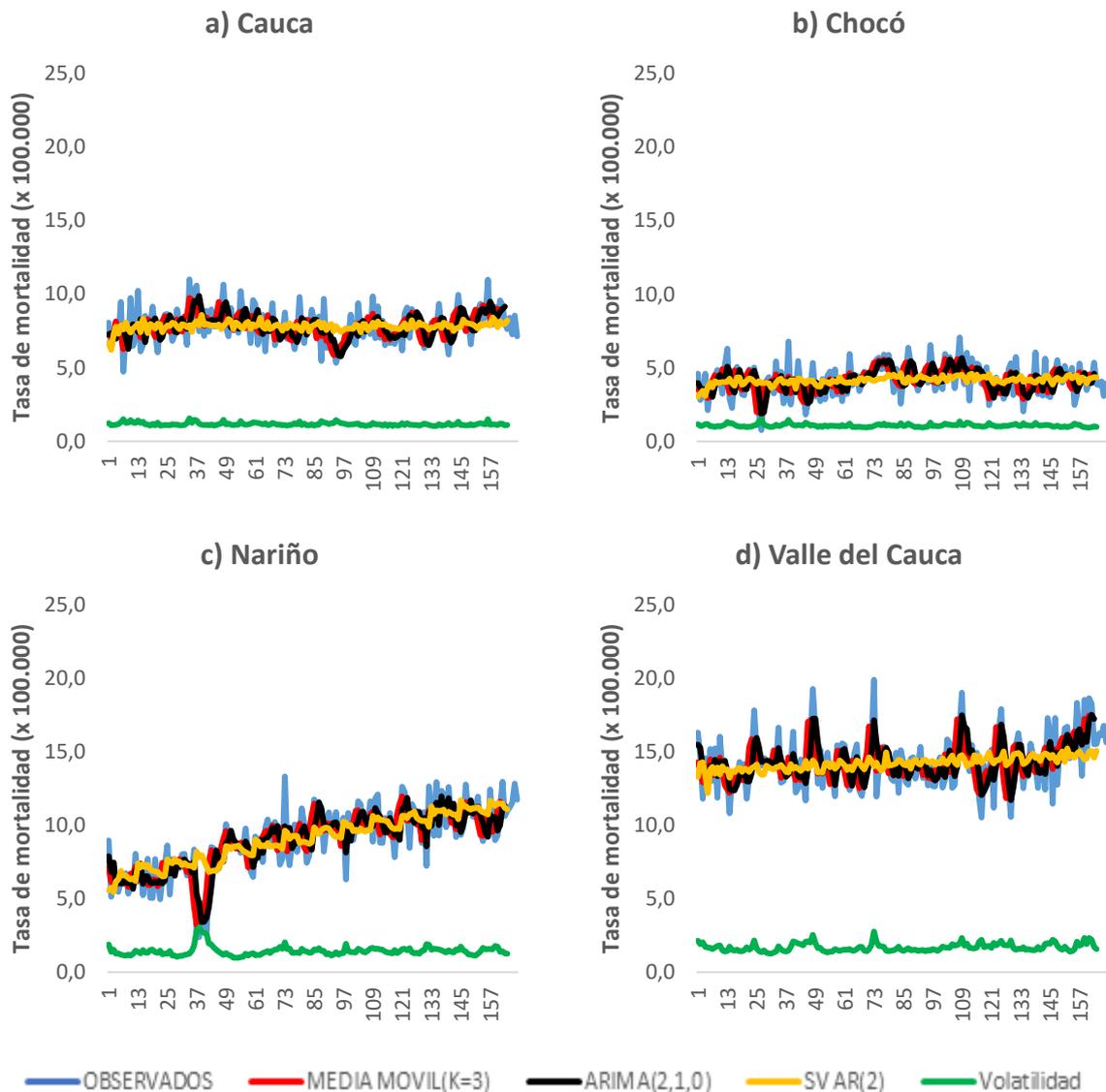
3.3.2.2 Estimación de las volatilidades

En las Figuras 17 a 21 se observan las series temporales observadas; las series estimadas con los modelos de volatilidad estocástica (SV) y los dos modelos tradicionales de series temporales ajustados a los datos (medias móviles y un modelo *ARIMA* (2,1,0); ver sus estimaciones en el Apéndice J); además de la volatilidad estimada por los modelos SV (raíz cuadrada de la varianza). Se observa que el modelo SV *AR*(2) tanto en su promedio como en su volatilidad acompaña muy bien a las series observadas, siendo el modelo que mostró el mejor ajuste, entre los tres modelos evaluados, al presentar los menores valores (en los tres estadísticos de precisión) en 18 de las 20 series de tiempo estudiadas (Tabla 23).

En general, la mayor volatilidad se observó en el departamento de Chocó, principalmente para las tasas de mortalidad por enfermedades transmisibles, neoplasias y causas externas. También llamó la atención la alta volatilidad observada en el departamento de Nariño, para todas las causas de muerte, aproximadamente entre las semanas 36 y 44 (diciembre de 2004 y agosto de 2005).

La Figura 17 muestra las tasas mensuales de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio para los departamentos de la región Pacífico de Colombia durante el periodo de análisis. En el departamento de Nariño se observó la mayor tendencia ascendente de todas las series de tiempo estudiadas (Figura 17c). En el departamento del Valle del Cauca se observaron las mayores tasas mensuales de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio y también una tendencia ascendente (Figura 17d). Por el contrario en Chocó se observaron las tasas de mortalidad más bajas (Figura 17b), y similar al departamento del Cauca (Figura 17a) su tendencia parece mantenerse constante durante el periodo de estudio.

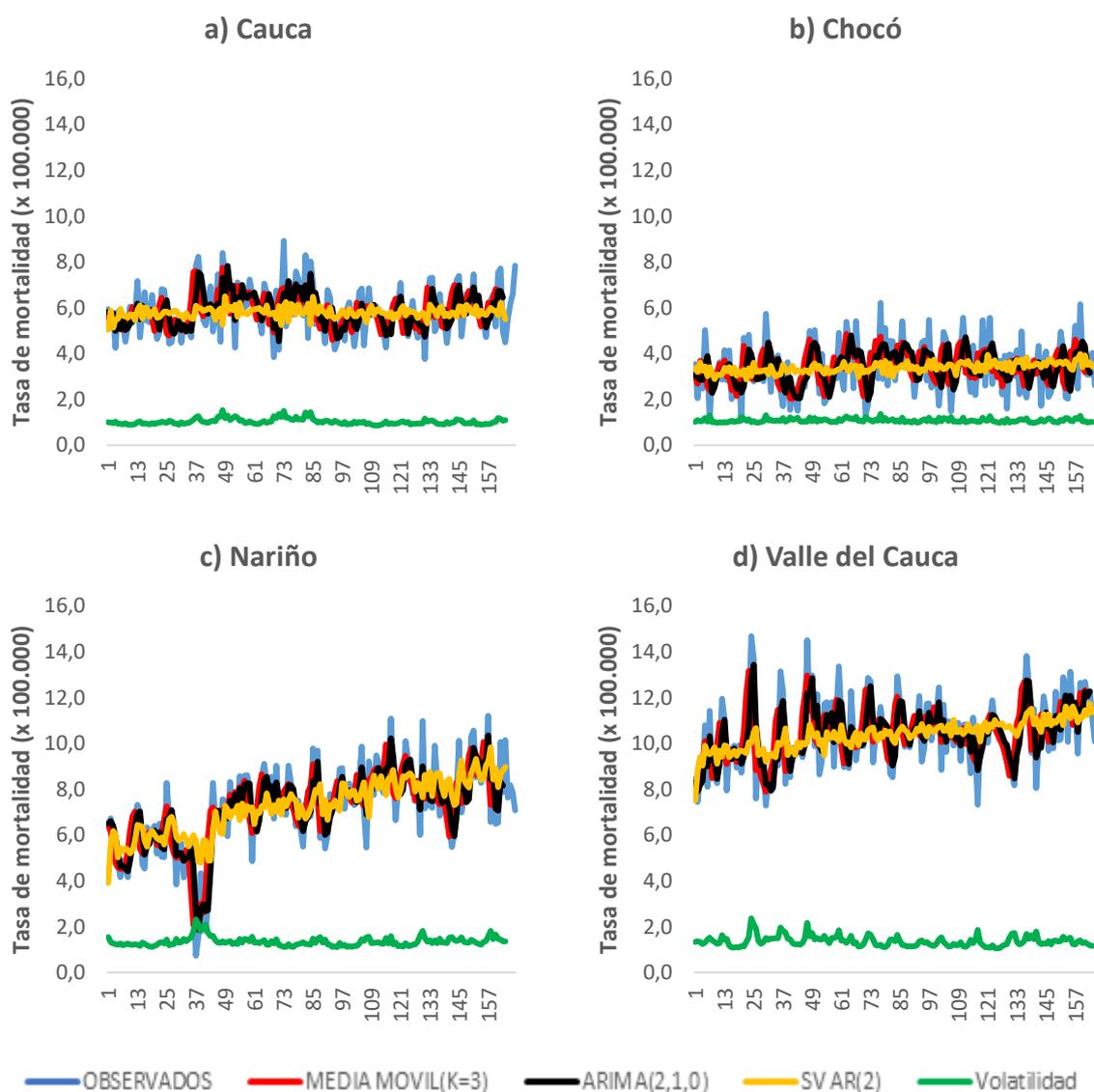
Figura 17. Series de tiempo observadas y estimadas para las enfermedades del sistema circulatorio mediante los modelos de medias móviles con tres rezagos ($k=3$), ARIMA de Box-Jenkins (2,1,0) y modelo de volatilidad estocástica (SV) de segundo orden AR(2) para las volatilidades



Fuente: elaboración propia.

La Figura 18 muestra las tasas mensuales de mortalidad por todas las demás causas para los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca, durante el periodo de estudio. Las mayores tasas de mortalidad por las demás causas se observaron en el Valle del Cauca con una clara tendencia al ascenso (Figura 18d). Esta misma tendencia ascendente se encontró en el departamento de Nariño (Figura 18c). En Cauca el comportamiento de esta serie temporal parece constante (Figura 18a) mientras que en Chocó se percibe una muy leve tendencia al aumento (Figura 18b).

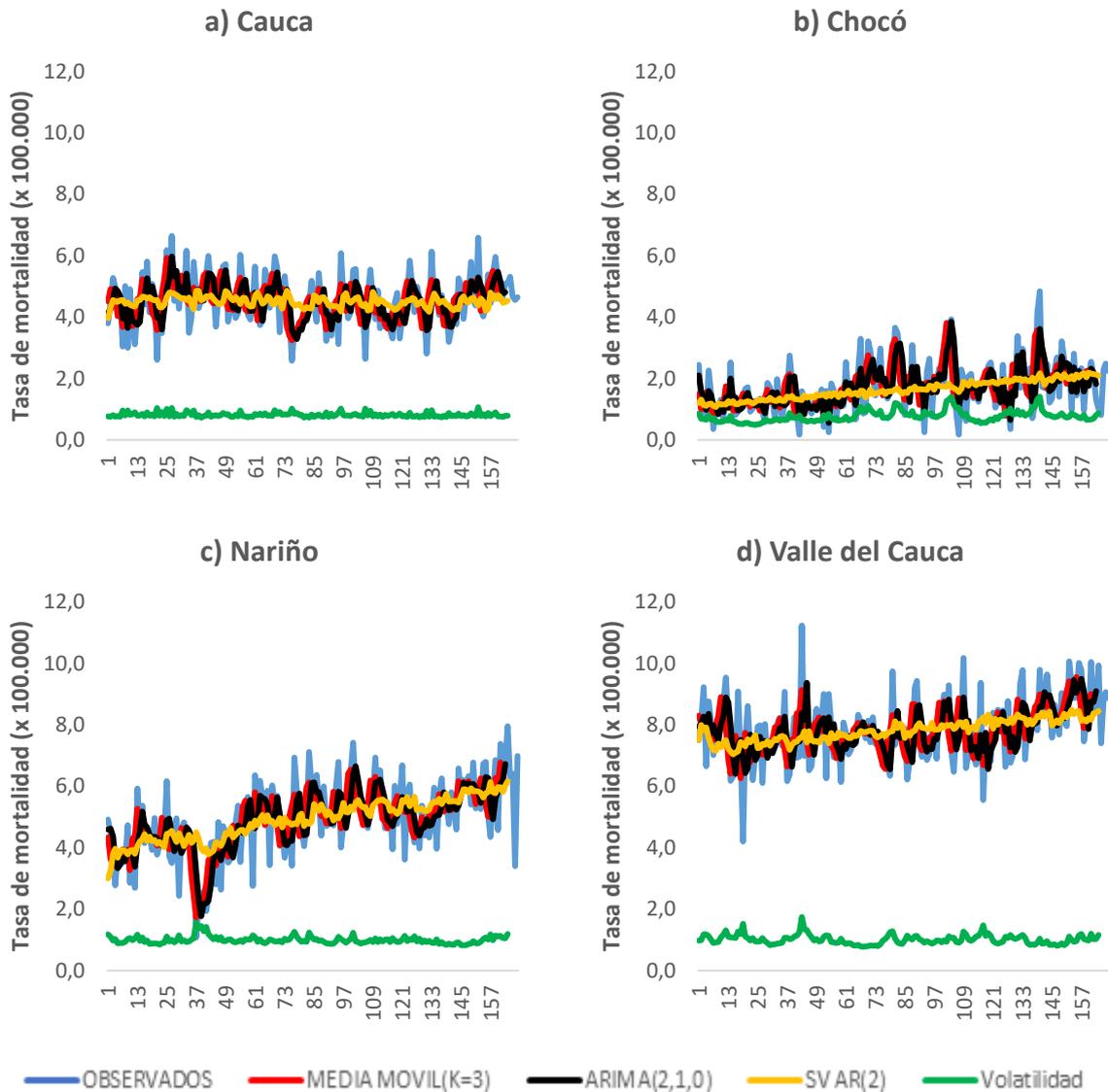
Figura 18. Series de tiempo observadas y estimadas para la mortalidad por todas las demás causas mediante los modelos de medias móviles con tres rezagos ($k=3$), ARIMA de Box-Jenkins (2,1,0) y modelo de volatilidad estocástica (SV) de segundo orden AR(2) para las volatilidades



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 19 se muestran las tasas mensuales de mortalidad por neoplasias o cáncer para los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca durante el periodo enero 2002 a agosto de 2015. Se observa una marcada tendencia ascendente en las tasas de mortalidad por neoplasias en Nariño (Figura 19c), seguida del Valle del Cauca (Figura 19d) y Chocó (Figura 19b). Las mayores tasas se observaron en el Valle del Cauca y las menores en Chocó.

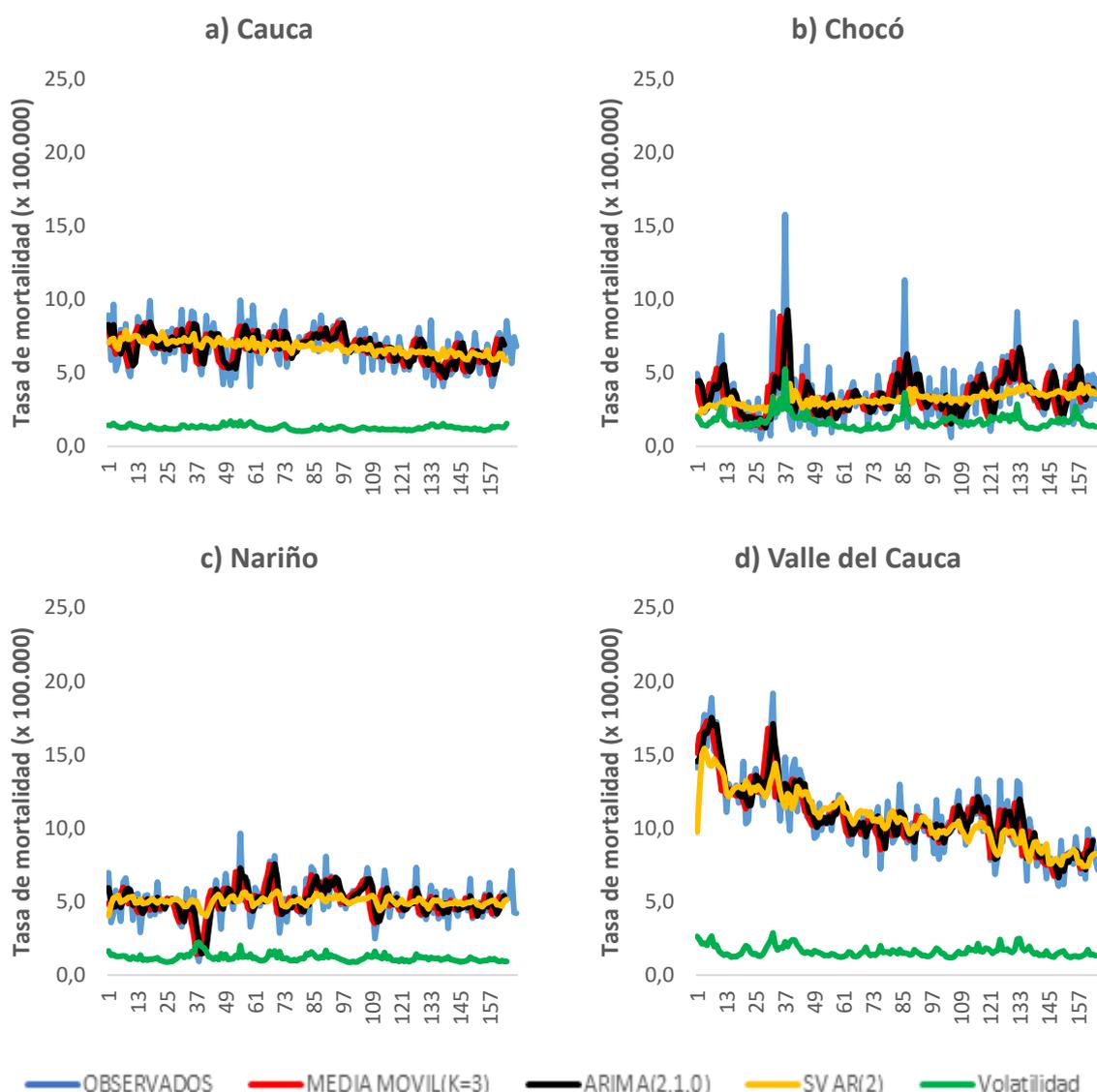
Figura 19. Series de tiempo observadas y estimadas para las neoplasias mediante los modelos de medias móviles con tres rezagos ($k=3$), ARIMA de Box-Jenkins (2,1,0) y modelo de volatilidad estocástica (SV) de segundo orden AR(2) para las volatilidades



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 20 se observan las tasas mensuales de mortalidad por causas externas para cada uno de los departamentos en estudio durante el periodo de enero de 2002 a agosto de 2015. Las tasas de mortalidad más altas se observaron en el Valle del Cauca, siendo también esta serie la que mostró la mayor tendencia al descenso de todas las estudiadas (Figura 20d). Le siguió el departamento de Cauca, donde también es evidente el descenso en la mortalidad por causas externas (Figura 20a). Por otro lado en Nariño la tendencia parece constante (Figura 20c) mientras que en Chocó se observa una ligera tendencia al aumento (Figura 20b).

Figura 20. Series de tiempo observadas y estimadas para las causas externas mediante los modelos de medias móviles con tres rezagos ($k=3$), ARIMA de Box-Jenkins (2,1,0) y modelo de volatilidad estocástica (SV) de segundo orden $AR(2)$ para las volatilidades

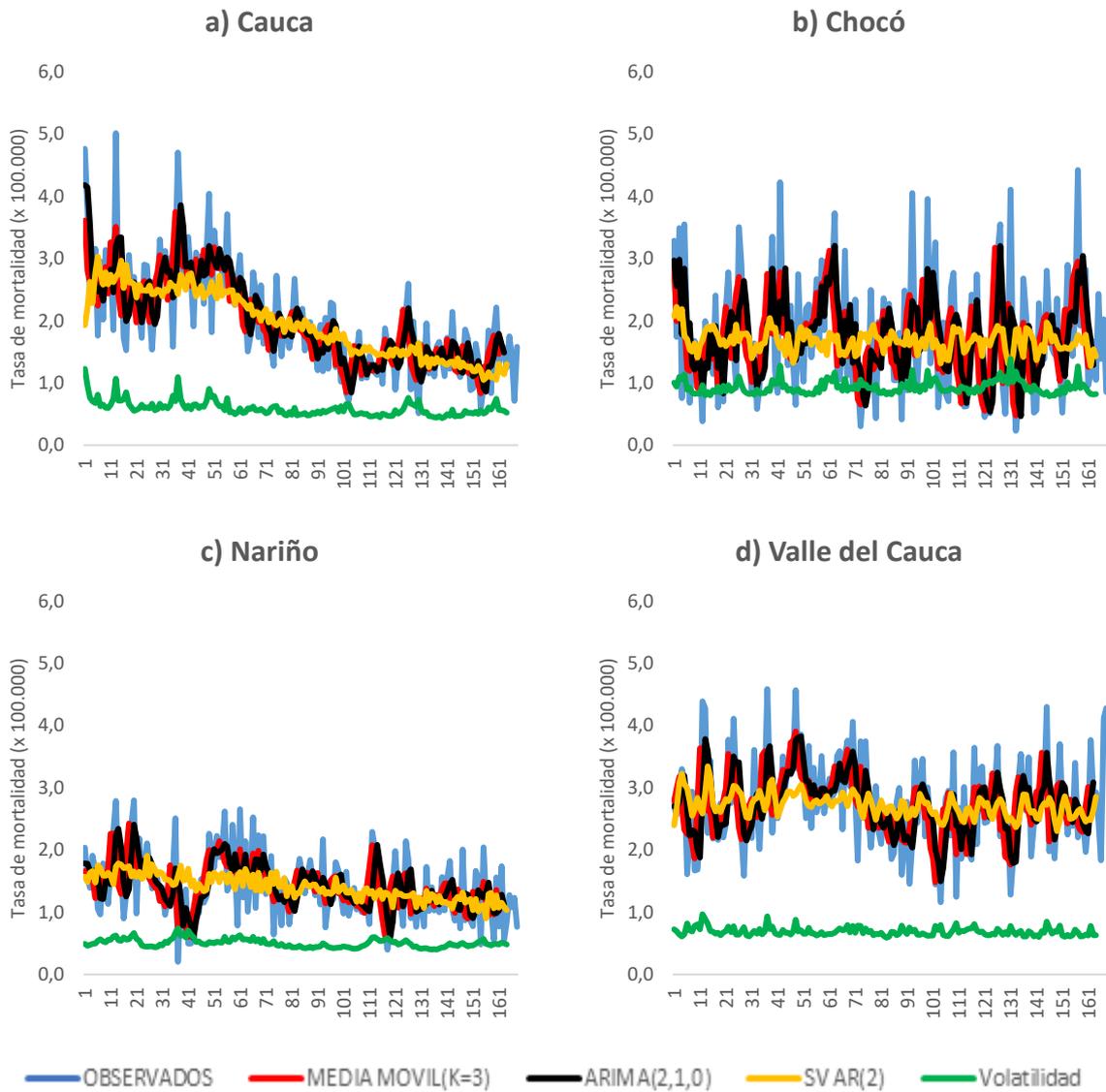


Fuente: elaboración propia.

La Figura 21 muestra las series de tiempo y la volatilidad para las tasas mensuales de mortalidad por enfermedades transmisibles en los cuatro departamentos durante el periodo enero de 2002 a agosto de 2015. Las mayores tasas se observaron en el Valle del Cauca (Figura 21d), mostrando una leve tendencia al descenso durante el periodo de estudio. Se resalta el marcado descenso de las tasas mensuales de mortalidad por enfermedades transmisibles en el Cauca (Figura 21a), aproximadamente después del mes 54 (junio de 2006). En Nariño también es claro el descenso de las tasas de

mortalidad (Figura 21c), mientras que en Chocó se observó mucha variabilidad en las tasas mensuales de mortalidad, y su tendencia parece ser contante (Figura 21b).

Figura 21. Series de tiempo observadas y estimadas para las enfermedades transmisibles mediante los modelos de medias móviles con tres rezagos ($k=3$), ARIMA de Box-Jenkins (2,1,0) y modelo de volatilidad estocástica (SV) de segundo orden $AR(2)$ para las volatilidades



Fuente: elaboración propia.

3.3.2.3 Verificación del ajuste de los modelos

En la Tabla 23 son presentados los valores de las medidas de ajuste MAPE, MAD y MSD (ver Apéndice H) considerando los tres modelos de series temporales ajustados para los datos. Se observa que el modelo de volatilidad estocástica SV tuvo los menores valores de todas las medidas de ajuste (MAPE, MAD y MSD) en el 90% de las series temporales analizadas (18 de 20). Solamente en el grupo de enfermedades del sistema circulatorio y las demás causas de mortalidad (de Nariño), de acuerdo con el MAPE, se encontró un mejor ajuste del modelo *ARIMA (2, 1, 0)*.

De acuerdo con el indicador MAPE, para todas las causas de muerte se encontraron menores valores en el Valle del Cauca (MAPE entre 9,2% y 21,2%), seguido de Cauca (MAPE entre 11,7% y 25,2%), Nariño (MAPE entre 16,2% y 36,4%) y Chocó (MAPE entre 24,7% y 62,7%). En términos de error absoluto (defunciones×100.000) los menores valor del estadístico de ajuste MAD para todas las causas de muerte se encontraron en Cauca (MAD entre 0,451 y 0,996), seguido de Nariño (MAD entre 0,390 y 1,123), Chocó (MAD entre 0,588 y 1,339) y Valle del Cauca (MAD entre 0,523 y 1,314). Este orden coincide con el MSD por su estrecha relación con el MAD (ver Apéndice H).

3.3.3 Verificación de los modelos en términos de pronóstico de observaciones futuras

La construcción de los modelos de series de tiempo se hizo con 164 observaciones y se reservaron 4 para la validación de los modelos. La Tabla 24 muestra los resultados del proceso de validación con datos diferentes a la construcción del modelo, donde en la mitad de las series (50% o 10 series) el menor ajuste de las medidas de ajuste (MAPE, MAD y MSD) lo presentó el modelo SV, en el 30% (6 series) fue el modelo de media móvil y en el 20% (4 series) el modelo *ARIMA (2, 1, 0)*. Esto indica que en términos de predicciones futuras los modelos de volatilidad estocástica también presentaron los mejores resultados.

Tabla 23. Medidas de ajuste para los modelos de medias móviles con tres rezagos (k=3), ARIMA de Box-Jenkins (2,1,0) y modelo de volatilidad estocástica (SV) de segundo orden AR(2) para las volatilidades (usando datos de n=164 meses)

Departamento	Modelo	Medida de ajuste	Sistema circulatorio	Demás	Neoplasias	Causa externa	Transmisibles
Cauca	MM (k=3)	MAPE (%)	13,037	16,793	16,922	17,335	29,0279
		MAD	1,0068	0,9540	0,7344	1,1049	0,5108
		MSD	1,5655	1,3086	0,8363	1,9958	0,4109
	ARIMA (2,1,0)	MAPE (%)	12,867	16,171	16,799	17,482	29,1212
		MAD	0,9932	0,9167	0,7299	1,1175	0,5149
		MSD	1,5077	1,2656	0,8297	2,0287	0,4231
	SV AR(2)	MAPE (%)	11,747	14,187	14,763	15,759	25,2483
		MAD	0,9034	0,8161	0,6348	0,9960	0,4514
		MSD	1,2862	1,0083	0,6362	1,5456	0,3812
Choco	MM (k=3)	MAPE (%)	27,874	35,246	66,663	60,815	71,140
		MAD	0,9914	1,0217	0,7084	1,5910	0,8444
		MSD	1,5100	1,5144	0,8322	4,8476	1,0967
	ARIMA (2,1,0)	MAPE (%)	27,776	35,039	65,241	59,351	69,626
		MAD	0,9906	1,0059	0,7027	1,5738	0,8445
		MSD	1,4936	1,4761	0,7996	4,7343	1,0874
	SV AR(2)	MAPE (%)	24,678	29,676	54,306	49,687	62,672
		MAD	0,8545	0,8357	0,5883	1,3390	0,7245
		MSD	1,1210	1,0922	0,6216	3,8579	0,8399
Nariño	MM (k=3)	MAPE (%)	15,769	20,292	19,614	23,678	40,433
		MAD	1,2370	1,1315	0,8395	1,0099	0,4393
		MSD	2,5478	2,1571	1,0732	1,7209	0,3021
	ARIMA (2,1,0)	MAPE (%)	15,585	19,249	19,468	23,505	39,812
		MAD	1,2211	1,0937	0,8331	1,0035	0,4348
		MSD	2,5146	2,0647	1,0581	1,7196	0,2968
	SV AR(2)	MAPE (%)	16,150	21,062	19,372	23,372	36,442
		MAD	1,1230	1,0320	0,7721	0,9206	0,3901
		MSD	2,2387	1,8289	0,9571	1,4994	0,2361
Valle del Cauca	MM (k=3)	MAPE (%)	11,216	12,098	11,289	13,098	23,330
		MAD	1,5951	1,2428	0,8586	1,3633	0,5882
		MSD	3,7606	2,6030	1,2974	2,9725	0,5622
	ARIMA (2,1,0)	MAPE (%)	11,235	11,775	11,260	13,035	23,173
		MAD	1,5919	1,2051	0,8588	1,3613	0,5854
		MSD	3,7484	2,4955	1,2851	2,9295	0,5533
	SV AR(2)	MAPE (%)	9,209	10,271	10,163	11,644	21,159
		MAD	1,3136	1,0579	0,7763	1,2596	0,5233
		MSD	2,8701	1,8898	0,9941	2,7359	0,4413

Fuente: elaboración propia.

MAPE: Media de Error Porcentual Absoluto; MAD: Desvío Absoluto Medio; MSD: Desvío Medio al Cuadrado; Celdas en gris indican el mínimo de cada medida de ajuste entre MM (k=3), ARIMA (2,1,0) y SV AR(2) para cada departamento y grupo de causa de muerte

Tabla 24. Validación de los tres modelos para las series de tiempo de mortalidad por causas específicas en la Región Pacífico de Colombia, para los últimos 4 meses del periodo de estudio (165 a 168 correspondiente a los meses de septiembre a diciembre de 2015), en términos de pronósticos para observaciones futuras

Grupo	Departamento	Mes	Dato observado	Dato pronosticado		
				Media móvil	ARIMA (2,1,0)	SV AR(2)
Sistema circulatorio	Cauca	165	8,384	8,294	8,408	7,920
		166	7,259	8,294	7,917	7,792
		167	8,543	8,294	8,023	7,823
		168	7,129	8,294	8,122	7,788
			MAPE	8,65	7,34	7,64
			MAD	0,635	0,549	0,594
			MSD	0,625	0,422	0,363
	Chocó	165	3,816	4,494	4,525	4,309
		166	4,086	4,494	4,511	4,259
		167	3,097	4,494	4,350	4,511
		168	3,945	4,494	4,456	4,486
			MAPE	21,68	20,59	19,13
			MAD	0,758	0,724	0,655
			MSD	0,719	0,628	0,641
	Nariño	165	11,211	11,507	11,648	11,318
		166	11,521	11,507	11,117	11,335
		167	12,821	11,507	11,164	11,279
		168	11,721	11,507	11,339	11,059
			MAPE	3,71	5,90	5,06
			MAD	0,459	0,720	0,624
			MSD	0,465	0,811	0,715
Valle del Cauca	165	16,227	16,421	16,161	14,389	
	166	16,096	16,421	15,773	14,871	
	167	16,753	16,421	15,848	15,128	
	168	15,621	16,421	15,896	14,985	
		MAPE	2,58	2,40	8,18	
		MAD	0,413	0,393	1,331	
		MSD	0,224	0,251	1,982	

Continua

Grupo	Departamento	Mes	Dato observado	Dato pronosticado		
				Media móvil	ARIMA (2,1,0)	SV AR(2)
Demás causas	Cauca	165	5,479	5,729	5,796	5,832
		166	6,160	5,729	5,240	5,969
		167	6,598	5,729	5,065	5,646
		168	7,842	5,729	5,372	5,559
			MAPE	12,92	18,86	13,27
			MAD	0,916	1,310	0,945
			MSD	1,367	2,349	1,570
	Chocó	165	2,602	3,396	3,335	3,497
		166	3,942	3,396	3,588	3,623
		167	4,425	3,396	3,592	3,519
		168	4,690	3,396	3,521	3,522
			MAPE	23,81	20,23	21,97
			MAD	0,916	0,773	0,822
			MSD	0,916	0,681	0,772
	Nariño	165	7,636	9,363	9,518	9,151
		166	8,189	9,363	9,313	8,602
		167	7,858	9,363	9,556	9,016
		168	7,083	9,363	9,482	8,541
			MAPE	22,07	23,46	15,05
		MAD	1,671	1,776	1,136	
		MSD	2,955	3,362	1,484	
Valle del Cauca	165	10,087	11,784	11,618	11,467	
	166	10,582	11,784	11,591	11,291	
	167	14,912	11,784	11,490	11,455	
	168	10,111	11,784	11,546	11,361	
		MAPE	16,43	15,46	13,98	
		MAD	1,925	1,849	1,699	
		MSD	4,228	4,283	3,980	
Neoplasias	Cauca	165	5,317	4,950	4,969	4,490
		166	4,671	4,950	5,044	4,365
		167	4,553	4,950	5,035	4,296
		168	4,649	4,950	5,019	4,293
			MAPE	7,01	8,26	8,85
			MAD	0,336	0,393	0,437
			MSD	0,115	0,157	0,243
	Chocó	165	0,810	1,474	1,386	2,131
		166	2,299	1,474	1,293	2,213
		167	2,489	1,474	1,223	2,178
		168	2,245	1,474	1,284	2,161
			MAPE	48,22	52,11	45,72
			MAD	0,819	0,952	0,450
			MSD	0,686	0,967	0,464

Continua

Grupo	Departamento	Mes	Dato observado	Dato pronosticado		
				Media móvil	ARIMA (2,1,0)	SV AR(2)
	Nariño	165	6,257	6,971	6,926	6,000
		166	6,403	6,971	7,279	6,262
		167	3,402	6,971	7,338	6,014
		168	6,980	6,971	7,189	5,908
			MAPE	31,32	35,76	24,60
			MAD	1,215	1,422	1,020
			MSD	3,391	4,187	2,014
	Valle del Cauca	165	7,400	8,964	8,956	8,500
		166	8,816	8,964	9,094	8,325
		167	9,064	8,964	9,378	8,494
		168	8,864	8,964	9,137	8,493
			MAPE	6,26	7,68	7,73
			MAD	0,478	0,605	0,633
			MSD	0,622	0,668	0,479
	Externa	Cauca	165	6,965	7,177	7,228
166			5,642	7,177	7,271	6,366
167			7,459	7,177	7,695	6,123
168			6,808	7,177	7,406	6,144
			MAPE	9,86	11,15	12,74
			MAD	0,599	0,681	0,863
			MSD	0,654	0,784	0,820
Chocó		165	4,633	3,627	3,819	3,834
		166	2,838	3,627	3,870	3,621
		167	5,425	3,627	3,660	3,750
		168	3,253	3,627	3,798	3,700
			MAPE	23,54	25,81	22,36
			MAD	0,992	1,039	0,926
			MSD	1,252	1,286	1,065
Nariño		165	5,284	5,409	5,372	5,091
	166	7,104	5,409	5,318	4,988	
	167	4,260	5,409	5,298	4,892	
	168	4,212	5,409	5,323	4,869	
		MAPE	20,40	19,38	15,97	
		MAD	1,041	1,005	0,900	
		MSD	1,410	1,377	1,336	
Valle del Cauca	165	7,142	8,483	8,426	7,962	
	166	7,110	8,483	8,472	7,856	
	167	7,107	8,483	8,291	7,877	
	168	9,104	8,483	8,384	8,009	
		MAPE	16,07	15,43	11,21	
		MAD	1,178	1,137	0,858	
		MSD	1,491	1,356	0,755	

Continua

Conclusión

Grupo	Departamento	Mes	Dato observado	Dato pronosticado			
				Media móvil	ARIMA (2,1,0)	SV AR(2)	
Transmisibles	Cauca	165	1,752	1,458	1,456	1,171	
		166	1,397	1,458	1,401	1,102	
		167	0,713	1,458	1,382	1,108	
		168	1,580	1,458	1,409	1,053	
			MAPE	33,34	30,47	35,75	
			MAD	0,306	0,285	0,449	
			MSD	0,165	0,141	0,215	
		Chocó	165	2,431	1,290	1,239	1,432
	166		1,386	1,290	1,345	1,637	
	167		2,024	1,290	1,215	1,552	
	168		0,855	1,290	1,255	1,500	
			MAPE	35,24	34,69	39,48	
			MAD	0,602	0,611	0,592	
			MSD	0,510	0,560	0,425	
		Nariño	165	1,278	1,043	1,007	1,109
	166		1,079	1,043	0,792	0,914	
	167		1,232	1,043	0,894	1,106	
	168		0,763	1,043	0,888	0,927	
			MAPE	18,43	22,89	15,05	
			MAD	0,185	0,255	0,156	
			MSD	0,043	0,071	0,025	
	Valle del Cauca	165	2,465	3,178	3,114	2,749	
166		1,835	3,178	2,971	2,553		
167		4,117	3,178	3,014	2,544		
168		4,278	3,178	3,024	2,540		
		MAPE	37,66	36,08	32,37		
		MAD	1,024	1,036	1,078		
		MSD	1,101	1,125	1,523		

Fuente: elaboración propia.

MAPE: Media de Error Porcentual Absoluto; MAD: Desvío Absoluto Medio; MSD: Desvío Medio al Cuadrado; Celdas en gris indican el mínimo de cada fila de ajuste entre MM (k=3), ARIMA (2,1,0) y SV AR(2)

3.3.4 Análisis de los residuales

A partir de análisis gráficos de los residuales del modelo de la ecuación (1) se validaron los supuestos del modelo. Se comprobó que ϵ_t era una serie de ruido blanco con sus términos distribuidos normal con media cero, varianza constante y no correlacionados. Por cuestión de espacio no se incluyeron estos resultados en el documento.

3.4 DISCUSIÓN DEL CAPITULO

En este estudio se analizaron las tasas estandarizadas anuales de mortalidad (general y específica) y las tasas crudas mensuales de mortalidad específica por enfermedades transmisibles, neoplasias (tumores), enfermedades del sistema circulatorio, causas externas y todas las demás enfermedades, en los departamentos de la región Pacífico de Colombia (Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca), durante el periodo enero de 2002 a diciembre de 2015. Se propuso el uso de un nuevo modelo de volatilidad estocástica (SV) para el análisis de series epidemiológicas de mortalidad y se comparó su desempeño con metodologías tradicionales de análisis de series de tiempo como son modelos ARIMA de Box-Jenkins y medias móviles.

Previo al inicio de la discusión, se reconoce que el estudio de la mortalidad (general y la específica por las cinco grandes causas que usamos en este capítulo) es un tema muy amplio y complejo, debido a que la mortalidad es un fenómeno multifactorial. El alcance de este estudio solo permitió mostrar un panorama global de la mortalidad y sus tendencias en los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia. La discusión que se presenta a continuación no pretende ser exhaustiva, por la complejidad del tema en estudio, y porque reconocemos que una grande limitación de este estudio fue realizar análisis globales, y no discriminados por sexo o edad que son variables diferenciales en el riesgo de morir, o por causas específicas de muerte más detalladas.

No obstante, creemos que la mayor fortaleza de este estudio es de tipo metodológico donde se propone un nuevo modelo de volatilidad estocástica (SV) para el análisis de series epidemiológicas que posteriormente podría usarse para análisis más detallados de la mortalidad (por causas, por sexo, por edad, por región, etc.). Además, también reconocemos que las tendencias globales son importantes porque permiten obtener una visión general del fenómeno mortalidad, además de generar insumos para futuras investigaciones en la región Pacífico, donde se encontraron pocos estudios del tema, incluso al nivel global.

3.4.1 Mortalidad general

Las tasas estandarizadas de mortalidad general mostraron una tendencia al descenso entre los años 2002 al 2015 en tres de los cuatro departamentos en estudio, siendo Chocó el único que mostró un leve aumento (Tabla 17). Esta tendencia coincide con varios estudios y reportes para Colombia donde en general se ha observado un descenso de la mortalidad y un aumento de la esperanza de vida en las últimas décadas (10). Un análisis por regiones de la mortalidad en Colombia para el periodo 2005-2010 reportó un descenso de la mortalidad general en la región Pacífico (43). En Colombia se observó una reducción del 15% en la mortalidad general durante el periodo 2005-2014, al bajar las tasas ajustadas de mortalidad general de 5,25 a 4,44 por cada 1.000 habitantes (16). El comportamiento descendente de la mortalidad

general percibido en nuestro estudio es coherente con la tendencia en América Latina y Colombia (10), principalmente por los avances en el campo de la medicina y salud pública, mejores condiciones de vida y acceso a atención en salud (4,10,16), entre otros. Además, el descenso de la mortalidad general también es coherente con el aumento en la esperanza de vida y la disminución de la mortalidad materna, neonatal, infantil y de la niñez en los últimos años (16,43,112).

Aunque nosotros presentamos las tasas anuales estandarizadas por edad para la mortalidad general y específicas (Tabla 17 y Apéndice I), el análisis de las series de tiempo mensuales fue realizado con las tasas crudas de mortalidad. Esta es la razón por la cual algunas de las tendencias encontradas, y que serán discutidas a lo largo de esta sección, muestran ciertas diferencias. No obstante, la explicación de este fenómeno se debe a las diferentes estructuras etarias entre Colombia y los departamentos, que se ven reflejadas al momento del ajuste de las tasas.

En general, se encontraron tendencias ascendentes en las tasas de mortalidad por neoplasias en los cuatro departamentos; al igual que en el grupo de enfermedades del sistema circulatorio y demás causas en Cauca, Nariño y Valle del Cauca (Tabla 17). Estas tres grandes causas de muerte pertenecen a las llamadas ENT, que está conformada por las enfermedades del sistema circulatorio (o enfermedades cardiovasculares), las neoplasias (o tumores) y las dos principales causas del grupo “demás causas” que son las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores y diabetes mellitus. Es reconocido que las ENT son la principal causa de mortalidad en el mundo (113) y muestran una tendencia creciente, al haber sido responsables del 60,2% de las muertes en el mundo en el año 2000 y aumentando a 70,1% en 2015 (114).

3.4.2 Enfermedades del sistema circulatorio

Nosotros encontramos que en todos los departamentos de la región pacífico de Colombia la principal causa de muerte fueron las enfermedades del sistema circulatorio (Tabla 18). Este resultado es consistente con el patrón de mortalidad de América Latina (115) y Colombia, donde las enfermedades del sistema circulatorio son responsables de la mayor carga de mortalidad (16,44,57), adquiriendo una gran importancia en el campo de la salud pública por su carga humana, económica y social (57,116,117). Un análisis nacional de la mortalidad regional en Colombia durante un periodo de tres años (2008-2010) también reportó a las enfermedades del sistema circulatorio como la principal causa de muerte en la población de la región Pacífico, siendo además la segunda causa de mortalidad en los hombres (después de las causas externas) y la primera causa en mujeres (43).

Las tasas de mortalidad más altas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio se observaron en el Valle del Cauca. Esta tendencia se apreció también en la década de los 90's según un estudio del Instituto Nacional de Salud (INS) donde

el Valle del Cauca fue el departamento con la mayor tasa promedio de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en Colombia para el periodo 1990-2001 ($132,41 \times 100.000$) (116). En ese mismo estudio Chocó ($57,42 \times 100.000$) y Nariño ($47,65 \times 100.000$) estuvieron entre los departamentos con las tasas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares más bajas de Colombia, como se observó en nuestro estudio al inicio del periodo de estudio (año 2002) (Tabla 17). En nuestro estudio observamos, en una misma región, heterogeneidad en los perfiles de mortalidad de los cuatro departamentos. Para las tasas anuales ajustadas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio durante el periodo 2002-2015 se encontró una tendencia ascendente en Cauca y Nariño, estable en el Valle del Cauca y descendente en Chocó (Tabla 17). Por otro lado, el análisis de series de tiempo identificó tendencias mensuales ascendentes y significativas principalmente para Nariño (mayor incremento observado), aunque también para el Valle del Cauca (Tabla 18). Esta contradicción en las tendencias del Valle del Cauca (estable para las tasas ajustadas y ascendente para las tasas crudas) puede ser explicada por diferentes estructuras etarias entre Colombia y el Valle del Cauca, al momento del ajuste de tasas, como se mencionó anteriormente.

Aunque la tendencia de la mortalidad general se encuentra en descenso, la disminución relativa de las causas específicas de muerte no es homogénea. En general, las enfermedades del sistema circulatorio han aumentado su participación como causa de muerte tanto en la Región de las Américas (118) como en Colombia, reconociéndose hoy día como la primera causa de mortalidad en el mundo (57). Un estudio sobre la situación de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en seis regiones de Colombia para el periodo 1996-2005 encontró que la participación de este grupo en la mortalidad total nacional pasó del 22,1% a 23,1% en hombres y de 21,1% a 30,1% en mujeres. Además, tanto en Colombia como en la región Pacífico se observó un incremento en la mortalidad proporcional y un descenso en las tasas ajustadas de mortalidad (119).

En Colombia son varios los estudios que han reportado tendencias estables o en descenso de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio. Nosotros encontramos que el estudio descriptivo del INS analizó las tasas de mortalidad de las principales enfermedades crónicas no transmisibles en Colombia para el periodo 1990-2001 (116). En el grupo de enfermedades del sistema circulatorio se incluyeron cuatro de las enfermedades más importantes: isquémicas del corazón, cerebrovasculares, hipertensivas e insuficiencia cardiaca. Se encontró para Colombia un leve descenso (-3,9%) en las tasas globales de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, las cuales pasaron de 108,0 en 1990 a 103,8 en 2001 por 100.000 personas, que fue explicado por una caída fuerte en la mortalidad por insuficiencia cardiaca y una más ligera en la mortalidad por enfermedades hipertensivas (44).

En el estudio sobre mortalidad y distribución de las principales enfermedades cardiovasculares de origen aterosclerótico (enfermedades isquémicas del corazón,

enfermedades cerebrovasculares, enfermedades hipertensivas e insuficiencia cardiaca) en Colombia para el periodo 1990-2001 se encontró un descenso importante de las enfermedades hipertensivas y la insuficiencia cardiaca. A nivel departamental también descendieron las enfermedades hipertensivas en Cauca y Valle del Cauca, al igual que la insuficiencia cardiaca en los cuatro departamentos (44).

Un estudio que analizó la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en cada una de las 6 regiones de Colombia también mostró descensos en las tasas de mortalidad del grupo enfermedades cardiovasculares durante el periodo 1996-2005 tanto para Colombia como para la región del Pacífico. En este mismo estudio la mortalidad por enfermedades hipertensivas (hombres y mujeres) disminuyeron lentamente, las enfermedades cerebrovasculares (hombres y mujeres) descendieron y la tasa de mortalidad por insuficiencia cardiaca se redujo un 50% (119).

Otro estudio nacional que describió los patrones de tendencias y distribución espacial de la mortalidad debida a enfermedades cardiovasculares en personas menores de 75 años durante el periodo 1998-2011 también mostró un descenso en la mortalidad de Colombia, y de los cuatro departamentos de la región Pacífico, tanto con las tasas crudas de mortalidad como las ajustadas. Entre los años 1998 y 2011 las tasas ajustadas descendieron así: en Chocó de 45,8 a 43,0; en Cauca de 48,2 a 34,3; en Nariño de 29,3 a 28,5; y en Valle del Cauca de 68,3 a 45,1(120).

Un análisis de las causas de mortalidad en Colombia para el periodo 2005-2014 mostró una tendencia decreciente en la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio (16). Igualmente un análisis por regiones de Colombia para el periodo 2008-2010 reportó una tendencia estable de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio para la región Pacífico durante esos tres años (43). El último estudio encontrado analizó las ENT en Colombia para el periodo 2008-2012 y reportó tendencias estables de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio para Colombia (57).

Pese al patrón general de tendencias estables o en descenso de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio, pensamos que estos patrones podrían variar al realizar análisis a una menor escala. Se reconoce que los promedios, como un todo, esconden particularidades que solo se perciben a niveles de análisis más detallados. El nivel de alcance de nuestro estudio solo permitió observar la tendencia general del grupo de enfermedades del sistema circulatorio en cada uno de los cuatro departamentos. No obstante, reconocemos que existen diferentes patrones que solo podrían percibirse al momento de realizar análisis más específicos, por ejemplo, por causa de enfermedad, por sexo, por edad, por municipios, entre otros.

Un ejemplo de ello es el estudio del INS (116) que reportó un descenso en las tasas ajustadas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en Colombia para el periodo 1990-2001 (de 108,0 a 103,8×100.000), pero que también encontró

incrementos a nivel departamental. En este periodo las tasas ajustadas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio ($\times 100.000$) aumentaron para Cauca (de 73,2 a 84,3), Chocó (de 52,5 a 81,4) y Nariño (de 46,8 a 51,3); y se mantuvieron estables para el Valle del Cauca (de 126,9 a 125,1).

En este mismo periodo (1990-2001), en contraste con el descenso de las tasas ajustadas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, se observaron notables incrementos en la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón y enfermedades cerebrovasculares, tanto en Colombia como en los cuatro departamentos de la región Pacífico (44). Otros estudios también reportaron incrementos en las tasas de mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón en Colombia, para el periodo 1998-2010, al pasar de 52 a 64 por 100.000 personas (112); en las tasas de mortalidad de la Región Pacífico para el periodo 1996-2005 tanto en hombres como en mujeres (119); y en las probabilidades de fallecer en Colombia para el periodo 2000-2012 y en la región Pacífico durante el periodo 1990-2012 (10).

Además, algunos análisis por sexo encontraron una tendencia ascendente en las tasas de mortalidad ajustada para las enfermedades isquémicas del corazón y enfermedades cerebrovasculares siendo mayor en hombres que en mujeres; y el análisis por edad también encontró una tendencia ascendente pero solo en el grupo de las edades más avanzadas, como era de esperarse (44).

Indudablemente la magnitud en la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio ha aumentado en Colombia desde la década del 90. En el estudio de mortalidad por enfermedades crónicas no transmisibles en Colombia para el periodo 1990-2001 las tasas ajustadas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares descendieron de 108,0 en 1990 a 103,8 en 2001 (116). Siete años después, el estudio de la mortalidad por enfermedades no transmisibles en Colombia 2008-2012 reportó unas tasas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares casi estables en ese periodo al pasar de 132 a 131 durante el periodo de estudio (57). El incremento en la magnitud de las tasas ajustadas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en estos dos estudios muestra una tendencia ascendente en Colombia.

A nivel departamental no se encontraron muchas cifras de comparación. La tendencia ascendente de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio se observa incluso si se compararan las tasas por departamento del periodo 1990-2001 (116) con las de nuestro estudio (año 2015 de la Tabla 17). Las tasas de mortalidad ajustadas para las enfermedades cardiovasculares ($\times 100.000$) fueron, respectivamente para los años 1990, 2001 y 2015, en Chocó (52,52; 81,36; 67,4); en Cauca (73,17; 84,73; 109,8); en Nariño (46,81; 51,32; 108,7); y en Valle del Cauca (126,95; 125,14; 156,8).

Las tendencias ascendentes de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio encontradas en Cauca, Nariño y Valle del Cauca no han sido reportadas previamente para el periodo 2002-2015. Nosotros creemos que las tendencias de

mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio pueden estar estables o en descenso para Chocó, y pueden estar en aumento en los otros departamentos (Cauca, Nariño y Valle del Cauca). Las posibles explicaciones de esta tendencia ascendente será discutida posteriormente junto con las neoplasias y algunas enfermedades del grupo “demás causas” que hacen parte del grupo de ENT y que comparten factores de riesgo (116).

3.4.3 Neoplasias

Uno de los hallazgos más importantes de este estudio fue la tendencia ascendente de la mortalidad por neoplasias en los cuatro departamentos durante el periodo de estudio (Tabla 17), siendo el ascenso significativo para los departamentos de Chocó, Nariño y Valle del Cauca (Tabla 20). Similar a las enfermedades crónicas no transmisibles, y como se mencionó para las enfermedades del sistema circulatorio, el cáncer ha mostrado una tendencia ascendente en su participación de la mortalidad relativa en Colombia.

Un estudio que analizó los indicadores de Salud en Colombia a partir de las estadísticas vitales del DANE reportó un crecimiento gradual y constante de la mortalidad proporcional por cáncer al pasar de 3,9% en 1960 al 21% en 2012 (112). De igual forma, otro estudio realizó un análisis de la mortalidad por causas de muerte a partir de tablas de vida encontrando que las neoplasias presentaron un aumento en la participación de la mortalidad en Colombia entre los años 1990 y 2012 al aumentar en mujeres del 17,0% al 22,1%, y en hombres del 10,5% al 16,2%, respectivamente (10).

Se encontraron algunos estudios que reportaron aumento en las tasas de mortalidad por cáncer. Una leve tendencia ascendente de la mortalidad por cáncer fue reportada para la región Pacífico durante el periodo 2008-2010, el cual fue más evidente en el grupo de las mujeres (43). El análisis de la mortalidad en Colombia para el periodo 2005-2014 reportó que las neoplasias fueron la tercera causa de muerte en ese periodo mostrando una tendencia ascendente y causando el 18,0% del total de muertes (16).

Según proyecciones de incidencia de cáncer en Colombia (2012-2035), tanto en hombres como en mujeres, su tendencia es ascendente, tanto en la población general como en mayores y menores de 65 años (70). Un estudio del 2016 para Colombia sobre factores de riesgo asociados a la mortalidad por enfermedades no transmisibles (enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes y enfermedades respiratorias crónicas) reportó una tendencia ascendente de la mortalidad por neoplasias (tumores) durante el periodo 2008 al 2012 en Colombia, pasando de 76 a 80 (tasa por 100.000 habitantes) (57).

La tendencia ascendente de la mortalidad por cáncer podría ser una continuación de la reportada para el periodo 1990-2001 en Colombia en un estudio que analizó las enfermedades no transmisibles y que reportó una tendencia ascendente de la mortalidad por tumores al pasar de 57,9 a 65,4 entre 1990 y 2001 (116). Además, se reportó que las tasas se incrementaron fuertemente en los adultos mayores de 65 años. En este mismo estudio el Valle del Cauca estuvo entre los departamentos de Colombia con las tasas de mortalidad por neoplasias más altas (74,90×100.000) y Chocó entre los departamentos con las tasas de mortalidad más bajas (22,74×100.000). Además, durante el periodo 1990-2001 las tasas de mortalidad por tumores (×100.000) aumentaron en los cuatro departamentos de la Región Pacífico de Colombia; en el Cauca pasó de 48,0 a 52,2; en Chocó de 17,3 a 28,9; en Nariño de 32,3 a 37,7; y en el Valle del Cauca de 63,1 a 83,3.

Varios estudios locales usaron la información del Registro Poblacional de Cáncer de Cali y la Secretaria de Salud Municipal de Cali, en el departamento del Valle del Cauca, reportando tasas de mortalidad para algunos tipos de cáncer. El primer estudio analizó la tendencia del cáncer de mama para la incidencia (1962-2012) y la mortalidad (1984-2012) (27). Se observó un aumento en la tasa de incidencia estandarizada (×100.000) de 27,1 en 1962 a 48,0 en 2007, además una tendencia ascendente en todos los grupos de edad. La tasa de mortalidad por cáncer de mama se incrementó hasta el periodo 1999-2003, y posteriormente se estabilizó desde 2008.

El segundo estudio analizó las tasas de incidencia, mortalidad y supervivencia del cáncer de próstata durante el periodo 1962-2011 (61). La tasa de incidencia de cáncer de próstata aumentó hasta el año 2002, cuando se estabilizó, mientras que la mortalidad se incrementó hasta 1998 para posteriormente descender. Otro estudio más analizó el comportamiento del cáncer colorrectal durante el periodo 1962-2012 (121), encontrando un aumento del riesgo de cáncer colorrectal en ambos sexos, con un incremento de la incidencia desde 1987 en hombres y desde 1977 en mujeres. La mortalidad por cáncer colorrectal para el periodo 1984-2012 fue estable en las mujeres, mientras que en los hombres se incrementó en todos los grupos de edad.

No obstante, se encontraron estudios en Colombia que han reportado tendencias no crecientes. Uno de ellos analizó la mortalidad en Colombia por neoplasias para el periodo 2003-2012, reconociendo esta enfermedad como la tercera causa de muerte en hombres y la segunda en mujeres, y además mostrando una tendencia estable durante el periodo de estudio (70). En otro estudio se analizaron las tendencias de las tasas ajustadas de mortalidad para los principales tipos de cáncer en Colombia (para hombres y mujeres) durante el periodo 1984-2008, encontrando un descenso en las tasas (×100.000) tanto en hombres (87,2 a 82,2) como en mujeres (84,1 a 73,7) durante el periodo de estudio (122).

Los autores reconocen que, aunque las tendencias parezcan estables o en descenso para algunas neoplasias importantes (por ejemplo, cáncer de cuello uterino o estomago), también se encuentran tendencias ascendentes para otras (por ejemplo, cáncer de mama, colorrectal, próstata y pulmón) (122,123). Una situación semejante se presentó con la ligera tendencia descendente en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en Colombia para el periodo 1990-2001, donde se observó un descenso en la mortalidad por insuficiencia cardiaca e hipertensión arterial, fuerte descenso en la primera y leve en la segunda, que fue casi compensado por un marcado incremento de las enfermedades isquémicas del corazón y las cerebrovasculares (116). Por lo tanto, tendencias estables o decrecientes deben mirarse con precaución, considerando además que el crecimiento y el envejecimiento poblacional incrementan el riesgo de las ENT (70,116).

En el Valle del Cauca se observaron las mayores tasas de mortalidad por neoplasias de la región. Este resultado no sorprende, pues este departamento ha reportado previamente altas tasas de incidencia y mortalidad en Colombia. Según un estudio realizado en Colombia para el periodo 2007-2011, el Valle del Cauca fue el departamento con la tercera mayor tasa de incidencia en hombres (179,6) (tasa ajustada por edad \times 100.000 hombres) y la quinta más alta en mujeres (167,1 \times 100.000 mujeres); además este departamento mostró la quinta mayor tasa de mortalidad masculina (96,8 \times 100.000) y la sexta femenina (85,1 \times 100.000) de Colombia en el periodo 2007-2011 (124). Además no sorprende que Valle del Cauca y Nariño posean las mayores tasas de mortalidad por neoplasias de la región, al ser de los pocos departamentos en Colombia que cuentan con registro poblacional de cáncer al 2015. El Registro Poblacional de Cali (Valle del Cauca), el más antiguo de Colombia, fue creado en 1962 y el Registro Poblacional de Cáncer del Municipio de Pasto (Nariño) existe desde 1998 (70,125).

3.4.4 Demas causas

Las tasas de mortalidad ajustadas para las demás causas en el periodo de estudio (2002-2015) también mostraron un ascenso en los departamentos de Cauca, Nariño y Valle del Cauca (Tabla 17), siendo el ascenso estadísticamente significativo en los dos últimos departamentos (Tabla 19).

El estudio del INS sobre las enfermedades crónicas no transmisibles en Colombia para el periodo 1990-2001 mostró un aumento significativo de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores y la diabetes mellitus que pertenecen al grupo de las demás causas (116). Las enfermedades crónicas respiratorias aumentaron en Colombia casi cinco veces entre 1990 y 2001 (de 4,22 a 20,47 \times 100.000) y la diabetes se duplicó (de 8,18 a 16,28 \times 100.000). En este estudio el Valle del Cauca estuvo entre los departamentos de Colombia que mostraron el mayor promedio de las tasas de mortalidad del periodo 1990-2001 por enfermedades crónicas respiratorias (13,08) y diabetes mellitus (17,20); Chocó entre los

departamentos con menores tasas de mortalidad por enfermedades crónicas respiratorias (3,57) y diabetes mellitus (4,48); y Nariño con bajas tasa de diabetes mellitus (4,16).

Durante el periodo 1990-2001 los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia mostraron una tendencia ascendente en la mortalidad por enfermedades crónicas respiratorias y diabetes mellitus que pertenecen al grupo de las demás causas (116). Entre los años 1990 y 2001 la mortalidad por enfermedades respiratorias de las vías inferiores aumentó las tasas de mortalidad ($\times 100.000$) así: en Cauca de 3,34 a 10,22; en Chocó de 0,91 a 9,33; en Nariño de 3,29 a 9,53 y en el Valle del Cauca de 5,45 a 23,96. Por otra parte, la mortalidad por diabetes mellitus entre el periodo 1990-2001 aumentó las tasas de mortalidad ($\times 100.000$) en Cauca de 4,41 a 8,0; en Chocó de 4,19 a 8,98; en Nariño de 2,34 a 5,72; y en el Valle del Cauca de 7,59 a 23,46. Otro estudio en Colombia analizó la probabilidad de muerte para los años 1990, 2000 y 2009 encontrando que las enfermedades respiratorias aumentaron esta probabilidad en todos los grupos de edades (10).

Contrario a este hallazgo, la tendencia de mortalidad por las demás causas para Colombia durante el periodo 2005-2014 fue descendente, pasando de 125,0 a 119,1 por cada 100.000 personas (16). Similarmente un análisis regional de la mortalidad para el periodo 2008-2010 reportó un leve descenso en la mortalidad por las demás causas (43). En el estudio de las enfermedades crónicas no transmisibles la mortalidad por enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores y por diabetes mellitus mostraron un comportamiento casi estable para Colombia durante el periodo 2008-2012 (57).

3.4.5 Aumento de tasas de mortalidad por ENT

En este estudio las tasas más altas de mortalidad del periodo 2000-2015 se observaron para las enfermedades del sistema circulatorio y todas las demás causas (Tabla 17) en los cuatro departamentos. La tendencia ascendente de las enfermedades cardiovasculares, todas las demás causas y neoplasias, principalmente en Nariño, Valle del Cauca y Cauca, parece no estar reportada previamente, excepto para el periodo 1990-2001 (116) y en parte podría ser explicada por cambios en los factores de riesgo de las ENT.

Es sabido que las enfermedades no transmisibles son las que producen la mayor carga de mortalidad y discapacidad en el mundo (117), América (126) y en Colombia (10,57). Aunque existe poca literatura de las tendencias de mortalidad general y específica en la región Pacífico de Colombia, los hallazgos de este estudio son coherentes con la tendencia mundial del aumento en la incidencia y carga de ENT (por ejemplo, enfermedades cardiovasculares o cáncer), principalmente en los países de ingresos bajos y medios, como una consecuencia de múltiples y poderosos factores de riesgo (113).

Indudablemente los cambios económicos, sociales, demográficos y epidemiológicos, ocurridos en el mundo desde finales del siglo XIX y durante el siglo XX, caracterizados por avances tecnológicos biomédicos y de salud pública, establecimiento de los sistemas de salud, mejores condiciones de vida, entre otros, condujeron al descenso de la mortalidad y, con esto, a un crecimiento poblacional y aumento de la esperanza de vida (6,7,10).

Tal vez uno de los resultados más significativos de la transición demográfica y epidemiológica, además del envejecimiento demográfico (10,127), fue el cambio en los perfiles de salud, enfermedad y muerte de la población, caracterizado por el descenso en la morbi-mortalidad infantil debida a enfermedades infecciosas y un aumento de las enfermedades crónicas y degenerativas propios de la edad avanzada en la población más adulta (4). Este fenómeno puede explicar que los departamentos de la región Pacífico que aumentaron las tasas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, neoplasias y demás causas (Cauca, Nariño y Valle del Cauca) también mostraron un envejecimiento de su población durante el periodo 2002 al 2015 (Ver pirámides poblacionales en el Apéndice F).

Pero no solo el envejecimiento poblacional es responsable de la epidemia de las enfermedades crónicas no transmisibles, sino también los cambios en los estilos de vida impulsados por determinantes a escala mundial como la globalización, la urbanización y la industrialización. Entre los principales determinantes responsables del incremento de las ENT se han identificado factores de riesgo biológicos, conductuales, ambientales y globales. Sin embargo, los factores de riesgo comportamentales son los más importantes y con posibilidad de prevención (113,115).

Las enfermedades no transmisibles como las cardiovasculares, cáncer, enfermedades respiratorias crónicas y diabetes se caracterizan por compartir factores de riesgo comportamentales como el consumo de tabaco y alcohol, y el sobrepeso/obesidad principalmente como resultado de una mala alimentación y el sedentarismo (113,116). A continuación, con la información disponible encontrada, discutiremos brevemente el nivel de exposición de estos factores de riesgo en los cuatro departamentos de la región Pacífico colombiana.

El tabaquismo es un factor de riesgo para varias enfermedades, entre ellas las cardiovasculares, enfermedades respiratorias crónicas, diabetes y varios tipos de cáncer donde el tabaco es depositado (orofaringe y pulmón) o en sitios distales (estómago, páncreas, colon, entre otros) (118,123). Para Colombia se ha notado una reducción a la exposición de este factor de riesgo al encontrar una disminución en la prevalencia de consumo de tabaco entre las décadas del 90 e inicios del 2000. Los resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2007 (128) reportaron que la prevalencia de consumo de cigarrillo actual en adultos de 18-69 años de Colombia pasó de 21,4% en 1993, a 18,9% en 1998 y 12,8% en 2007, siendo mayor en hombres (19,5%) que

en mujeres (7,4%). Además, de acuerdo a estimaciones de la OMS para Colombia el consumo de tabaco en el país será del 9,5% en 2020 y 8,3% en 2025 (70).

A nivel departamental las cifras de la Encuesta Nacional de Salud solo estuvieron disponibles para el año 2007, encontrando prevalencias de cigarrillo actual en adultos más altas que el promedio nacional (12,8%) en Cauca (14,2%), Chocó (15,9%) y Nariño (14,0%). Solo en el Valle del Cauca (10,5%) la prevalencia fue menor que el promedio nacional. Para los países de Latinoamérica la prevalencia promedio en 2013 fue del 13%.

El Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Colombia para los años 2008 (129) y 2013 (130) permitió también confirmar el descenso en la exposición al tabaquismo en Colombia y en los departamentos de la región Pacífico, en el periodo 2008-2013, al reducir las prevalencias de consumo de cigarrillo en el último mes de cada estudio. Entre los años 2008 y 2013, las prevalencias de cigarrillo en el último mes, respectivamente, fueron en Cauca (15,7% vs 8,4%); en Chocó (9,8% vs 6,9%); en Nariño (22,9% vs 8,9%); en Cali y Yumbo (17,1% vs 12,8%) y en el resto del Valle del Cauca (11,1% vs 6,5%). Las cifras para Colombia fueron 17,1% y 13,0%, respectivamente para los años 2008 y 2013.

Con respecto al tabaquismo en jóvenes, el Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en población escolar de Colombia 2011 (131) reportó que la prevalencia último mes de uso de tabaco entre estudiantes secundarios (11-18 años) en Colombia fue del 9,78%. En los departamentos de la región Pacífico todas las prevalencias fueron menores que la nacional: Chocó (1,12%), Valle del Cauca (8,76%), Nariño (9,53%) y Cauca (9,65%).

En Colombia el alcohol etílico (presente en bebidas como cerveza, aguardiente, ron, whisky, vodka, entre otros) es una de las sustancias psicoactivas de consumo legal (70). El consumo de alcohol se encuentra asociado, entre otras, a la mortalidad por enfermedades cardiovasculares, cirrosis hepática y varios tipos de cáncer (70). La información disponible del Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Colombia para los años 2008 (129) y 2013 (130) permitieron observar una reducción en el consumo de alcohol para los departamentos de Cauca y Nariño, mientras que en Chocó y Valle del Cauca hubo un incremento. Entre los años 2008 y 2013 la reducción en las prevalencias de consumo de alcohol en adultos se observó en Cauca (28,5% vs 23,4%) y Nariño (25,8% vs 24,4%). Por el contrario, los incrementos en las prevalencias de consumo de alcohol en adultos se observaron en Chocó (27,8% vs 44,6%), en Cali y Yumbo (30,4% vs 36,0%) y en el resto del Valle del Cauca (28,7% vs 31,9%). En Colombia también se observó un incremento, cuyas cifras fueron 34,8% y 35,8%, respectivamente para los años 2008 y 2013. En 2013, al discriminar por grupos de edad, el mayor consumo fue observado en jóvenes de 18-24 años (49,3%).

Con relación al consumo de alcohol en jóvenes, solo se encontraron estimaciones a nivel departamental a partir del Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en población escolar de Colombia 2011 (131). La prevalencia de consumo de alcohol en el último mes fue de 35,0% en Chocó, 37,5% en Cauca, 38,4% en Nariño y 41,3% en Valle del Cauca. Para Colombia la prevalencia de consumo en el último mes en jóvenes fue de 39,8%.

La OMS ha definido el sobrepeso y la obesidad con base en el índice de masa corporal (IMC). El sobrepeso ($25 \leq \text{IMC} < 30 \text{ kg por m}^2$), la obesidad ($\text{IMC} \geq 30 \text{ kg por m}^2$), la inactividad física y una mala alimentación son factores que actúan juntos sobre el riesgo de la ETN. La obesidad y el exceso de grasa corporal aumentan el riesgo de enfermedades como cardiopatías coronarias, accidente cerebrovascular, diabetes, hipertensión, y algunos tipos de cáncer (colorrectal, esófago, próstata, páncreas entre otros) y con ello incrementa considerablemente las tasas de mortalidad por ENT (113,123).

De acuerdo con la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional de Colombia entre los años 2005, 2010 y 2015 ha aumentado el sobrepeso, la obesidad y el exceso de peso (sobrepeso y obesidad, es decir, $\text{IMC} \geq 25 \text{ kg por m}^2$) en la población adulta de Colombia (18-64 años) (132). Entre los años 2005, 2010 y 2015, respectivamente, el sobrepeso en Colombia subió de 32,3% a 34,6% y luego a 37,7%; la obesidad se incrementó de 13,7% a 16,5% y luego a 18,7%; y el exceso de peso de 45,9% pasó a 51,2% y finalizó en 56,4% en 2015. Para el año 2014 la prevalencia de exceso de peso en adultos de las Américas fue del 61% (62,2% en hombres y 59,8% en mujeres) y para Colombia de 56,5% (54,3% en hombres y 58,6% en mujeres) (133). Estas cifras colocan a las Américas como la región más obesa del mundo, considerando que la prevalencia mundial de obesidad es del 36,6% (133).

En los departamentos de la región Pacífico los datos de la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional de Colombia solo están disponibles para los años 2005 y 2010. En este periodo el sobrepeso aumentó en Cauca (26,9% a 35,7%) y Valle del Cauca (33,4% a 35,1%); la obesidad en todos los departamentos: Cauca (12,3% a 14,8%), Chocó (16,2% a 18,1%), Nariño (13,7% a 16,4%) y Valle del Cauca (16,8% a 18,8%); y el exceso de peso en Cauca (39,2% a 50,6%), Nariño (50,7% a 53,0%) y Valle del Cauca (50,2% a 53,9%). El sobrepeso en Chocó varió de 31,1% en 2005 a 29,0% en 2010; en Nariño de 37,0% a 36,6%; y el exceso de peso en Chocó de 47,3% a 47,2% (134,135). Este factor de riesgo creciente puede explicar en parte el aumento de la mortalidad por ENT encontrado en los departamentos de la región Pacífico de Colombia.

El incremento en el consumo de alimentos procesados y malsanos está aumentando, principalmente en regiones de bajos recursos. De acuerdo con información de la OMS y estudios sobre cáncer, el consumo de frutas y vegetales en cantidades adecuadas reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares y varios tipos de cáncer

(estómago, colorrectal, pulmón, próstata, entre otros) (70,113,122). Por el contrario, el consumo excesivo de sal, de grasas saturadas y en general la malnutrición se asocia con una mayor morbilidad aumentando el riesgo de enfermedades cardiovasculares e hipertensión (113,135). Además el consumo de bebidas azucaradas es reconocido como el principal factor de incidencia en el sobrepeso y el alto consumo de carnes rojas (carnes procesadas) se asocia con cáncer colorrectal (70).

El aumento de peso en los departamentos de la región Pacífico de Colombia puede estar relacionado con la mala alimentación y la inactividad física de su población, reconociendo que en general los colombianos no practican una alimentación saludable (135). La última información disponible para consulta de la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia es el año 2010. En ese año se encontró que el consumo diario (al menos una vez) de frutas (en jugo o enteras) de los colombianos era de 66,8%, y de verduras y hortalizas del 28,1%. El consumo de azúcares es muy común en la población colombiana, encontrando que el 98,6% reportó consumir diariamente azúcar, panela o miel. El 95,2% consume alimentos fritos y el 32% lo hace diariamente, al igual que el 20,2% consume carnes rojas y el 7,0% embutidos (salchichas, chorizos, jamón, mortadela, entre otros). El 36,6% de la población consume diariamente dulces o golosinas, el 22,1% gaseosas y el 15,2% alimentos de paquetes o snacks. El 24,5% de la población consume comidas rápidas al menos una vez a la semana (135).

A nivel departamental solo se encontraron disponibles las prevalencias de consumo de frutas y verduras/hortalizas, respectivamente: Cauca (61,9% y 27,4%); Chocó (50,6% y 26,3%); Nariño (63,2% y 26,3%); y Valle del Cauca (68,9% y 28,1%). En la población de la región Pacífico al menos uno de cada tres personas no consume diariamente frutas, y al menos tres de cuatro no consumen hortalizas. Los malos hábitos alimentarios de los colombianos, y seguramente también de los habitantes de la región Pacífico de Colombia, pueden explicar en parte el aumento de la mortalidad por ENT que se encontró en este estudio.

Finalmente, otro factor comportamental relacionado con la obesidad es el sedentarismo, el cual aumenta entre un 20-30% el riesgo de mortalidad por cualquier causa, mientras que la actividad física es una de las actividades principales para la prevención de las ENT. El ejercicio físico es un factor protector de mortalidad al reducir la obesidad y con ello el riesgo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión diabetes, depresión, osteoporosis y algunos tipos de cáncer (mama, cervix, colorrectal, entre otros) (113,122).

Las recomendaciones de actividad física en niños, jóvenes y adultos es al menos 150 minutos acumulados en la semana. Según informaciones de la OMS en el año 2014 el 23% de la población mundial mayor de 18 años no realizaban suficiente actividad física (117). En las Américas la prevalencia de inactividad física en adultos para el

2010 era del 32,4%, en el mundo del 23,3% y en Colombia del 63,6% (54,3% en hombres y 72,9% en mujeres) (133).

De acuerdo con la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional de Colombia del 2005, la prevalencia de colombianos de 18-64 años que cumplían con el mínimo de actividad física recomendada fue del 42,6% (134), 53,5% en 2010 (135) y 51,1% en 2015 (132). Para el año 2005 las prevalencias de cumplimiento del mínimo de actividad física departamentales fueron de 40,0% en Cauca, 40,9% en Choco, 55,0% en Nariño y 36,5% en Valle del Cauca. En el año 2010 se reportaron las cifras de toda la región Pacífico encontrando que el 49,5% de su población cumplían con el mínimo de actividad física recomendada. La información departamental del 2015 aún no se encuentra disponible pero seguramente será similar a la prevalencia nacional (51,1%). Estas cifras muestran niveles muy bajos de actividad física en la población, ya que solo una de cada dos personas en Colombia realiza niveles de ejercicios recomendados en la semana.

A nivel mundial en 2014 las cifras de insuficiente actividad física en los adolescentes (11-17 años) fueron del 81% (87,1% en niñas y 75,3% en niños) (117). En Colombia un estudio en adolescentes de 13-15 años en 2007 reveló que las prevalencias de actividad física recomendada en cinco ciudades varió entre 9,0% y 19,8%, siendo más frecuente en hombres, además que la mitad de los jóvenes reportaron pasar diariamente tres o más horas frente al televisor o computador (136).

Entre los factores de riesgo ambientales, las ENT también se encuentran influenciadas por el acceso a la atención en salud, la calidad de la atención y las respuestas de los servicios de salud (116,119). La inadecuada atención de los servicios de salud incrementa en gran medida los riesgos asociados con ENT (115). En Colombia la afiliación al Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) influye en la posibilidad de acceso a programas de detección temprana, atención en enfermedades de interés en salud pública, uso de medicamentos y programas curativos, entre otros, siendo el acceso más limitado para el régimen subsidiado donde las personas llegan en estados más avanzados de la enfermedad y con peores pronósticos (57). Un estudio sobre factores asociados a la mortalidad por ENT en Colombia para el periodo 2008-2012 encontró un mayor riesgo de mortalidad por ENT en las personas no afiliadas al SGSSS (57). No obstante, también se ha encontrado que el no acceso a la salud puede explicar la mayor mortalidad por cáncer de mama en las mujeres del régimen subsidiado, las cuales tienen menor probabilidad de realizarse una mamografía de tamización, como también exhiben un mayor tiempo para diagnóstico oportuno e inicio de tratamiento (123).

Entre los factores de riesgo ambientales de las ENT también es importante considerar la influencia del entorno. Se ha identificado como factores de riesgo de las ENT el vivir en áreas urbanas y el proceso de urbanización, que en últimas modifican comportamientos de vida y alimentación, y aumentan la exposición a factores de

riesgo de la vida moderna (presión social para consumo de cigarrillo, alcohol, alimentos procesados, estrés, obesidad, contaminación ambiental, etc.) (57,115). Además, es reconocido que las regiones más desarrolladas presentan también mayor riesgo de incidencia y mortalidad por ENT, y las regiones menos desarrolladas suelen presentar menor riesgo de ENT (116).

El grado de desarrollo poblacional podría explicar que las mayores tasas de mortalidad por ENT se presentaron en el Valle del Cauca que es el departamento más desarrollado de la región Pacífico, y las menores tasas se observaron en el departamento menos desarrollado, es decir, en Chocó. Un mayor riesgo de ENT se ha relacionado con el nivel de desarrollo de una región, que a su vez se asocia con una transición demográfica, transición epidemiológica, proceso de urbanización e industrialización (116). No obstante, en Colombia también se ha identificado como factor de riesgo para mortalidad por ENT residir en el área rural, posiblemente por las barreras de acceso a los servicios de salud (57).

Otros factores de riesgo ambientales para las ENT que no fueron discutidos aquí están relacionados con las condiciones de vida de las poblaciones más vulnerables que las expone a un mayor riesgo de infecciones (por ejemplo, el Virus Papiloma Humano y *Helicobacter Pylori* asociados a cáncer de útero y estómago, respectivamente) y riesgos ocupacionales también relacionados al desarrollo de ciertos tipos de cáncer (70).

3.4.6 Causas externas

En este estudio se observó un descenso de la mortalidad por causas externas en todos los departamentos (Tabla 17), siendo estos estadísticamente significativos en el Valle del Cauca y Cauca (Tabla 21). Este hallazgo coincide con la tendencia en Colombia, que durante el periodo 2005-2014 mostró un descenso significativo de la mortalidad por causas externas (16). Un análisis de la mortalidad en Colombia por regiones mostró que la mortalidad por causas externas en la región Pacífico fue la primera causa de muerte en los hombres durante el periodo 2008-2010, mostrando una tendencia casi estable en esos tres años (43).

No obstante, varios estudios en Colombia sobre lesiones por causas externas también han coincidido en el descenso de la mortalidad de este grupo. Un análisis de la mortalidad por homicidios en Colombia para el periodo 1990-2009 mostró que hubo varios municipios de la región Pacífico involucrados en el conflicto armado, observando un descenso en la mortalidad por homicidios en Colombia a partir del año 2000 (59). Este descenso obedeció principalmente a una fuerte política del Estado de ofensiva militar contra los grupos guerrilleros durante el Gobierno Presidencial del periodo 2000-2008. En otro estudio nacional la tasa ajustada de mortalidad homicidios en Colombia descendió de 61,5 en 1998 a 32,4 en 2012 (26). Un estudio que calculó

las probabilidades de fallecer en Colombia para los años 1990, 2000 y 2012 encontró que la probabilidad de muerte por causas externas se redujo en ese periodo (10).

Un estudio analizó la mortalidad por accidentes de tránsito en adultos mayores durante el periodo 1998-2012 encontrando que el Valle del Cauca aportó la segunda mayor proporción de muertes (74,1%), luego de Antioquia (79,5%), y también tuvo la segunda mayor tasa de mortalidad ($46,4 \times 100.000$) luego del Meta ($49,54 \times 100.000$). En Colombia se observó un descenso de las tasas de mortalidad por accidentes de tránsito durante el periodo 1998 al 2012 que pasó respectivamente de 21,1 a 13,6 por cada 100.000 personas, así mismo también hubo una reducción de los años potenciales de vida perdidos (de 10,0 a 5,9) (25).

Estudios sobre suicidios en Colombia también muestran descensos de la mortalidad. Un estudio comparativo de la mortalidad por suicidios entre Colombia y México mostró que la tasa estandarizada de mortalidad por suicidios en Colombia disminuyó un 30% durante el periodo 2000-2013 al pasar de 6,15 a 4,3 suicidios por 100.000 habitantes (18). Igualmente en este estudio se observó una tendencia al descenso de los años de vida perdidos en Colombia, disminuyendo 22,4% en hombres (de 0,41 a 0,32 años) y 11% en mujeres (de 0,17 a 0,15 años). Otro estudio que realizó una caracterización de los suicidios registrados en Colombia durante el periodo 2000-2010 según variables de persona, tiempo y lugar, también reportó un descenso en las tasas de mortalidad por suicidio ($\times 100.000$), las cuales pasaron de 6,0 en 2001 a 4,7 en 2010 (137). Igualmente, la mayor mortalidad masculina de la región Pacífico (58,2%) durante el periodo 2002-2015 coincide con la tendencia en Colombia (56,9%) para el periodo 2005-2014 (16), aunque fue un poco mayor. Esto puede ser explicado por la importancia que históricamente representó la mortalidad por causas externas en la región Pacífico, siendo incluso la principal causa de muerte en hombres en la década de los 90 (10). La sobremortalidad masculina es un patrón esperado por el mayor riesgo de muerte en hombres atribuible principalmente al grupo de causas externas. Este fenómeno es mundial y ha sido explicado por el hecho de que los hombres enfrentan situaciones de mayor riesgo para su vida relacionadas con el consumo de alcohol, drogas, actividad criminal, accidentes de tránsito, entre otros (2,25).

3.4.7 Enfermedades transmisibles

Para la causa específica de muerte por enfermedades transmisibles, en este estudio se encontró una tendencia descendente de las tasas de mortalidad durante el periodo de estudio (2002-2015) en todos los departamentos (Tabla 17), siendo los descensos más significativos en Cauca y Nariño (Tabla 22). Esta tendencia descendente es un fenómeno conocido y explicado principalmente a partir de la teoría de la transición epidemiológica que durante el siglo XX condujo a una disminución en la morbi-mortalidad de las enfermedades infecciosas gracias a los avances científicos en medicina y salud pública (8).

En América Latina hay una tendencia descendente de la mortalidad por enfermedades no transmisibles, como también en la incidencia de enfermedades de este grupo como la tuberculosis y el VIH (118). En esta región las tasas ajustadas de mortalidad por enfermedades transmisibles ($\times 100.000$) disminuyeron de 66,2 para el periodo 2000-2005 a 59,7 para el periodo 2010-2013, así como también se reporta un descenso para el periodo 2012-2017 (118). Este comportamiento descendente también ha sido reportado para las tasas de mortalidad por enfermedades transmisibles para Colombia durante el periodo 2005-2014 (16), al igual que otro estudio nacional que mostró una reducción en la probabilidad de fallecer por enfermedades infecciosas y parasitarias para el periodo 1990-2012 (10).

En Colombia durante el periodo 2005-2014 se reportaron descensos importantes para las tasas de mortalidad de varias enfermedades transmisibles, entre ellas las infecciones respiratorias agudas, VIH-Sida, tuberculosis y septicemia (16). Además para el 2014 los departamentos de Cauca y Nariño presentaron tasas de mortalidad por enfermedades transmisibles menores que Colombia.

El descenso de la mortalidad por enfermedades transmisibles, que en general afecta más a la población infantil, también es consistente con el descenso de las tasas de mortalidad infantil (TMI) en Colombia 1 ($\times 1.000$ N.V.) que pasó de 18 en 2002 a 11,3 en 2014 (16). También hay evidencia de descenso de la TMI en 3 de los 4 departamentos de la región Pacífico. Entre los años 2003 y 2009 la TMI ($\times 1.000$ N.V.) varió en Cauca de 20,1 a 18,8; en Nariño de 17,3 a 15,0; y en el Valle del Cauca de 13,4 a 11,4. El departamento del Chocó fue el único que mostró un ascenso de la TMI al pasar de 34,4 a 37,5 entre 2003 y 2009 (138).

No obstante, dentro del grupo de enfermedades transmisibles existen patologías como el VIH-Sida que para Colombia no parecen estar en descenso. La tasa de mortalidad por VIH/Sida por 100.000 habitantes para Colombia era de 0,68 en 1990; 4,74 en 2000; y 5,21 en 2009 (139). Además durante el periodo 1991-2009 se ha incrementado el número de muertes por VIH-Sida en todos los departamentos de la región Pacífico. Para el periodo 2000-2009 el número de muertes reportadas aumentaron de 16 a 35 en Cauca; de 4 a 10 en Chocó; de 13 a 31 en Nariño; y de 334 a 344 en Valle del Cauca (139). Para el año 2011 las tasas de incidencia y mortalidad por VIH-Sida eran de 7,0 en Cauca; 7,7 en Chocó; 7,5 en Nariño; y 24,9 en Valle del Cauca (140). Otro estudio también reportó tasas de incidencia y mortalidad por VIH-Sida para los años 2011 y 2012, encontrando un aumento para los departamentos de Nariño (de 6,87 a 10,4) y Valle del Cauca (de 21,95 a 24,4) y un descenso en Cauca (de 6,16 a 5,70) y Chocó (de 6,86 a 3,50) (141). Finalmente un estudio descriptivo sobre las desigualdades en la mortalidad por VIH/Sida en Cali (Valle del Cauca) para el periodo 1986-2012 mostró una tendencia ascendente en las tasas de mortalidad por VIH, principalmente desde 1996 y hasta el 2011 cuando se observó el mayor valor (142).

El descenso de las tasas de mortalidad por enfermedades transmisibles en todos los departamentos de la región Pacífico en gran parte se debe al mejoramiento de las condiciones de vida de la población tales como viviendas con pisos, higiene, alimentación, entre otros, además de un aumento en la cobertura de vacunación y acceso a salud (10,16).

3.4.8 Implementación de Políticas Públicas

Indudablemente la disminución en la mortalidad también se encuentra influenciado por el compromiso político de los gobiernos y la toma de decisiones frente al estado de salud de la población. En Colombia seguramente la implementación de políticas públicas está contribuyendo de manera positiva al descenso de la mortalidad y a una mayor detección de casos que aumentan la incidencia. No obstante, creemos que es reciente para observar el impacto de estas políticas en la reducción de la mortalidad de la población colombiana.

En el año 2009 mediante la expedición de la Ley de Obesidad (Ley 1355 de 2009) (143) se definió en Colombia la obesidad y las enfermedades crónicas no transmisibles asociadas a esta (enfermedades cardíacas, circulatorias, colesterol alto, estrés, depresión, hipertensión, cáncer, diabetes, entre otras) como una prioridad de salud pública adoptando algunas medidas para su control, atención y prevención. En articulación con diversos Ministerios y entidades nacionales se promovieron políticas de Seguridad Alimentaria y Nutricional, Actividad Física y estrategias de comunicación y educación para la implementación y desarrollo de ambientes sanos y estilos de vida saludable. Entre otras estrategias, esta política promovió: una alimentación balanceada y saludable mediante la disponibilidad de alimentos saludables (por ejemplo, frutas y verduras) en escuelas y garantizar su comercialización; la actividad física en escuelas y la pausa activa en las empresas; el transporte activo promoviendo la seguridad vial de ciclistas y peatones, y la recreación activa en parques; regulación en grasas trans y saturadas en los alimentos, así como etiquetado nutricional y calórico en los alimentos; información, educación y comunicación a escolares sobre los riesgos del sedentarismo, las adicciones, contenidos nutricionales de alimentos. Sin embargo, aún no se conocen resultados sobre el impacto de esta Ley en las tasas de mortalidad de las ENT.

Otra iniciativa del gobierno colombiano fue la implementación de la Ley Antitabaco (Ley 1335 de 2009) donde se adoptan los principios del Convenio Marco para el Control del Consumo de tabaco de la OMS (144), para promover los daños a la salud en los menores de edad, entre otros, prohibiendo la venta de tabaco a menores de edad; etiquetado en los productos de las advertencias sanitarias sobre los riesgos del tabaco; prohibiendo la publicidad, promoción y patrocinio del tabaco; implementación de espacios 100% libres de humo (70,115,145). Esta Ley Antitabaco seguramente explica la reducción en la prevalencia de tabaquismo en Colombia y en los departamentos de la región Pacífico observada en este estudio.

Para la reducción de la carga de morbi-mortalidad por neoplasias o cáncer son diversas las estrategias implementadas en Colombia. Tal vez una de las más importantes fue el inicio de la vigilancia epidemiológica del cáncer (mama, cuello uterino y en menores de 18 años) en el año 2010 a cargo del SIVIGILA (Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública) (145). Para la prevención de algunos tipos de cáncer el SGSSS dio un primer paso para su detección temprana mediante la implementación de pruebas de tamización que permiten tratarlos en sus etapas iniciales para evitar complicaciones e incluso la muerte (123). Es el caso del cáncer de colon, recto y ano; el acceso a la prueba PSA (Prueba de Antígeno de Superficie Prostática) para el cáncer de próstata; la mamografía de tamización para el cáncer de mama; y la citología para el cáncer de cuello uterino (146).

Para combatir la infección con el VPH (Virus del Papiloma Humano), reconocido como la principal causa de cáncer de cuello uterino, el Gobierno Nacional de Colombia emitió una política pública mediante la Ley 1626 de 2013 donde se incluyó la vacuna contra el VPH en el PAI (Programa Ampliado de Inmunización) para garantizar la vacunación gratuita a todas las adolescentes entre 4º grado de educación primaria y 7º grado de educación secundaria (70). Esta política pública de vacunación contra el VPH tiene como finalidad bajar la mortalidad por cáncer de cuello uterino. La vacunación contra el VPH comenzó en 2012, año en el cual la cobertura en Colombia fue superior al 95%, para el 2014 la cobertura aumento (primera dosis 97% y segunda dosis 92%), sin embargo para el 2015 las coberturas de vacunación cayeron (123).

En Colombia las políticas encaminadas a la reducción de mortalidad por causas externas se han enfocado en la reducción de algunos factores de riesgo para homicidios y accidentes de tránsito. Las principales medidas que redujeron los homicidios en Colombia en el periodo 2000-2012 han sido la prohibición del uso y porte de armas de fuego mediante el Decreto 514 de 2007 (147) y restricción de horarios permitidos para el consumo de bebidas alcohólicas en las principales ciudades del país (Bogotá, Medellín y Cali) (26,148). Algunas de las medidas implementadas para el control de accidentes de tránsito en Colombia se relacionan al control del consumo de alcohol, mejor señalización vial, incremento de las multas económicas y pedagógicas para infractores, instalación de cámaras de seguridad para el control del límite de velocidad y el uso de chalecos reflectivos y cascos de seguridad para motociclistas y usuarios de bicicletas, entre otras (25).

3.4.9 Heterogeneidad de la mortalidad en los cuatro departamentos

Nosotros encontramos mucha variabilidad en los perfiles de mortalidad de los departamentos de la región Pacífico de Colombia. En general, el Valle del Cauca presentó las mayores tasas de mortalidad y el Chocó presentó las menores. El perfil de mortalidad del Valle del Cauca está más relacionado a enfermedades no transmisibles, mientras que en Chocó tienen mayor peso las transmisibles y las asociadas a afecciones originadas en el periodo perinatal. Como se discutió

previamente, esto podría parcialmente ser explicado por el proceso de urbanización reconociendo que el Valle del Cauca es uno de los departamentos más desarrollados de Colombia, mientras que Chocó es uno de los que presenta los peores indicadores sociales, económicos y de salud (43).

Adicionalmente el sistema de registro de estadísticas vitales parece presentar un mejor funcionamiento en el Valle del Cauca. Estimaciones del subregistro de nacimientos del DANE para el periodo 1995-2000 muestran que en el Valle del Cauca el subregistro fue del 28,6% mientras que en Chocó fue del 77,6%. En ese mismo periodo el subregistro de la mortalidad se estimó del 11,2% para Valle del Cauca y del 72,1% para Chocó % (149). Un análisis de la calidad de la certificación general de la mortalidad para el periodo 2002-2006 mostró que en el Valle del Cauca el 95,4% de las muertes estuvieron bien certificadas, mientras que en Chocó fue del 89,3%; las causas mal definidas fueron 0,6% en Valle del Cauca y 2,2% en Chocó (150).

3.4.10 Modelo de volatilidad estocástica (SV)

El análisis de las series temporales de mortalidad incluyó técnicas tradicionales de análisis como los promedios móviles y los modelos ARIMA de Box-Jenkins, y además se propuso un nuevo modelo de volatilidad estocástica para el análisis de series en salud.

Los promedios móviles suelen ser usados para suavizar una serie temporal. Esta es una técnica muy sencilla de utilizar y sus estimaciones (usando las últimas k observaciones de la serie) parecen ajustarse adecuadamente a una serie observada. Sin embargo, esta técnica tiene la desventaja que los pronósticos a futuros se mantienen constantes después de la primera estimación, razón por la cual su uso es limitado con fines predictivos.

La familia de modelos ARIMA son muy utilizados y seguramente la metodología estándar para el análisis de series temporales en el campo de la salud. Estos modelos poseen varias ventajas, por ejemplo, ellos consideran la estructura de dependencia temporal de las observaciones; poseen buena precisión para predicciones en el corto plazo; y también la flexibilidad de construir un modelo adecuado a partir de la estructura de los propios datos mediante la inclusión de componentes AR, MA, estacionalidad, ciclicidad o incluso de covariables que expliquen la serie temporal. Además, aunque su componente teórico sea complejo, existen varios programas estadísticos (por ejemplo, SAS, Minitab, Statgraphics, entre otros) que facilitan la especificación del modelo, estimación de sus parámetros y la validación del mismo (111). No obstante, su abordaje es exploratorio y la construcción del modelo depende de un análisis interpretativo de las funciones de autocorrelación simple y autocorrelación parcial, haciendo que cada una de las veinte series de tiempo analizadas en este estudio fuera requerido un análisis exploratorio particular.

A pesar del aceptable desempeño del modelo *ARIMA (2,1,0)* se encontró que el modelo de volatilidad estocástica (SV) mostró el mejor ajuste entre los tres modelos evaluados. Los estadísticos de ajuste del modelo SV fueron los mejores tanto en la estimación de las series observadas (Tabla 23) como con los pronósticos a corto plazo (Tabla 24). Este modelo tiene la ventaja de ser muy versátil al permitir estimar simultáneamente la media y la varianza (volatilidad) de una serie temporal, además que su ajuste no requiere de fases exploratorias como ocurre con los modelos ARIMA. Las Figuras 17 a 21 permiten ver que las volatilidades estimadas por el modelo SV son capaces de capturar la variabilidad de las series observadas. Por ejemplo, las volatilidades en el departamento de Nariño fueron mayores entre las semanas 37 y 42 donde se observó un descenso de las tasas para todas las causas específicas de muerte.

Adicionalmente los modelos SV permiten la inclusión de covariables que podrían explicar la media y varianza de la serie temporal. Para la estimación de las tasas promedio de mortalidad por causas específicas nosotros seleccionamos como covariables: el mes y año de defunción, y las cinco observaciones más recientes. Se encontró un estudio donde aplicaron modelos de volatilidad estocástica para estudiar la variabilidad de pasajeros y transporte de carga mensual en los cuatro aeropuertos más grandes del estado de São Paulo (Brasil) donde también se usaron como covariables el mes y el año, similar a nuestro estudio, y adicionalmente otras dos relacionadas con el flujo mensual de pasajeros y carga: la tasa de cambio del dólar y la tasa de desempleo (94).

Los modelos SV se caracterizan porque asumen dos procesos para los ruidos de la serie temporal, uno para las observaciones y otro para las volatilidades latentes. En este estudio se asumió para la media de la serie temporal una regresión lineal múltiple relacionando la tasa bruta de mortalidad específica (variable respuesta) con siete variables independientes (mes, año y las cinco observaciones más recientes de la serie). Sin embargo, se encontró que las covariables correspondientes a las tasas de tres (β_5), cuatro (β_6) o cinco (β_7) meses retrasados no fueron relevantes (Tabla 18 a Tabla 22) por lo que futuros análisis podrían explorar la eliminación de estas variables en los modelos SV.

Las predicciones de la mortalidad por causa general o específica son pertinentes porque permiten orientar las políticas e intervenciones de aquellas enfermedades o lesiones que causan la mayor carga de enfermedad o muerte (70). El análisis de series de tiempo con modelos ARIMA también se ha usado con fines predictivos. Un estudio en Medellín (Colombia) describió la mortalidad por homicidio para el periodo 1975-2003 (348 meses) por medio de un modelo SARIMA $(0,1,1)(0,0,1)_{12}$ (88) y también realizaron pronósticos de los homicidios para los doce meses previos y posteriores al último punto de la serie, pero al encontrar mucha variabilidad (error) en las predicciones, decidieron omitir este objetivo del estudio. Otro estudio también en Colombia analizó las tasas mensuales de mortalidad por homicidios durante el periodo

1985-2001 (89) realizando pronósticos mediante un modelo SARIMA (1,1,1)(0,0,1)₁₂ para 24 observaciones antes y después del último punto de la serie, encontrando una adecuada predicción para el periodo 2000-2001 que hace confiar en los pronósticos para los años 2002-2003. Un estudio fue realizado en China con el objetivo de desarrollar un modelo estadístico para predecir la mortalidad por accidentes de tránsito (90). Ellos analizaron datos mensuales de mortalidad por accidentes de tránsito (conteos) para el periodo 2000-2011 y construyeron un modelo SARIMA (1, 1, 1) (0, 1, 1)₁₂ encontrando que las predicciones de mortalidad para el año siguiente (2012) estuvieron muy cercanas a las muertes observadas en ese año. Finalmente un estudio realizado en la provincia de Zanzan (Irán) analizó la mortalidad por accidentes de tránsito para el periodo 2007-2013 y además se realizaron estimaciones para los cuatro años siguientes (91). Ellos construyeron un modelo Box-Jenkins de tipo SARIMA (1,1,3)(0,1,0)₁₂, encontrando una tendencia descendente en el número de muertes por accidentes de tránsito, al mismo tiempo que el modelo también realizó predicciones descendentes para los siguientes cuatro años.

3.4.11 Fortalezas del estudio

Nosotros consideramos que este estudio presenta varias fortalezas. A nuestro conocimiento, este es el primer estudio en Colombia que utiliza la metodología de series de tiempo para analizar la mortalidad por causas específicas en los departamentos de la región Pacífico de Colombia para un periodo de 14 años (2002-2015). En este estudio se exploraron tres modelos para el análisis de series de tiempo de las tasas de mortalidad específica. Se utilizaron dos modelos tradicionales (promedios móviles y ARIMA) y propusimos la utilización de un modelo de volatilidad estocástica (SV) que ha demostrado gran versatilidad en el área financiera, pero que ha sido poco explorado en el área de la salud. El modelo SV fue construido bajo un enfoque Bayesiano y métodos iterativos de simulación vía MCMC para la estimación de la distribución a posteriori de los parámetros y sus estadísticos Bayesianos, por medio del software gratuito OpenBUGS. Adicionalmente, también reconocemos como fortaleza de este estudio la utilización de los datos iniciales de las series de tiempo (n=164) para la construcción de los modelos, y la reserva de los datos finales (n=4) para su validación.

3.4.12 Limitaciones del estudio

También se deben mencionar las limitaciones de este estudio. La principal de ellas está relacionada con el uso de datos secundarios que pueden presentar problemas de calidad y cobertura para los componentes de defunciones, nacimientos o tamaños de población. Diferentes evaluaciones de desempeño de los sistemas de estadísticas vitales en Colombia por departamento muestran mejor cobertura en el Valle del Cauca en comparación con el Chocó. Las estimaciones de cobertura de mortalidad y nacimientos, respectivamente, en el 2002 fueron en Chocó (64,5% vs 57,3%), en Nariño (80,7% vs 69,1%), en Cauca (82,3% vs 75,7%), y en el Valle del Cauca (93,7% vs 92,0%) (54). La estimación indirecta de la mortalidad realizada en el último censo

en Colombia para el año 2005 arrojó las siguientes coberturas de defunciones con certificado de defunción: Cauca (83,8%), Choco (84,3%), Nariño (90,2%) y Valle del Cauca (94,8%) (<http://www.dane.gov.co>). Con respecto a la calidad de la información de mortalidad se encontró que para el periodo 2002-2006 las coberturas de muertes bien certificadas y las mal definidas, respectivamente, fueron en Cauca (83,5% vs 2,3%), en Choco (89,3% vs 2,2%), en Nariño (87,2% vs 1,9) y en Valle del Cauca (95,4% vs 0,6%) (150).

Otra limitación de este estudio está relacionada con el análisis de la mortalidad específica por grandes causas (enfermedades transmisibles, neoplasias o tumores, enfermedades del sistema circulatorio, ciertas afecciones originadas en el período perinatal, causas externas y todas las demás enfermedades). A ese nivel de análisis solo conseguimos obtener un panorama global de la mortalidad específica, reconociendo que sus tendencias pueden variar de acuerdo con variables biológicas (sexo y edad) o por causas específicas dentro de cada grupo.

Finalmente, en el análisis de las series de tiempo usando los modelos ARIMA de Box-Jenkins nosotros exploramos un modelo ARIMA (2,1,0) para todas las 20 series temporales, justamente para resaltar la versatilidad de los modelos SV cuyo ajuste es inmediato.

En la discusión de los resultados nosotros intentamos dar explicaciones plausibles para las tendencias encontradas, de acuerdo con la evidencia disponible a nivel regional, nacional o mundial. No obstante, reconocemos que la región Pacífico carece de información suficiente que pueda explicar las tendencias de la mortalidad con una mayor precisión. El análisis de la mortalidad en los departamentos de la región Pacífico de Colombia requiere más investigación. Futuros estudios podrían considerar modelos de volatilidad estocástica con estructuras autorregresivas de mayor orden a la usada en este estudio -AR(2)- y diferentes covariables a las utilizadas en este estudio. Además, también se podrían realizar nuevos estudios diferenciales por sexo, grupos etarios o causas de muerte más específicas. Las series de tiempo pueden ser una herramienta en el campo de la salud colectiva que pronostiquen el comportamiento futuro de eventos de interés en salud pública, y apoyen el diseño e implementación de políticas públicas para la prevención y control de las tendencias de mortalidad.

Conclusión

El panorama global de mortalidad en los departamentos de la región Pacífico de Colombia mostró una tendencia descendente de la mortalidad general en Cauca, Nariño y Valle del Cauca, como también de las tasas de mortalidad por causas externas y enfermedades transmisibles en los cuatro departamentos. Por el contrario la mortalidad específica por causas reconocidas como ENT (enfermedades del sistema circulatorio, demás causas y neoplasias) mostraron una tendencia en aumento en Cauca, Nariño y Valle del Cauca, con las enfermedades del sistema

circulatorio siendo la principal causa de muerte en la región Pacífico. Esta tendencia ascendente de las ENT en parte puede ser explicada por el envejecimiento poblacional, además de cambios en la prevalencia de algunos factores de riesgo como la obesidad, malos hábitos alimenticios y bajos niveles de actividad física, entre otros.

Los perfiles de mortalidad fueron heterogéneos en los cuatro departamentos, con Valle del Cauca mostrando un perfil propio de regiones más desarrolladas y Chocó el de una más rezagada. El análisis de series de tiempo mostró que el modelo de volatilidad estocástica tuvo mejor desempeño que el modelo de medias móviles o el modelo ARIMA, al mostrar los menores estadísticos de ajuste tanto en los datos de modelación como de pronóstico. El modelo de volatilidad propuesto en este estudio puede ser de gran utilidad en el campo de la salud pública, la demografía o la epidemiología para predecir las tasas de mortalidad por causas específicas.

4 Capítulo 4: MORTALIDAD Y DESIGUALDADES SOCIALES EN SALUD

4.1 INTRODUCCIÓN DEL CAPITULO

La muerte o defunción es un fenómeno de interés individual y también colectivo en campos como la salud pública, epidemiología, demografía, seguridad social, entre otros (2). Mientras que la Organización Mundial de la Salud (OMS) define la muerte (o defunción) como “la desaparición permanente de todo signo de vida, cualquiera que fuere el tiempo transcurrido desde el nacimiento con vida (cesación postnatal de las funciones vitales sin posibilidad de reanimación)” (5), la mortalidad hace referencia al número de defunciones ocurridas en un área geográfica y periodo de tiempo determinados (17).

La mortalidad, a pesar de tener una connotación negativa, es generalmente usada como un indicador del estado de salud poblacional, además de considerarse como una variable proxy de las condiciones de vida, acceso, calidad y funcionamiento de los servicios de salud (29). Así, algunos indicadores importantes como la tasa de mortalidad general (TMG), tasa de mortalidad infantil (TMI), razón de mortalidad materna (RMM) y la esperanza de vida al nacer (EVN), entre otros, se consideran ligados al desarrollo económico y social de un país y son monitoreados a nivel nacional e internacional. Por ejemplo, los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) del año 2000 (58) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) del 2015 (151) proclamados por la Organización de las Naciones Unidas se propusieron metas, entre otras, para la reducción de la TMI, RMM, mortalidad en niños menores de 5 años, mortalidad prematura de las enfermedades crónicas no transmisibles (ENT) y mortalidad por lesiones intencionales y accidentes de tráfico. También otros indicadores como la tasa de homicidios se consideran variables proxy del conflicto armado y violencia social en un país (26,59). El análisis y monitoreo de la mortalidad es usado para la evaluación y formulación de políticas públicas, y planificación del sector salud (5). Además, el análisis de la mortalidad también permite evidenciar desigualdades en salud entre grupos poblacionales.

Las desigualdades sociales en salud (DSS) o inequidades en salud es un tema de interés en el campo de la salud pública. Se refiere a las diferencias en el estado de salud entre grupos poblacionales definidos social, económica, demográfica o geográficamente, y que se consideran innecesarias, injustas y evitables (152). Las DSS impactan negativamente las sociedades y, entre otros, generan más pobreza, sentimientos de minusvalía, inseguridad, estrés y mayor morbi-mortalidad en una parte de la población: las más desfavorecidas social, política y económicamente (153). La literatura muestra un consenso de mejores resultados de salud en los grupos sociales con mejor posición socioeconómica y que residen en zonas privilegiadas en comparación con la población menos favorecida y marginal (154). En Colombia el panorama no es diferente en poblaciones que históricamente han sido excluidas como

los indígenas, los afrodescendientes, grupos de bajos ingresos y poblaciones de algunas regiones como la Pacífico y Atlántico, entre otros.

En el mundo en las últimas tres décadas se ha notado un auge de estudios sobre determinantes sociales en salud y epidemiología social (153). En Latinoamérica la literatura sobre desigualdades/inequidades en salud creció notablemente desde el año 2005, luego de la creación de la Comisión de Determinantes Sociales de Salud (CDSS) de la OMS (154). Las investigaciones en DSS se han enfocado en relacionar resultados de salud (por medio de indicadores epidemiológicos) según grupos poblacionales clasificados, principalmente, por variables como ingresos, posición laboral/ocupacional, etnia, nivel educativo, ubicación geográfica, género, estrato socioeconómico y nivel de desarrollo regional.

Si bien es cierto que en las últimas décadas la salud de la población mundial ha mejorado notablemente lo cual es evidenciado en indicadores como la esperanza de vida o las tasas de mortalidad general o infantil, también es cierto que ese desarrollo no ha sido uniforme en diferentes partes del mundo, o aun dentro de una misma región. Algunas de las cifras reportadas muestran como la esperanza de vida en países como Japón supera los 80 años mientras que en países del África esta alrededor de los 50 o incluso en Sierra Leona es tan solo de 34 años (155). Estas inequidades también se observan al interior de una misma ciudad como sucede en Glasgow (Escocia) donde en unos barrios la esperanza de vida es de 82 años y en otros cercanos es 54 (156). Como esta, existe mucha evidencia que sustentan las desigualdades sociales tanto en el campo de la salud como también en la distribución y concentración de la riqueza (157–159). Las cifras son alarmantes y muestran como los más pobres enfrentan una discriminación múltiple al tener menos oportunidades de alcanzar una vida digna, recursos económicos limitados, peor estado de salud, limitado acceso a servicios sanitarios de calidad, entre otros.

El estudio de las desigualdades en salud aún se considera un campo de estudio joven, de mucho interés para la salud pública y que además ha guiado la investigación epidemiológica y en salud. En varios países del mundo, por ejemplo Inglaterra, España o Brasil, se han generado suficientes investigaciones y publicaciones que soportan el conocimiento sobre las brechas existentes, se han propuesto modelos conceptuales sobre los mecanismos y vías de acción por las cuales determinantes sociales afectan la salud, además de estrategias de intervención para reducirlas (153,160). No obstante, en Colombia el interés por el tema es aún más reciente.

Colombia es un país de ingresos medio-alto con un índice Gini variando de 0,572 en 2002 a 0,522 en 2015 según reportes del DANE y considerado uno de los países más desiguales del mundo. A nivel nacional el tema de equidad hace parte de nuestra Constitución Política Nacional, se introdujo en los principios del Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) y también se encuentra explícito en el Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021 donde se expresa un compromiso social para

actuar sobre los determinantes sociales de la salud y, a través del ODES Colombia (Observatorio de Medición de Desigualdades y Análisis de equidad en Salud), monitorear las DSS con el fin de reducirlas (161).

La investigación sobre las inequidades y desigualdades en salud en Colombia se encuentra desde el 2005 en temas como acceso a servicios de salud (162–164), coberturas de vacunación infantil (165,166), percepción del estado de salud (167–170), calidad de vida (171), expectativa de vida (172,173), problemas nutricionales y obesidad (174–176), morbilidad por enfermedades crónicas (177), entre otros (178). Específicamente sobre las desigualdades en la mortalidad en Colombia los estudios se han enfocado en mortalidad general o específica por grandes causas (53,179), VIH (180), en el grupo de enfermedades crónicas no transmisibles como el cáncer (50,181–184), enfermedades cardiovasculares (185), causas externas (47,186) y homicidios (187), además de la mortalidad infantil (188–191), materna (192–194), evitable (195) y prematura (42), entre otros. Los resultados de estas investigaciones son consistentes con el conocimiento en salud pública al observar peores resultados de salud (mayores tasas de mortalidad) en las poblaciones menos favorecidas económica y socialmente.

Las investigaciones en Colombia sobre el estudio de las DSS en mortalidad han usado diferentes diseños de estudios. Para el estudio de las diferencias en los resultados de mortalidad (usando registros de individuos) según grupos definidos por características demográficas, sociales y económicas las metodologías predominantes correspondieron a estudios descriptivos y transversales. En estos estudios los resultados de salud se han comparado, entre otras, por variables como sexo, grupos de edad, nivel educativo, tipo de aseguramiento en salud, área de residencia (rural/urbana), departamento o región de residencia, quintiles del índice de riqueza del hogar. Por otro lado, las diferencias de mortalidad según unidad geográfica (territorios) básicamente fueron abordados con estudios de diseños ecológicos comparando los resultados de salud por diferentes unidades de agregación (departamento, subregión, municipio o localidad). El espacio geográfico donde viven las personas es determinante del estado de salud de las personas, incluso más que los factores genéticos y biológicos, porque condicionan y afectan la forma de vivir (174).

Las diferencias en la mortalidad por territorio o unidad geográfica generalmente son abordadas con estudios de diseños ecológicos a diferentes niveles de agregación. Colombia administrativa y políticamente se encuentra dividida en 33 divisiones correspondiente a 32 departamentos y un distrito capital (Bogotá D.C.). A este nivel de agregación (“departamento”, el más grande) diversos estudios han explorado la asociación entre indicadores sociales departamentales y la mortalidad general o por causas específicas (53), TMI (190,191), RMM (192,194), homicidios (187) y cáncer de mama (182).

Los departamentos de Colombia se dividen administrativamente en municipios. En este nivel de agregación (municipios) estudios sobre desigualdades en la mortalidad en Colombia han estudiado la mortalidad materna en los municipios del país (194), así como la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en los municipios del eje cafetero (185), mortalidad por causas externas en los municipios del departamento de Antioquia (47) y mortalidad por causas específicas en los municipios del departamento del Huila (179).

En los estudios sobre DSS, además de los factores individuales, también se reconoce que el contexto social y económico donde residen las personas incrementan diferencialmente la probabilidad de muerte y podrían explicar las diferencias en la mortalidad encontrada entre departamentos y municipios de un país (194).

En el campo de la salud pública y en el estudio de las DSS predominan las investigaciones donde se correlacionan tasas de incidencia o tasas de mortalidad con indicadores socioeconómicos (a diferentes niveles) para mostrar diferencias en el estado de salud entre grupos definidos por características demográficas, económicas, sociales o geográficas (152). Sin embargo, hay otro indicador básico de salud llamado “mortalidad proporcional” de gran interés en el análisis de la mortalidad. La mortalidad proporcional indica el peso relativo de una característica de la defunción (sexo, edad o causa básica de muerte, entre otras) dentro de la mortalidad general, luego la suma de esas características es 1 ó 100%. En demografía y epidemiología es muy útil para comparar la mortalidad entre poblaciones con diferentes estructuras etarias.

Algunos autores han propuesto el análisis de la mortalidad proporcional por causas específicas, en lugar del análisis de tasas específicas de mortalidad, argumentando la falta de independencia que existe en la mortalidad por diversas causas y aprovechando el desarrollo de métodos para el análisis de datos composicionales (196,197). En estadística los datos composicionales son vectores de datos que contienen información relativa, en lugar de absoluta, luego los elementos de estos vectores son positivos y suman 1 o 100%. Esta restricción en los datos no permite el uso de modelos de regresión tradicionales, pero el uso de algunas transformaciones basadas en Razón-Log (por ejemplo Razón-Log centrada (RLC), aditiva (RLA) o isométrica (RLI) permiten el uso de métodos multivariados convencionales.

Las aplicaciones del análisis de datos composicionales se encuentran en diversas áreas de investigación. Por ejemplo en demografía y epidemiología se ha usado la RLC para realizar pronósticos de causas específicas de muerte con base en tablas de vida en países de Europa (196,197). La transformación RLA se ha usado con datos de geología sobre la composición del suelo en el océano Ártico (198); en el campo deportivo con resultados de partidos de wáter polo de la liga de España (199); y con datos epidemiológicos del estado de Sao Paulo (Brasil) donde se relacionó la edad del primer embarazo con el área geográfica de residencia usando modelos de regresión con estructura espacial y además comparando el desempeño de las

transformaciones RLA y RLI (200). Recientemente se encuentran diversas aplicaciones del análisis de datos composicionales usando la transformación RLI en temas relacionados con la actividad física. Un estudio con 6.471 personas mayores de 10 años de Cataluña (España) estudió el uso del tiempo diario (24 horas) categorizado en cinco actividades definidas (cuidado personal y sueño; trabajo y estudio; cuidado de la casa y la familia; actividades sociales; y desplazamientos y otros) (201). Otro estudio internacional (Estudio de obesidad infantil, estilo de vida y medio ambiente) con niños de 9-11 años de 12 países del mundo usó análisis de datos composicionales con información de cuatro principales actividades diarias (dormir, tiempo sedentario, actividad física ligera y actividad física moderada) (202). Un estudio más en el Reino Unido con personas entre 40-69 años usó el análisis de datos composicionales para explorar las asociaciones entre el desplazamiento activo y patrones de comportamiento durante el tiempo libre (203).

La transformación RLI también ha sido usada en mercadeo modelando el impacto de las inversiones en publicidad sobre las cuotas del mercado de los fabricantes de automóviles (204); y en epidemiología analizando la mortalidad proporcional por seis grandes causas (neoplasias, sistema circulatorio, sistema respiratorio, sistema digestivo, lesiones y otras causas) en Austria para el año 2007 (205).

En Colombia diversos estudios han usado el indicador de mortalidad proporcional para el análisis de cambios en los perfiles de mortalidad poblacional por sexo, edad o causa de defunción (10,112,206). Sin embargo, no se encontraron estudios sobre DSS que relacionen la mortalidad proporcional como variable respuesta con indicadores socioeconómicos de la región. Se cree que la mortalidad proporcional como resultados de procesos contextuales y multifactoriales podría guardar relación con variables sociales y económicas municipales. Considerando también que son escasos los de estudios sobre DSS en la región Pacífico de Colombia, este estudio propuso correlacionar la mortalidad proporcional por causas específicas en la región Pacífico de Colombia con algunos indicadores disponibles (sociales y económicos) a nivel de municipio, durante el periodo 2002-2015, usando métodos estadísticos para el análisis de datos composicionales basados en las transformaciones RLA y RLI.

4.2 OBJETIVO DEL CAPITULO

El objetivo de este capítulo fue correlacionar la mortalidad proporcional por causas específicas, durante el periodo 2002-2015 en la región Pacífico de Colombia, con algunos indicadores disponibles (sociales y económicos) a nivel de municipio.

4.3 MÉTODOS DEL CAPITULO

4.3.1 Tipo de estudio, periodo y área de estudio

Estudio ecológico con unidad de análisis municipio en los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia: Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca. El número de municipios (en el año 2005) para cada departamento, respectivamente, era de 41, 30, 64 y 42 (177 en total) (Figura 1). El periodo de estudio fue 2002-2015.

4.3.2 Fuentes de información

Los datos de mortalidad provienen de las Estadísticas Vitales del DANE. En el periodo 2002-2015 se reportaron 502.233 defunciones en los departamentos de la región Pacífico de Colombia. Se eliminaron el 2,45% (12.314/502.233) de los registros por tener datos faltantes en las variables municipio ($n=1.150$), sexo ($n=59$) y edad ($n=1.844$), además de presentar la causa de muerte como mal definida ($n=9.261$). La causa básica de muerte se encuentra codificada según el CIE-10. En este estudio nosotros analizamos $N=489.919$ defunciones considerando las seis grandes causas de muerte de la lista 6/67 de la OMS/OPS reportadas en la Tabla 25.

Tabla 25. Mortalidad proporcional de las defunciones de acuerdo con las seis grandes causas de mortalidad, según la lista de mortalidad 6/67, en los cuatro departamentos (Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca) de la región Pacífico, periodo 2002-2015

G_i	Grupo de causa	Frecuencia	Proporción (x_i)
1	Enfermedades transmisibles	35.266	0,0720
2	Neoplasias	87.234	0,1781
3	Enfermedades del sistema circulatorio	140.734	0,2873
4	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	10.338	0,0211
5	Causas externas	101.645	0,2075
6	Todas las demás causas	114.702	0,2341
Total		489.919	1,0000

Fuente: elaboración propia a partir de información del DANE.

Adicionalmente se cuenta con siete indicadores socioeconómicos para cada uno de los 177 municipios ($n=177$) del área de estudio (Tabla 26) que fueron usados como las posibles covariables que expliquen la variación en la mortalidad proporcional. Considerando que la variable Déficit de Vivienda contiene dos componentes (cuantitativo y cualitativo), el número de covariables (p) consideradas en la modelación fue ocho ($p=8$). Todas las covariables, excepto la “Categorización de los municipios” fueron de carácter numérico.

Tabla 26. Indicadores sociales y económicos para los municipios del área de estudio

Indicador	Descripción del Indicador	Unidad	Periodo	Fuente
Categorización de los municipios	Clasificación de los municipios de acuerdo con el número de habitantes y a sus Ingresos Corrientes de Libre Destinación (ICLD). Su codificación inicial fue de 0 a 6, donde 0 corresponde a las grandes ciudades y 6 los municipios menores. Este indicador se analizó como una variable dicotómica con valores de 0 y 1 representando respectivamente las categorías "0 a 5" (16 municipios no pequeños) y la categoría "6" (161 municipios pequeños).	0 a 6	1993-2012 (constante)	DNP
Índice de desarrollo municipal (IDM)	Mediana de los años 2002-2009. Calculado por el DNP, mide de manera sintética el comportamiento de los municipios en 9 variables de tipo social (servicios públicos, condiciones de vida, educación, etc.) y 3 financiero. El IDM mide el nivel de desarrollo alcanzado por cada municipio, donde menores valores indica menor desarrollo (207). Ver Anexo C.	0 a 1 (0-100)	2002-2009	DNP-DANE
Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)	Usa cinco indicadores simples, para determinar si las necesidades básicas de la población se encuentran cubiertas para clasificarlas como pobres. El indicador NBI indica el porcentaje de la población que presenta al menos una NBI de acuerdo con los indicadores seleccionados: viviendas inadecuadas, viviendas con hacinamiento crítico, viviendas con servicios inadecuados, viviendas con alta dependencia económica, viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela. Mayores valores indican mayor pobreza.	%	2005	DANE
Índice de Pobreza Multidimensional I (IPM)	Mide el grado de privación de la población en un conjunto de cinco dimensiones relacionadas con condiciones educativas del hogar, condiciones de la niñez y juventud, trabajo, salud y acceso a servicios públicos domiciliarios y condiciones de la vivienda. Una persona es multidimensionalmente pobre si no supera la tercera parte de las dimensiones seleccionadas (5/15) o no supera el 33,3% según la ponderación asignada. Mayores valores indican mayor pobreza.	%	2005	DNP
Déficit de Vivienda (DEVI)*	El indicador DEVI mide los hogares en Colombia que se encuentran en déficit de vivienda, ya sea cuantitativo o cualitativo. Este indicador corresponde a la suma de déficit de vivienda cuantitativo + déficit de vivienda cualitativo. Mayores valores indican mayor déficit de vivienda. <ul style="list-style-type: none"> El DEVI Cuantitativo mide si la cantidad de viviendas existentes es insuficiente para albergar a la totalidad de la población del país. El DEVI Cualitativo mide si las viviendas existentes no cumplen con estándares mínimos de calidad y por ende no ofrecen una calidad de vida adecuada a sus moradores. 	%	2005	DANE
Importancia Económica Municipal (IEM)	Muestra el peso relativo que representa el Producto Interno Bruto de cada uno de los municipios dentro de su departamento. Permite visualizar la importancia económica de cada uno de los municipios dentro del departamento que conforman. Mayores valores indican mayores recursos municipales.	%	2013-2015	DANE (Cuentas Departamentales)
Cobertura en salud (%)	Mide el porcentaje de la población que posee aseguramiento en salud. Mayores valores indican mayor proporción de población asegurada	%	2005	DNP

Fuente: elaboración propia.

DPN: Departamento Nacional de Planeación; DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística; * Sin información para 6 municipios (dos de Cauca, tres de Choco y uno de Nariño)

Los indicadores sociales y económicos de la Tabla 26 fueron seleccionados por tener relevancia en el estudio de las desigualdades en salud y además por estar disponibles a nivel de municipio para la región Pacífico de Colombia.

Dos de las ocho covariables tuvieron un tratamiento especial (categorización de los municipios y déficit de vivienda) que se describe a continuación.

Categorías de los municipios

Corresponde a la clasificación de los municipios de Colombia de acuerdo con el número de habitantes y sus Ingresos Corrientes de Libre Destinación (ICLD). Los rangos para esta clasificación se presentan en la Tabla 27, donde la categoría especial incluye a las grandes ciudades y la categoría 6 a los municipios más pequeños.

Tabla 27. Criterios para la clasificación de los municipios de Colombia en siete categorías

Categoría	Código	Nº habitantes	ICLD (smmlv)
Grandes ciudades	Especial (0)	> 500.000	> 400.000
	1	100.001 a 500.000	100.000 a 400.000
	2	50.001 a 100.000	50.000 a 100.000
	3	30.001 a 50.000	30.000 a 50.000
	4	20.001 a 30.000	25.000 a 30.000
	5	10.001 a 20.000	15.000 a 25.000
Municipios más pequeños	6	< 10.000	< 15.000

Fuente: Departamento Nacional de Planeación (DNP)

ICLD: Ingresos corrientes de libre destinación; smmlv: Salario mínimo mensual legal vigente

La distribución de los 177 municipios del área de estudio de acuerdo con la categoría de estos se presenta en la Tabla 28. Se aprecia que el 91,0% de los municipios del área de estudios son municipios pequeños con menos de 10.000 habitantes (categoría 6).

Tabla 28. Clasificación de los municipios del área de estudio de acuerdo con su categoría, año 2005

Categoría	Código	Nº municipios	Porcentaje
Grandes ciudades	Especial (0)	1	0,6
	1	2	1,1
	2	3	1,7
	3	4	2,3
	4	3	1,7
	5	3	1,7
Municipios más pequeños	6	161	91,0
Total		177	100

Fuente: elaboración propia.

Como los tamaños de muestra eran pequeños en cada categoría, nosotros analizamos la categoría del municipio como una variable dicotómica con valores de “0” representando las categorías “0 a 5” (16 municipios no pequeños) y “1” como la categoría “6” (161 municipios pequeños).

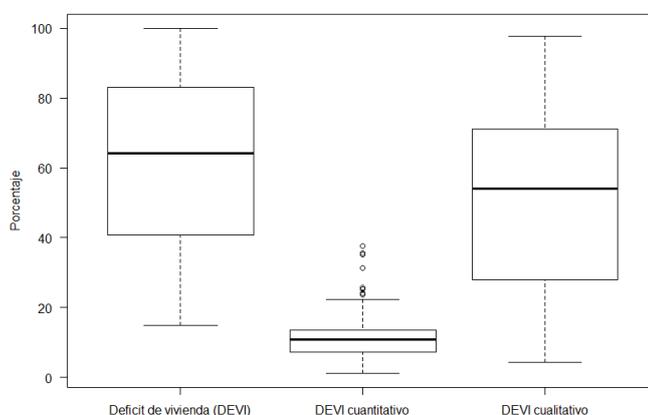
Déficit de Vivienda (DEVI)

La vivienda es un bien complejo y básico que satisface varias necesidades de las personas para su bienestar (208). El acceso a esta es una de las estrategias más importante de la política social ya que contribuye al desarrollo de otras dimensiones, además del crecimiento económico del país.

Con base en la información del Censo 2005 de población y vivienda (donde se recolectó información sobre el número de viviendas, sus características y composición en cuanto a hogares y personas) el DANE realizó la investigación del Déficit de Vivienda (DEVI) con la finalidad de medir las carencias habitacionales en Colombia.

El déficit de vivienda mide las carencias habitacionales desde un componente cuantitativo y otro cualitativo. El déficit de vivienda cuantitativo relaciona el número de hogares con el de viviendas, estimando las unidades faltantes y la proporción de hogares que no cuentan con vivienda suficientes para su población. El déficit de vivienda cualitativo estima la proporción de viviendas en situación de privación porque ellas no cumplen con estándares mínimos de calidad para proporcionar una adecuada calidad de vida a sus habitantes. El indicador déficit de vivienda (%) se conforma de la suma entre el déficit de vivienda cuantitativo (%) más el déficit de vivienda cualitativo (%) (Figura 22), es decir, $DEVI = DEVI \text{ cuantitativo} + DEVI \text{ cualitativo}$.

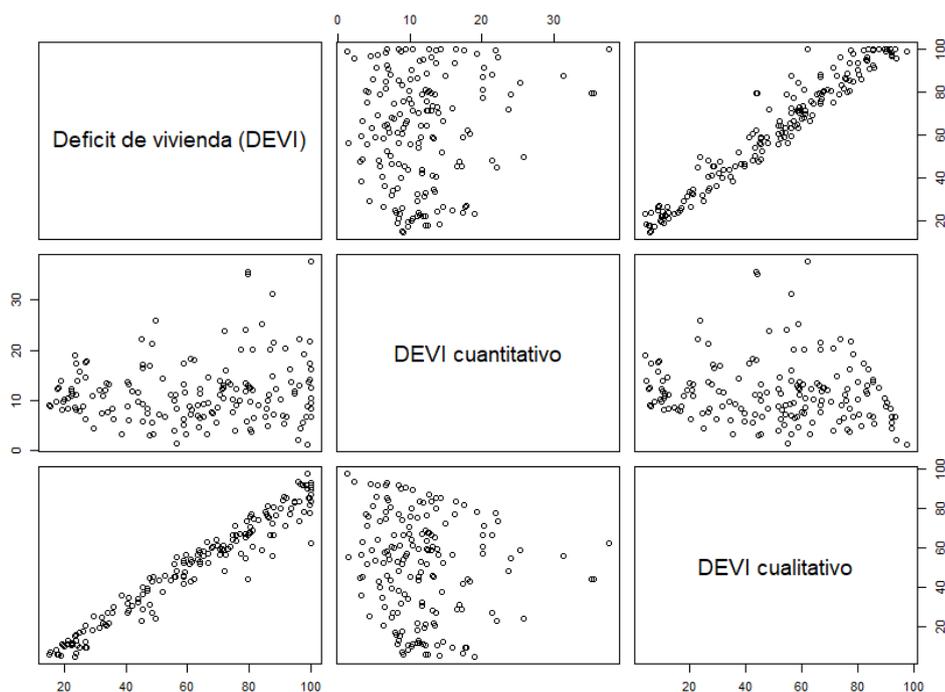
Figura 22. Distribución de los indicadores déficit de vivienda (DEVI), DEVI cuantitativo y DEVI cualitativo en los municipios de la región Pacífico de Colombia, año 2005.



Fuente: elaboración propia.

Debido a la alta correlación entre el indicador DEVI y DEVI cualitativo (Coeficiente de Correlación de Spearman, $R_s = 0,9656$) (Figura 23) solo fueron incluidos en los análisis los indicadores DEVI cuantitativo y DEVI cualitativo.

Figura 23. Matriz de dispersión de los indicadores déficit de vivienda (DEVI), DEVI cuantitativo y DEVI cualitativo en los municipios de la región Pacífico de Colombia, año 2005



Fuente: elaboración propia.

4.3.3 Análisis estadístico

4.3.3.1 Análisis descriptivo

El análisis descriptivo de la mortalidad proporcional incluyó graficas de barras, boxplot, histogramas y diagramas de dispersión para visualizar la información de los municipios.

Se realizó un análisis de correlación usando el Coeficiente de Correlación de Spearman (R_s) para relacionar algunas variables socioeconómicas entre ellas mismas y con las proporciones de mortalidad.

4.3.3.2 Análisis de datos composicionales

La información de la Tabla 25, que muestra la mortalidad proporcional por causa básica de muerte para seis grandes causas de muerte ($G=6$) en la región Pacífico de Colombia, presenta datos (x_i) conocidos como “datos composicionales” que en

estadística se representan por un vector, por ejemplo, $y=(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$, donde sus componentes son positivos ($x_i > 0$) y la sumatoria de ellos es igual a uno, como se simboliza en las ecuaciones (1) y (2):

$$y=(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6), \quad x_i > 0 \quad ; \quad i=1,2,\dots,G \quad (G=6) \quad (1)$$

$$\sum_1^G x_i = 1 \quad (2)$$

La ecuación (2) equivalente a:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 1 \quad (3)$$

Donde los x_i ($i=1,2,\dots,6$) representan la proporción de muertes atribuibles a cada una de las grandes causas presentadas en la Tabla 25: $i=1$: enfermedades transmisibles; $i=2$: neoplasias; $i=3$: enfermedades del sistema circulatorio; $i=4$: ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal; $i=5$: causas externas; e $i=6$: todas las demás causas. Además, como se observa en la Tabla 25 la suma de las proporciones es igual a uno.

Con datos composicionales el análisis multivariado para identificar asociaciones entre variables no se puede realizar de la manera tradicional, pues las restricciones presentadas en las ecuaciones (1) y (2) limitan el espacio muestral y no permiten validar un supuesto importante: la normalidad multivariada.

Diversas aproximaciones han sido propuestas para la modelación con datos composicionales. Por ejemplo, la distribución de Dirichlet propuesta por Aitchison en 1982 (209) pero que impone a los datos la restricción de una estructura de correlación negativa, lo cual no siempre es observado con datos composicionales. En los años 80's John Aitchison introdujo el método Razón-Log (log-ratio, en inglés) reconociendo que la clave para el análisis de datos composicionales estaba en las variaciones de las magnitudes relativas y no en las absolutas (210). Esta nueva perspectiva impulsó nuevas transformaciones.

Los autores Aitchison y Shen 1985 (211) introdujeron una clase de distribución normal logística aditiva para modelar datos composicionales, transformando el espacio muestral restringido en un espacio real que permite el uso de procesos multivariados. Ellos introdujeron las transformaciones Razón Log-Aditiva (RLA) y Razón Log-Centrada (RLC) (212). Posteriormente los autores Rayens y Srinivasan 1991 (213,214) incorporaron la transformación Box-Cox como una generalización de RLA. Otra transformación disponible fue introducida por Egozcue et al. 2003 llamada Razón Log-Isométrica (RLI) construida sobre bases ortogonales (212).

El modelo de regresión multivariado para datos composicionales esta dado por:

$$\underline{y}_i = \underline{\alpha} + \underline{Z}_i \theta + \underline{\varepsilon}_i \quad (4)$$

donde \underline{y}_i es un vector de datos transformados ($1 \times g$) en la unidad muestral i ($i=1,2,\dots,n$) ($n=2.478$) con $g=G-1$ y G siendo el número de componentes en los datos composicionales ($G=6$, las seis grandes causas de muerte y $g=5$); $\underline{\alpha}$ es el vector de intercepto ($1 \times g$); \underline{Z}_i es el vector de covariables ($1 \times p$) del municipio i ($i=1,2,\dots,n$) y $p=8$ covariables; θ es la matriz de coeficientes de regresión ($p \times g$); $\underline{\varepsilon}_i$ es el vector de errores en el municipio i ($1 \times g$).

El vector de datos transformados es $\underline{y}_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik})$, donde y_{ik} es el dato transformado, $y_{ik} = H(x_{ik}/x_{iG})$, siendo $H(\bullet)$ la transformación usada (RLA, RLI o Box-Cox) y x_{ik} es la i -ésima observación del componente k , tal que $x_{ik} > 0$ y $\sum_{k=1}^G x_{ik} = 1$; $i=1,2,\dots, n$ y $k=1,2,\dots,G$. Se toma x_{iG} como una categoría base o de referencia.

Los datos transformados (y_{ik}) se obtienen así:

- Cuando se considera la transformación RLA:

$$y_{ik} = H\left(\frac{x_{ik}}{x_{iG}}\right) = \log\left(\frac{x_{ik}}{x_{iG}}\right) \quad ; \quad i=1,2,\dots, n \quad \text{y} \quad k=1,2,\dots,g \quad (5)$$

- Cuando se considera la transformación Box-Cox:

$$y_{ik} = H\left(\frac{x_{ik}}{x_{iG}}\right) = \begin{cases} \frac{\left(\frac{x_{ik}}{x_{iG}}\right)^{\lambda_k} - 1}{\lambda_k} & ; \quad \text{si } \lambda_k \neq 0 \\ \log\left(\frac{x_{ik}}{x_{iG}}\right) & ; \quad \text{si } \lambda_k = 0 \end{cases} \quad (6)$$

donde λ_k es un parámetro desconocido, $i=1,2,\dots, n$ y $k=1,2,\dots,g$

- Cuando se considera la transformación RLI:

$$y_{ik}^* = H\left(\frac{x_{ik}}{x_{iG}}\right) = \sqrt{\frac{k}{k+1}} \ln \frac{\sqrt[k]{\prod_{j=1}^k x_{ik}}}{x_{ik+1}} \quad ; \quad i=1,2,\dots, n \quad \text{y} \quad k=1,2,\dots,g \quad (7)$$

De la ecuación (6) se observa que la transformación LRA es un caso especial de la transformación Box-Cox, cuando $\lambda_k = 0$. De la ecuación (7) se observa que $\sqrt[k]{\prod_{j=1}^k x_{ik}}$ corresponde a una media geométrica.

4.3.3.3 Modelamiento de la mortalidad proporcional

El análisis con los datos de la Tabla 25 (desagregados para cada año y municipio) se hizo asumiendo la transformación RLA presentada en (5) y RLI presentada en (7), dos transformaciones comúnmente usadas en el análisis de datos composicionales. Para la transformación RLA se tomó x_{iG} , la categoría de referencia, a la proporción de muertes por “Todas las demás causas”.

Considerando la transformación RLA el vector de datos transformado \underline{y}_i (variable respuesta) se presenta en la ecuación (8):

$$\underline{y}_i' = \begin{bmatrix} y_{i1} \\ y_{i2} \\ y_{i3} \\ y_{i4} \\ y_{i5} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \log \left(\frac{\text{Prop. muertes por enfermedades transmisibles}}{\text{Prop. muertes por todas las demás causas}} \right) \\ \log \left(\frac{\text{Prop. muertes por neoplasias}}{\text{Prop. muertes por todas las demás causas}} \right) \\ \log \left(\frac{\text{Prop. muertes por enf. sistema circulatorio}}{\text{Prop. muertes por todas las demás causas}} \right) \\ \log \left(\frac{\text{Prop. muertes por afecciones de periodo perinatal}}{\text{Prop. muertes por todas las demás causas}} \right) \\ \log \left(\frac{\text{Prop. muertes por causas externas}}{\text{Prop. muertes por todas las demás causas}} \right) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \log \left(\frac{x_{i1}}{x_{i6}} \right) \\ \log \left(\frac{x_{i2}}{x_{i6}} \right) \\ \log \left(\frac{x_{i3}}{x_{i6}} \right) \\ \log \left(\frac{x_{i4}}{x_{i6}} \right) \\ \log \left(\frac{x_{i5}}{x_{i6}} \right) \end{bmatrix} \quad (8)$$

Considerando la transformación RLI (con la proporción poblacional p_{ik} substituida por la proporción observada x_{ik}) el vector de datos transformado \underline{y}_i^* (variable respuesta) se presenta en la ecuación (9).

$$\underline{y}_i^{*'} = \begin{bmatrix} y_{i1} \\ y_{i2} \\ y_{i3} \\ y_{i4} \\ y_{i5} \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} y_{i1} &= \sqrt{\frac{1}{2}} \ln \frac{x_{i1}}{x_{i2}} \\ y_{i2} &= \sqrt{\frac{2}{3}} \ln \frac{\sqrt{x_{i1} x_{i2}}}{x_{i3}} \\ y_{i3} &= \sqrt{\frac{3}{4}} \ln \frac{\sqrt[3]{x_{i1} x_{i2} x_{i3}}}{x_{i4}} \\ y_{i4} &= \sqrt{\frac{4}{5}} \ln \frac{\sqrt[4]{x_{i1} x_{i2} x_{i3} x_{i4}}}{x_{i5}} \\ y_{i5} &= \sqrt{\frac{5}{6}} \ln \frac{\sqrt[5]{x_{i1} x_{i2} x_{i3} x_{i4} x_{i5}}}{x_{i6}} \end{aligned} \quad (9)$$

Es decir que las variables respuesta \underline{y}_i en este estudio fue un vector con cinco transformaciones o componentes (y_{ik}) como se muestra en (10).

$$\underline{y}_i = [y_{i1} \quad y_{i2} \quad y_{i3} \quad y_{i4} \quad y_{i5}]$$

$$\text{RLA: } \underline{y}_i = \left[\log\left(\frac{x_{i1}}{x_{i6}}\right) \quad \log\left(\frac{x_{i2}}{x_{i6}}\right) \quad \log\left(\frac{x_{i3}}{x_{i6}}\right) \quad \log\left(\frac{x_{i4}}{x_{i6}}\right) \quad \log\left(\frac{x_{i5}}{x_{i6}}\right) \right] \quad (10)$$

$$\text{RLI: } \underline{y}_i^* = \left[\sqrt{\frac{1}{2}} \ln \frac{x_{i1}}{x_{i2}} \quad \sqrt{\frac{2}{3}} \ln \frac{\sqrt{x_{i1} x_{i2}}}{x_{i3}} \quad \sqrt{\frac{3}{4}} \ln \frac{\sqrt[3]{x_{i1} x_{i2} x_{i3}}}{x_{i4}} \quad \sqrt{\frac{4}{5}} \ln \frac{\sqrt[4]{x_{i1} x_{i2} x_{i3} x_{i4}}}{x_{i5}} \quad \sqrt{\frac{5}{6}} \ln \frac{\sqrt[5]{x_{i1} x_{i2} x_{i3} x_{i4} x_{i5}}}{x_{i6}} \right]$$

donde el subíndice i hace referencia a cada unidad muestral considerada en el estudio (177 municipios en 14 años , i.e., $i=1,2,\dots,2.478$), (x_{i1}) denota la proporción de muertes anuales por enfermedades transmisibles en el i -ésimo municipio; (x_{i2}) la proporción por neoplasias; (x_{i3}) la proporción por enfermedades del sistema circulatorio; (x_{i4}) la proporción por afecciones originadas en el periodo perinatal; (x_{i5}) la proporción por causas externas; y (x_{i6}) la proporción por todas las demás causas.

Los modelos de regresión usaron como covariables (Z_i) a los indicadores socioeconómicos de los municipios presentados en la Tabla 26, así:

- Z_1 : clasificación de los municipios (referencia: 0=municipios no pequeños)
- Z_2 : índice de desarrollo humano municipal (%)
- Z_3 : necesidades básicas insatisfechas (%)
- Z_4 : índice de pobreza multidimensional (%)
- Z_5 : déficit de vivienda cuantitativo (%)
- Z_6 : déficit de vivienda cualitativo (%)
- Z_7 : importancia económica municipal (%)
- Z_8 : cobertura en salud (%)

También se incluyeron como covariables los departamentos, asumiendo variables dummy y con Valle del Cauca como categoría de referencia.

El modelo de regresión presentado en (4) para cada vector respuesta, usando la transformación RLA (8) y RLI (9), las covariables de la Tabla 26 y las variables dummy para cada departamento (12 covariables) fue:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 y_{i1} = \alpha_1 + \beta_{12} \text{años} + \beta_{13} Z_1 + \beta_{14} Z_2 + \beta_{15} Z_3 + \beta_{16} Z_4 + \beta_{17} Z_5 + \beta_{18} Z_6 + \\
 \beta_{19} Z_7 + \beta_{110} Z_8 + \beta_{111} \text{Cauca} + \beta_{112} \text{Chocó} + \beta_{113} \text{Nariño} + \varepsilon_{i1} \\
 y_{i2} = \alpha_2 + \beta_{22} \text{años} + \beta_{23} Z_1 + \beta_{24} Z_2 + \beta_{25} Z_3 + \beta_{26} Z_4 + \beta_{27} Z_5 + \beta_{28} Z_6 + \\
 \beta_{29} Z_7 + \beta_{210} Z_8 + \beta_{211} \text{Cauca} + \beta_{212} \text{Chocó} + \beta_{213} \text{Nariño} + \varepsilon_{i2} \\
 y_{i3} = \alpha_3 + \beta_{32} \text{años} + \beta_{33} Z_1 + \beta_{34} Z_2 + \beta_{35} Z_3 + \beta_{36} Z_4 + \beta_{37} Z_5 + \beta_{38} Z_6 + \\
 \beta_{39} Z_7 + \beta_{310} Z_8 + \beta_{311} \text{Cauca} + \beta_{312} \text{Chocó} + \beta_{313} \text{Nariño} + \varepsilon_{i3} \\
 y_{i4} = \alpha_4 + \beta_{42} \text{años} + \beta_{43} Z_1 + \beta_{44} Z_2 + \beta_{45} Z_3 + \beta_{46} Z_4 + \beta_{47} Z_5 + \beta_{48} Z_6 + \\
 \beta_{49} Z_7 + \beta_{410} Z_8 + \beta_{411} \text{Cauca} + \beta_{412} \text{Chocó} + \beta_{413} \text{Nariño} + \varepsilon_{i4} \\
 y_{i5} = \alpha_5 + \beta_{52} \text{años} + \beta_{53} Z_1 + \beta_{54} Z_2 + \beta_{55} Z_3 + \beta_{56} Z_4 + \beta_{57} Z_5 + \beta_{58} Z_6 + \\
 \beta_{59} Z_7 + \beta_{510} Z_8 + \beta_{511} \text{Cauca} + \beta_{512} \text{Chocó} + \beta_{513} \text{Nariño} + \varepsilon_{i5}
 \end{array} \right. \quad (11)$$

donde $\varepsilon_{i1} \sim N(0 ; \sigma^2_{ik})$; $i=1, \dots, n=2.478$; $k=1, \dots, g=5$. Como se mencionó en la ecuación (1) la modelación de datos composicionales asume que todos los $x_{ik} > 0$ y cuando hay algún valor nulo ($x_{ik} = 0$) su logaritmo en (5) o (7) se indetermina (porque logaritmo natural de cero no existe) y el registro es eliminado del análisis.

Con los datos anuales de mortalidad en los municipios de la región Pacífico se encontraron cero defunciones en algunos grupos, años y municipios. Estos registros serían eliminados del análisis usando las variables respuestas en (8) y (9).

Para solucionar esto se propuso tener una nueva variable respuesta (transformaciones LRA modificada y RLI modificada) adicionando una constante ($c=0,000001$) a las variables respuestas en (8) y (9) en su numerador y denominador, así:

$$\begin{array}{l}
 \text{RLA:} \quad y_{ik} = \log \left(\frac{x_{i1}+c}{x_{i6}+c} \right); \\
 \text{RLI:} \quad y_{ik}^* = \sqrt{\frac{k}{k+1}} \ln \frac{\sqrt[k]{\prod_{j=1}^k x_{ik}+c}}{x_{ik+1}+c}; \quad i=1,2,\dots,2.478; k=1,2,\dots, 5 \quad (12)
 \end{array}$$

El modelamiento de la mortalidad proporcional se realizó bajo los dos enfoques de la estadística: el clásico y el Bayesiano. La modelación de la variable respuesta en (12) bajo el enfoque clásico no tuvo un buen ajuste, por lo que se decidió no presentar sus resultados. Bajo el enfoque Bayesiano las variables respuesta correspondieron a las presentadas en la ecuación (12).

La estimación de los coeficientes de regresión de las ecuaciones en (11) se realizó usando cinco modelos de regresión:

- 1) Bajo un enfoque clásico (Modelo 1), con la variable respuesta presentada en (8) donde se eliminan los registros sin defunciones.
- 2) Bajo un enfoque Bayesiano, con la variable respuesta presentada en (12):
 - a. Usando la transformación RLA modificada y asumiendo independencia entre los y_{ik} (Modelo 2)
 - b. Usando la transformación RLA modificada y asumiendo dependencia entre los y_{ik} (Modelo 3)
 - c. Usando la transformación RLI modificada y asumiendo independencia entre los y_{ik} (Modelo 4)
 - d. Usando la transformación RLI modificada y asumiendo dependencia entre los y_{ik} (Modelo 5)

En el enfoque Bayesiano se asumió que la variable aleatoria Y_{ik} tiene una distribución normal con parámetro media μ_{ik} y varianza σ^2_{ik} . El modelo estadístico es:

$$Y_{ik} \sim N(\mu_{ik}; \sigma^2_{ik}) \quad ; i=1, \dots, n=2.478; k=1, \dots, g=5$$

donde, en los modelos 2 y 4 se asumió independencia entre los y_{ik} :

$$\begin{aligned} \mu_{ik} = & \alpha_{k1} + \beta_{k2} \text{años}_i + \beta_{k3} Z_{1i} + \beta_{k4} Z_{2i} + \beta_{k5} Z_{3i} + \beta_{k6} Z_{4i} + \beta_{k7} Z_{5i} + \beta_{k8} Z_{6i} + \\ & \beta_{k9} Z_{7i} + \beta_{k10} Z_{8i} + \beta_{k11} \text{Cauca}_i + \beta_{k12} \text{Chocó}_i + \beta_{k13} \text{Nariño}_i \quad ; \end{aligned} \quad (13)$$

$k=1, \dots, g=5; i=1, \dots, n=2.478$

Y en los modelos 3 y 5 se asumió dependencia entre los y_{ik} adicionando un factor aleatorio W_i que captura la dependencia entre las respuestas para la misma unidad muestral (municipio):

$$\begin{aligned} \mu_{ik} = & \alpha_{k1} + \beta_{k2} \text{años}_i + \beta_{k3} Z_{1i} + \beta_{k4} Z_{2i} + \beta_{k5} Z_{3i} + \beta_{k6} Z_{4i} + \beta_{k7} Z_{5i} + \beta_{k8} Z_{6i} + \\ & \beta_{k9} Z_{7i} + \beta_{k10} Z_{8i} + \beta_{k11} \text{Cauca}_i + \beta_{k12} \text{Chocó}_i + \beta_{k13} \text{Nariño}_i + W_i \quad ; \end{aligned} \quad (14)$$

$k=1, \dots, g=5; i=1, \dots, n=2.478.$

La estimación de los coeficientes de regresión del modelo 1 se hizo mediante el método de mínimos cuadrados asumiendo errores normales. Se utilizaron métodos gráficos para la validación de los supuestos del modelo en el software Minitab® versión 18.

Para los modelos 2, 3, 4 y 5 (enfoque Bayesiano) se usó el software OpenBUGS versión 3.2.3 (40). Los estimadores Bayesianos de los coeficientes de regresión se obtuvieron usando métodos de simulación de muestras de la distribución a posteriori conjunta, vía métodos de MCMC (ver por ejemplo Gelfand & Smith 1990 (38) o Chib & Greenberg 1995 (39)).

Las distribuciones a priori fueron asumidas informativas así:

- $\alpha_{kj} \sim N(a; 1)$; $k=1,2, \dots, 5$ y $j=1,2, \dots, 13$
- $\beta_{kj} \sim N(a; 1)$; $k=1,2, \dots, 5$ y $j=1,2, \dots, 13$
- $\tau_k \sim \text{Gamma}(1; 1)$; $k=1,2, \dots, 5$
- $W_i \sim N(0; \tau_w)$; $i=1,2, \dots, 2.478$
- $\tau_w \sim \text{Gamma}(1; 1)$

donde $N(\mu; \sigma^2)$ denota una distribución normal con media μ y varianza σ^2 ; a fue asumido conocido con valores iguales a las estimaciones del modelo 1 bajo en enfoque clásico; y $\text{Gamma}(a; b)$ denota una distribución Gamma con media a/b y varianza a/b^2 . Para las inferencias Bayesianas (estimadores puntuales e intervalos de credibilidad del 95%, $IC_{\text{cred}95\%}$) se simularon grandes muestras de la distribución a posteriori conjunta considerando un burn-in de 10.000 para eliminar el efecto de las muestras iniciales. Posteriormente se generaron 100.000 muestras y se escogieron 1.000 (con saltos de 100) para la obtención de los estimadores de Monte Carlo de las medias a posteriori de interés (estimadores Bayesianos). La convergencia de los algoritmos de simulación se verificó a partir de la inspección de gráficos (traceplots) y la comparación de los modelos se hizo por medio del estadístico DIC (Deviance Information Criterion) donde modelos con menor DIC indican un mejor ajuste.

Para los modelos de regresión bajo el enfoque Bayesiano (modelo 2 a 5) también se exploraron distribuciones a priori no informativas con $\beta_{kj} \sim N(0; 10)$ y también $\beta_{kj} \sim N(0; 100)$. Sin embargo, los resultados encontrados fueron divergentes entre ellos, posiblemente debido a una mala convergencia, y por ello estos no fueron incluidos en la tesis.

El tamaño de muestra para los análisis fue determinado por el número de municipios y el periodo de estudio donde el máximo de observaciones fue $n=2.478$ (177 municipios \times 14 años). Para el modelo 1 se eliminaron las observaciones con cero muertes anuales en alguno de los grupos de causas de mortalidad. Para los modelos 2 a 5 se eliminaron 86 observaciones con datos perdidos (sin muertes o sin dato en DEVI) y se realizaron los análisis con $n=2.392$ registros.

Para comparar las composiciones estimadas por departamento (proporciones de cada grupo de causa de muerte, x_{ik}) usando los modelos RLA y RLI, se evaluaron los modelos 2 a 5 usando aquellos registros con defunciones ($x_{ik} > 0$) ($n=1.482$) e incluyendo como covariables solo las variables dummy de los departamentos. Los modelos de regresión presentados en (11) se ajustaron como se presentan en la ecuación (15).

$$\begin{aligned}
y_{i1} &= \alpha_1 + \beta_{111} \text{ Cauca}_i + \beta_{112} \text{ Chocó}_i + \beta_{113} \text{ Nariño}_i + \varepsilon_{i1} \\
y_{i2} &= \alpha_2 + \beta_{211} \text{ Cauca}_i + \beta_{212} \text{ Chocó}_i + \beta_{213} \text{ Nariño}_i + \varepsilon_{i2} \\
y_{i3} &= \alpha_3 + \beta_{311} \text{ Cauca}_i + \beta_{312} \text{ Chocó}_i + \beta_{313} \text{ Nariño}_i + \varepsilon_{i3} \\
y_{i4} &= \alpha_4 + \beta_{411} \text{ Cauca}_i + \beta_{412} \text{ Chocó}_i + \beta_{413} \text{ Nariño}_i + \varepsilon_{i4} \\
y_{i5} &= \alpha_5 + \beta_{511} \text{ Cauca}_i + \beta_{512} \text{ Chocó}_i + \beta_{513} \text{ Nariño}_i + \varepsilon_{i5}
\end{aligned} \tag{15}$$

donde $\varepsilon_{i1} \sim N(0; \sigma^2_{ik})$; $i=1, \dots, n=2.478$; $k=1, \dots, g=5$. Denotamos las seis proporciones de los componentes como π_{i1} , π_{i2} , π_{i3} , π_{i4} , π_{i5} y π_{i6} , con $\pi_{i1} + \pi_{i2} + \pi_{i3} + \pi_{i4} + \pi_{i5} + \pi_{i6} = 1$. Estas proporciones se obtienen igualando las transformaciones RLA y RLI a su valor esperado (200). Para el modelo basado en la transformación RLA:

$$\begin{aligned}
\log\left(\frac{\pi_{i1}}{\pi_{i6}}\right) &= \alpha_1 + \beta_{111} \text{ Cauca}_i + \beta_{112} \text{ Chocó}_i + \beta_{113} \text{ Nariño}_i \\
\log\left(\frac{\pi_{i2}}{\pi_{i6}}\right) &= \alpha_2 + \beta_{211} \text{ Cauca}_i + \beta_{212} \text{ Chocó}_i + \beta_{213} \text{ Nariño}_i \\
\log\left(\frac{\pi_{i3}}{\pi_{i6}}\right) &= \alpha_3 + \beta_{311} \text{ Cauca}_i + \beta_{312} \text{ Chocó}_i + \beta_{313} \text{ Nariño}_i \\
\log\left(\frac{\pi_{i4}}{\pi_{i6}}\right) &= \alpha_4 + \beta_{411} \text{ Cauca}_i + \beta_{412} \text{ Chocó}_i + \beta_{413} \text{ Nariño}_i \\
\log\left(\frac{\pi_{i5}}{\pi_{i6}}\right) &= \alpha_5 + \beta_{511} \text{ Cauca}_i + \beta_{512} \text{ Chocó}_i + \beta_{513} \text{ Nariño}_i
\end{aligned} \tag{16}$$

Para despejar los π_{ik} se aplicó exponencial en (16):

$$\begin{aligned}
\frac{\pi_{i1}}{\pi_{i6}} &= \exp(\alpha_1 + \beta_{111} \text{ Cauca}_i + \beta_{112} \text{ Chocó}_i + \beta_{113} \text{ Nariño}_i) \\
\frac{\pi_{i2}}{\pi_{i6}} &= \exp(\alpha_2 + \beta_{211} \text{ Cauca}_i + \beta_{212} \text{ Chocó}_i + \beta_{213} \text{ Nariño}_i) \\
\frac{\pi_{i3}}{\pi_{i6}} &= \exp(\alpha_3 + \beta_{311} \text{ Cauca}_i + \beta_{312} \text{ Chocó}_i + \beta_{313} \text{ Nariño}_i) \\
\frac{\pi_{i4}}{\pi_{i6}} &= \exp(\alpha_4 + \beta_{411} \text{ Cauca}_i + \beta_{412} \text{ Chocó}_i + \beta_{413} \text{ Nariño}_i) \\
\frac{\pi_{i5}}{\pi_{i6}} &= \exp(\alpha_5 + \beta_{511} \text{ Cauca}_i + \beta_{512} \text{ Chocó}_i + \beta_{513} \text{ Nariño}_i)
\end{aligned} \tag{17}$$

Despejando los π_{ik} en (17):

$$\begin{aligned}
\pi_{i1} &= \pi_{i6} [\exp(\alpha_1 + \beta_{111} \text{ Cauca}_i + \beta_{112} \text{ Chocó}_i + \beta_{113} \text{ Nariño}_i)] \\
\pi_{i2} &= \pi_{i6} [\exp(\alpha_2 + \beta_{211} \text{ Cauca}_i + \beta_{212} \text{ Chocó}_i + \beta_{213} \text{ Nariño}_i)] \\
\pi_{i3} &= \pi_{i6} [\exp(\alpha_3 + \beta_{311} \text{ Cauca}_i + \beta_{312} \text{ Chocó}_i + \beta_{313} \text{ Nariño}_i)] \\
\pi_{i4} &= \pi_{i6} [\exp(\alpha_4 + \beta_{411} \text{ Cauca}_i + \beta_{412} \text{ Chocó}_i + \beta_{413} \text{ Nariño}_i)] \\
\pi_{i5} &= \pi_{i6} [\exp(\alpha_5 + \beta_{511} \text{ Cauca}_i + \beta_{512} \text{ Chocó}_i + \beta_{513} \text{ Nariño}_i)]
\end{aligned} \tag{18}$$

Como: $\pi_{i1} + \pi_{i2} + \pi_{i3} + \pi_{i4} + \pi_{i5} + \pi_{i6} = 1$

Entonces, $\pi_{i1} + \pi_{i2} + \pi_{i3} + \pi_{i4} + \pi_{i5} = 1 - \pi_{i6}$

Partiendo de $(\pi_{i1} + \pi_{i2} + \pi_{i3} + \pi_{i4} + \pi_{i5})$ a partir de las ecuaciones en (18):

$$\begin{aligned} \pi_{i3} = & [\exp(\alpha_3 + \beta_{311} \text{ Cauca}_i + \beta_{312} \text{ Chocó}_i + \beta_{313} \text{ Nariño}_i)] / [1 + \exp(\alpha_1 + \beta_{111} \text{ Cauca}_i + \\ & \beta_{112} \text{ Chocó}_i + \beta_{113} \text{ Nariño}_i) + \exp(\alpha_2 + \beta_{211} \text{ Cauca}_i + \beta_{212} \text{ Chocó}_i + \beta_{213} \text{ Nariño}_i) + \\ & \exp(\alpha_3 + \beta_{311} \text{ Cauca}_i + \beta_{312} \text{ Chocó}_i + \beta_{313} \text{ Nariño}_i) + \exp(\alpha_4 + \beta_{411} \text{ Cauca}_i + \\ & \beta_{412} \text{ Chocó}_i + \beta_{413} \text{ Nariño}_i) + \exp(\alpha_5 + \beta_{511} \text{ Cauca}_i + \beta_{512} \text{ Chocó}_i + \beta_{513} \text{ Nariño}_i)] \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \pi_{i4} = & [\exp(\alpha_4 + \beta_{411} \text{ Cauca}_i + \beta_{412} \text{ Chocó}_i + \beta_{413} \text{ Nariño}_i)] / [1 + \exp(\alpha_1 + \beta_{111} \text{ Cauca}_i + \\ & \beta_{112} \text{ Chocó}_i + \beta_{113} \text{ Nariño}_i) + \exp(\alpha_2 + \beta_{211} \text{ Cauca}_i + \beta_{212} \text{ Chocó}_i + \beta_{213} \text{ Nariño}_i) + \\ & \exp(\alpha_3 + \beta_{311} \text{ Cauca}_i + \beta_{312} \text{ Chocó}_i + \beta_{313} \text{ Nariño}_i) + \exp(\alpha_4 + \beta_{411} \text{ Cauca}_i + \\ & \beta_{412} \text{ Chocó}_i + \beta_{413} \text{ Nariño}_i) + \exp(\alpha_5 + \beta_{511} \text{ Cauca}_i + \beta_{512} \text{ Chocó}_i + \beta_{513} \text{ Nariño}_i)] \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} \pi_{i5} = & [\exp(\alpha_5 + \beta_{511} \text{ Cauca}_i + \beta_{512} \text{ Chocó}_i + \beta_{513} \text{ Nariño}_i)] / [1 + \exp(\alpha_1 + \beta_{111} \text{ Cauca}_i + \\ & \beta_{112} \text{ Chocó}_i + \beta_{113} \text{ Nariño}_i) + \exp(\alpha_2 + \beta_{211} \text{ Cauca}_i + \beta_{212} \text{ Chocó}_i + \beta_{213} \text{ Nariño}_i) + \\ & \exp(\alpha_3 + \beta_{311} \text{ Cauca}_i + \beta_{312} \text{ Chocó}_i + \beta_{313} \text{ Nariño}_i) + \exp(\alpha_4 + \beta_{411} \text{ Cauca}_i + \\ & \beta_{412} \text{ Chocó}_i + \beta_{413} \text{ Nariño}_i) + \exp(\alpha_5 + \beta_{511} \text{ Cauca}_i + \beta_{512} \text{ Chocó}_i + \beta_{513} \text{ Nariño}_i)] \end{aligned} \quad (26)$$

Las proporciones (π_{i1} , π_{i2} , π_{i3} , π_{i4} , π_{i5} y π_{i6}) para el modelo basado en la transformación RLI se obtienen a partir de las ecuaciones en (15) pero reemplazando y_{ik} por la transformación RLI presentada en (9):

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{1}{2}} \ln \frac{\pi_{i1}}{\pi_{i2}} &= \alpha_1 + \beta_{111} \text{ Cauca}_i + \beta_{112} \text{ Chocó}_i + \beta_{113} \text{ Nariño}_i \\ \sqrt{\frac{2}{3}} \ln \frac{\sqrt{\pi_{i1} \pi_{i2}}}{\pi_{i3}} &= \alpha_2 + \beta_{211} \text{ Cauca}_i + \beta_{212} \text{ Chocó}_i + \beta_{213} \text{ Nariño}_i \\ \sqrt{\frac{3}{4}} \ln \frac{\sqrt[3]{\pi_{i1} \pi_{i2} \pi_{i3}}}{\pi_{i4}} &= \alpha_3 + \beta_{311} \text{ Cauca}_i + \beta_{312} \text{ Chocó}_i + \beta_{313} \text{ Nariño}_i \\ \sqrt{\frac{4}{5}} \ln \frac{\sqrt[4]{\pi_{i1} \pi_{i2} \pi_{i3} \pi_{i4}}}{\pi_{i5}} &= \alpha_4 + \beta_{411} \text{ Cauca}_i + \beta_{412} \text{ Chocó}_i + \beta_{413} \text{ Nariño}_i \\ \sqrt{\frac{5}{6}} \ln \frac{\sqrt[5]{\pi_{i1} \pi_{i2} \pi_{i3} \pi_{i4} \pi_{i5}}}{\pi_{i6}} &= \alpha_5 + \beta_{511} \text{ Cauca}_i + \beta_{512} \text{ Chocó}_i + \beta_{513} \text{ Nariño}_i \end{aligned} \quad (27)$$

Debido a la complejidad matemática en la estimación de las seis proporciones (π_{i1} , π_{i2} , π_{i3} , π_{i4} , π_{i5} , π_{i6}) a partir de las ecuaciones en (27) se usaron métodos numéricos para su aproximación. Se usó el método de Newton disponible en el paquete 'nleqslv' de R donde la matriz Jacobiana de las derivadas de las ecuaciones es recalculada en cada iteración.

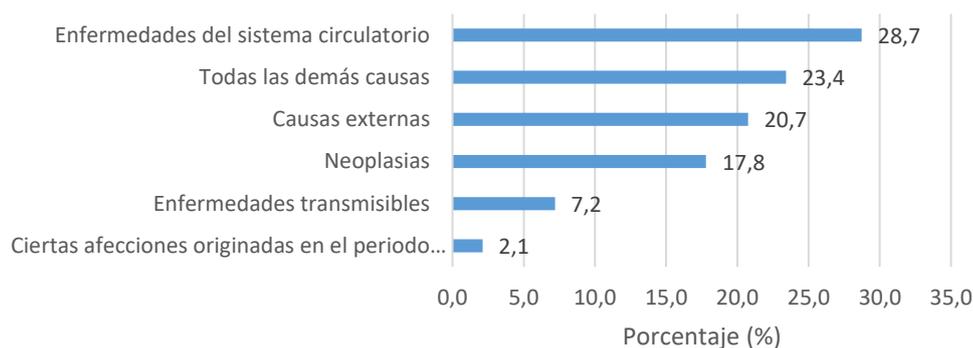
4.4 RESULTADOS DEL CAPITULO

4.4.1 Análisis general de la mortalidad proporcional

En este estudio nosotros analizamos 489.919 defunciones en los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia para el periodo 2002-2105, siendo las principales causas de muerte las enfermedades del sistema circulatorio

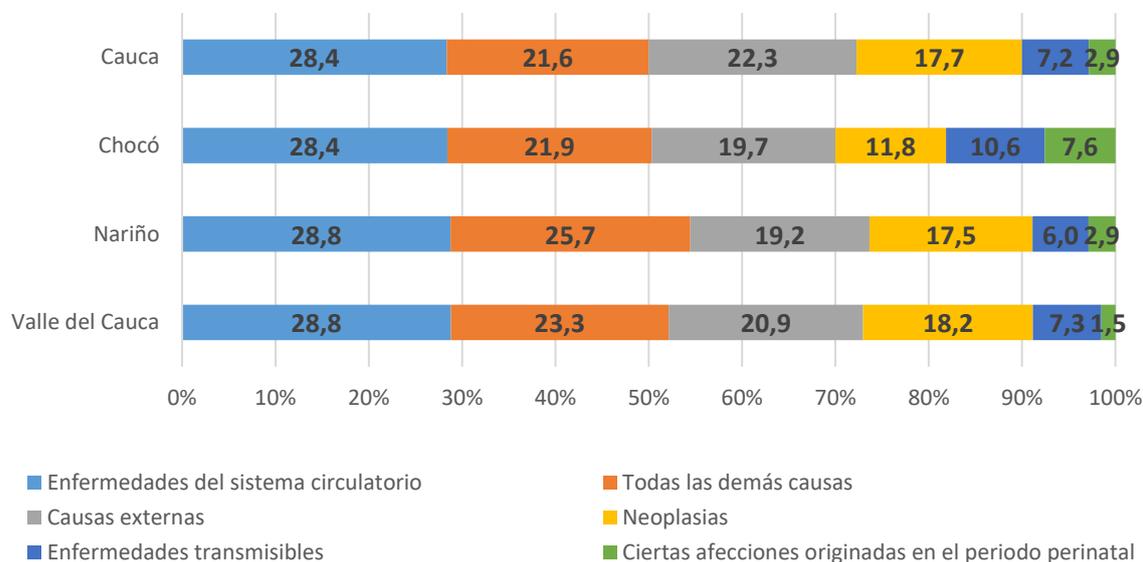
(N=140.734 defunciones; 28,7%), todas las demás causas (N=114.702 defunciones; 23,4%), causas externas (N=101.645 defunciones; 20,7%), neoplasias (N=87.234 defunciones; 17,8%), enfermedades transmisibles (N=35.266 defunciones; 7,2%) y ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (N=10.338 defunciones; 2,1%) (Figura 24).

Figura 24. Distribución de las defunciones (N=489.919) de los departamentos de la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015, según causas de muerte



Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Mortalidad proporcional en los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia, 2002-2015, según causas de muerte



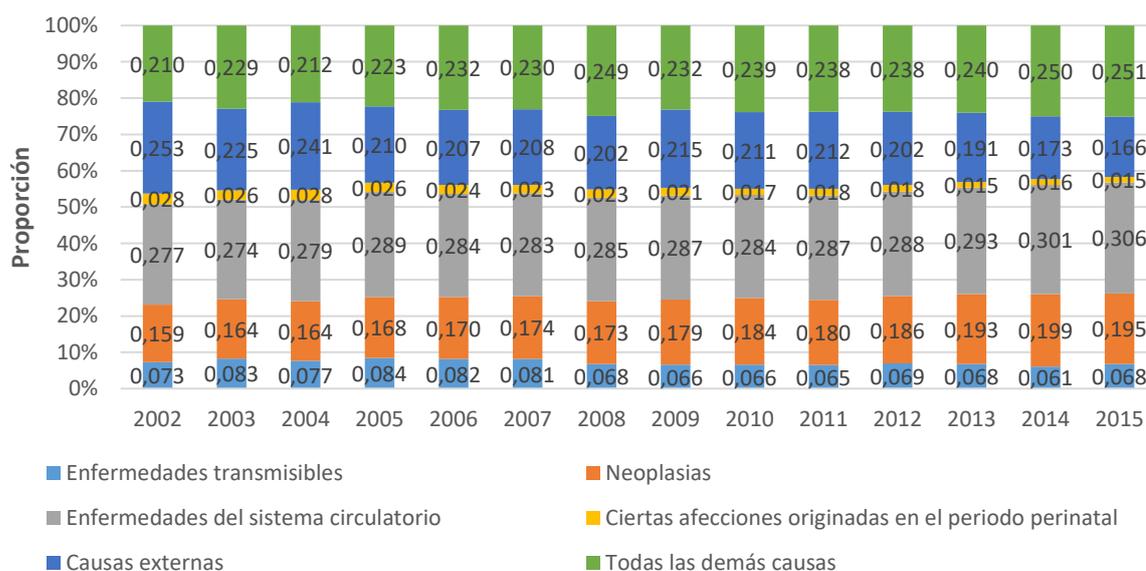
Fuente: elaboración propia.

La mortalidad proporcional por departamento se presenta en la Figura 25. La mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio tuvo un peso similar en los cuatro departamentos. El grupo de mortalidad por todas las demás causas tuvo mayor peso en Nariño (25,7%). La mortalidad por causas externas tuvo mayor peso en Cauca (22,3%). Las neoplasias tuvieron el mayor peso en el Valle del Cauca (18,2%) y el

menor peso en Chocó (11,8%). La mortalidad por enfermedades transmisibles tuvo el mayor peso en Choco (10,6%) al igual que la mortalidad por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (7,6%).

La tendencia de la mortalidad proporcional en la región Pacífico para el periodo de estudio se presenta en la Figura 26 donde se percibe un marcado descenso en la mortalidad proporcional por causas externas que pasó de 25,3% en 2002 a 16,6% en 2015. También se observó un ligero descenso en los grupos de mortalidad por enfermedades transmisibles (de 7,3% a 6,8%) y ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (de 2,8% a 1,5%). Por el contrario, en la región Pacífico de Colombia se observaron aumentos en la mortalidad proporcional por todas las demás causas que durante el periodo 2002-2015 pasó de 21,0% a 25,1%, al igual que en los grupos de enfermedades del sistema circulatorio (de 27,7% a 30,6%) y neoplasias (de 15,9% a 19,5%).

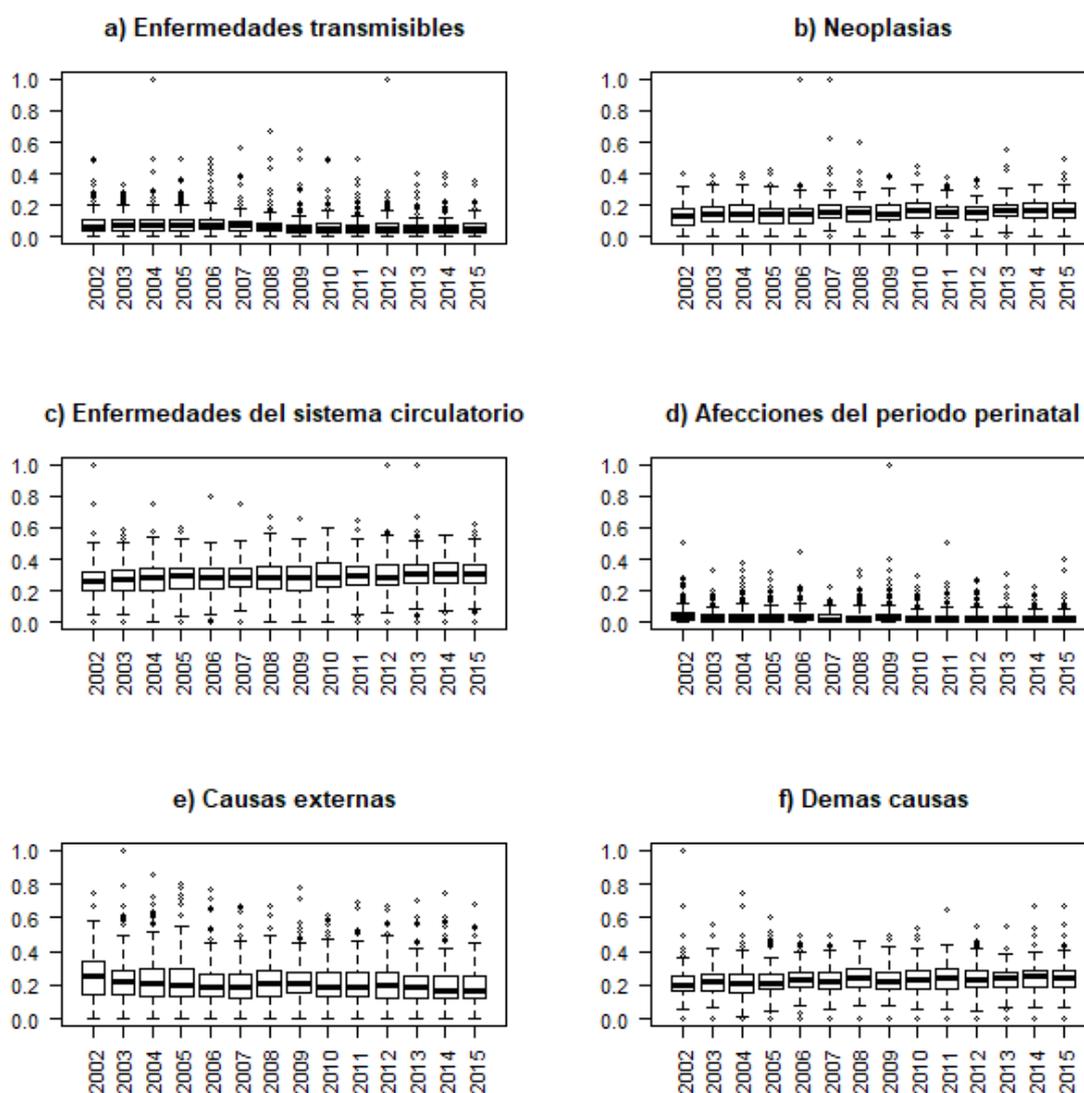
Figura 26. Mortalidad proporcional por los 6 grandes grupos de la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS en todos los departamentos (Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca) durante el periodo 2002-2015



Fuente: elaboración propia.

El análisis de la tendencia de la mortalidad proporcional por grandes causas durante el periodo 2002-2015 se presenta en la Figura 27. Concordando con la información de la Figura 26 se observó un descenso leve en las proporciones de mortalidad por enfermedades transmisibles (Figura 27a) y uno más marcado en las proporciones de mortalidad por causas externas (Figura 27e). Por el contrario, se observó un leve aumento en las proporciones de mortalidad por neoplasias (Figura 27b), enfermedades del sistema circulatorio (Figura 27c) y todas las demás causas (Figura 27f). La tendencia en la mortalidad por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (Figura 27d) parece estable durante el periodo 2002-2015.

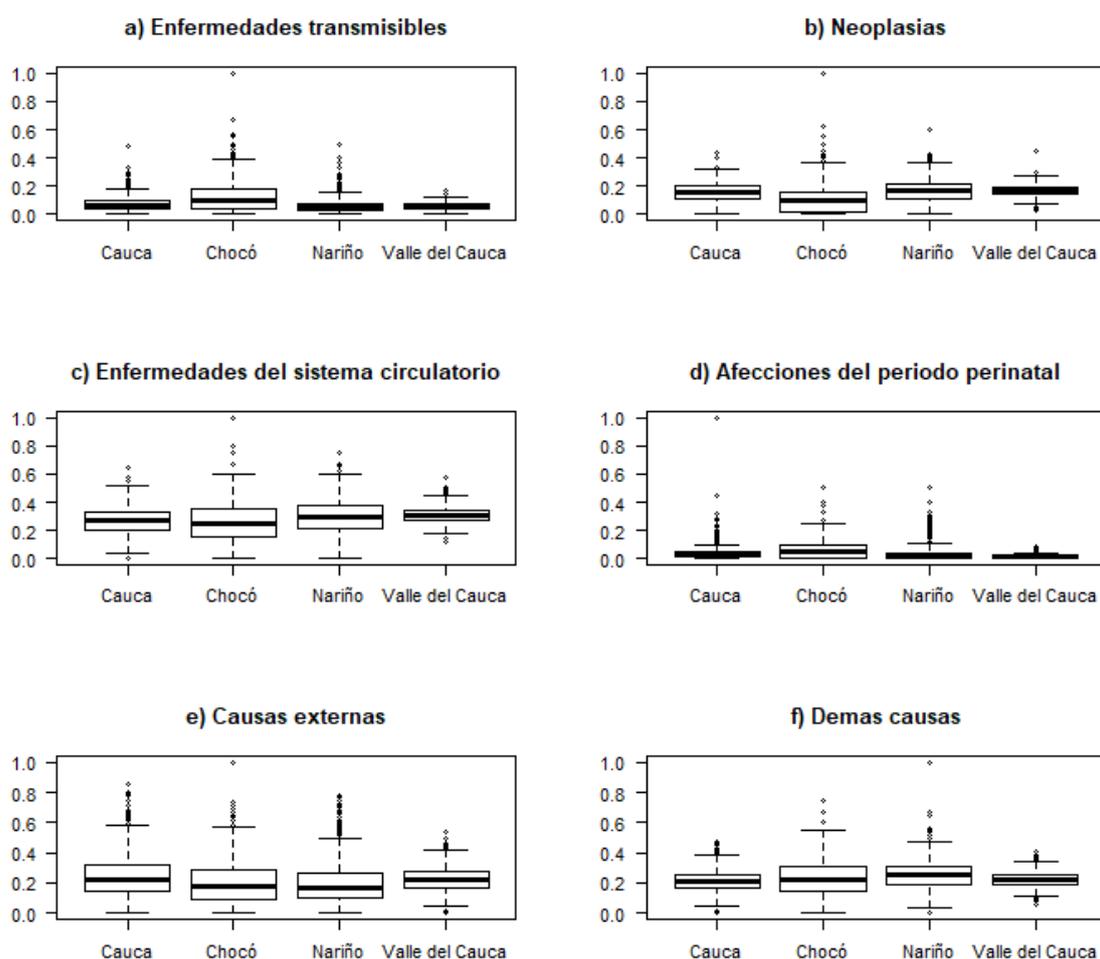
Figura 27. Tendencia anual de la mortalidad proporcional por grandes causas en los municipios de la región Pacífico de Colombia 2002-2015



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 28 se presenta la mortalidad proporcional por grandes causas del periodo 2002-2015 para los cuatro departamentos de la región Pacífico de Colombia. En general, en el departamento del Chocó se observó la mayor variabilidad en las proporciones de mortalidad por las seis grandes causas de muerte, mientras que el Valle del Cauca mostró la menor variabilidad (Figura 28).

Figura 28. Mortalidad proporcional de las grandes causas, por departamento, durante el periodo 2002-2015



Fuente: elaboración propia.

En el departamento de Chocó se observaron las mayores proporciones de mortalidad por enfermedades transmisibles (Figura 28a) y por afecciones del periodo perinatal (Figura 28d), así como las menores proporciones de mortalidad por neoplasias (Figura 28b). No obstante, también se observaron algunos municipios del Chocó con altas tasas de mortalidad por neoplasias (Figura 28b), enfermedades del sistema circulatorio (Figura 28c) y causas externas (Figura 28e).

En el Valle del Cauca se apreciaron las mayores proporciones de mortalidad por neoplasias (Figura 28b), enfermedades del sistema circulatorio (Figura 28c), causas externas (Figura 28e) y todas las demás causas (Figura 28f).

El departamento del Cauca presentó municipios con altas proporciones de mortalidad por causas externas (Figura 28e), enfermedades del sistema circulatorio (Figura 28c) y por afecciones del periodo perinatal (Figura 28d).

El departamento de Nariño mostró altas proporciones de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio (Figura 28c), causas externas (Figura 28e) y todas las demás causas (Figura 28f).

4.4.2 Análisis descriptivo de los indicadores socioeconómicos

La Tabla 29 presenta un análisis descriptivo de los indicadores socioeconómicos de los municipios de la región Pacífico de Colombia. Considerando que todos los indicadores socioeconómicos numéricos poseen una escala de 0 a 100 fue posible graficarlos de manera conjunta en la Figura 29 para observar su distribución y tendencia. En general, la mayor variabilidad la presentaron los indicadores DEVI cualitativo, NBI, y cobertura en salud. Por el contrario, la menor variabilidad fue encontrada para el índice IEM.

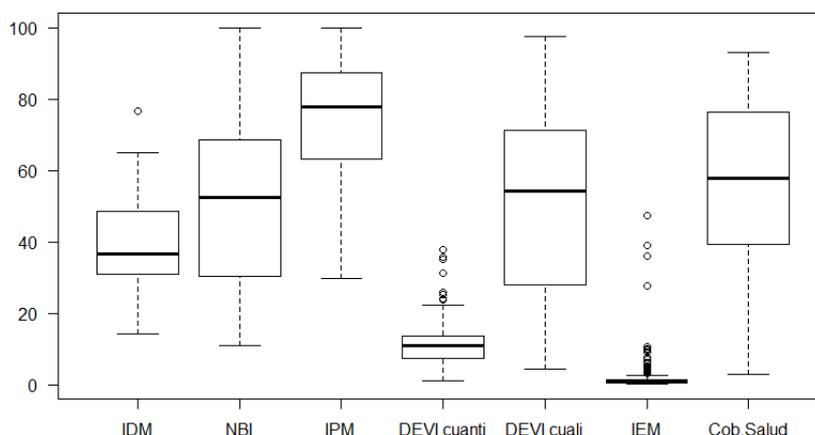
Tabla 29. Estadísticos descriptivos de los indicadores socioeconómicos de los municipios de la región Pacífico de Colombia

Indicador	N	Media	DE	Min	Q1	Mediana	Q3	Max
Índice de desarrollo municipal (IDM) (2002-2009)	177	39,41	11,33	14,20	30,81	36,66	48,62	76,49
Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) (2005)	177	51,45	24,21	11,01	30,37	52,55	68,44	100,00
Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) (2005)	177	73,98	18,01	29,82	63,27	77,85	87,33	100,00
Déficit de Vivienda Cuantitativo (DEVI cuantitativo) (2005)	171	11,56	6,17	1,18	7,35	10,91	13,65	37,69
Déficit de Vivienda Cualitativo (DEVI cualitativo) (2005)	171	50,40	25,79	4,37	27,95	54,15	71,22	97,63
Importancia Económica Municipal (IEM) 2013-2015	177	2,25	5,83	0,10	0,5	0,8	1,4	47,40
Cobertura en salud (2005)	177	56,04	22,11	2,80	39,35	57,77	76,43	93,11

Fuente: Elaboración propia usando los datos información secundaria.

DE: Desviación estándar; Min: Mínimo; Q1: Cuartil 1; Q3: Cuartil 3; Max: Máximo

Figura 29. Diagrama de cajas de los indicadores socioeconómicos de los departamentos de la región Pacífico de Colombia. IDM: Índice de Desarrollo Municipal; NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas; IPM: Índice de Pobreza Multidimensional; DEVI cuanti: Déficit de vivienda cuantitativo; DEVI cuali: Déficit de vivienda cualitativo; IEM: Importancia Económica Municipal; Cob.Salud: Cobertura en salud

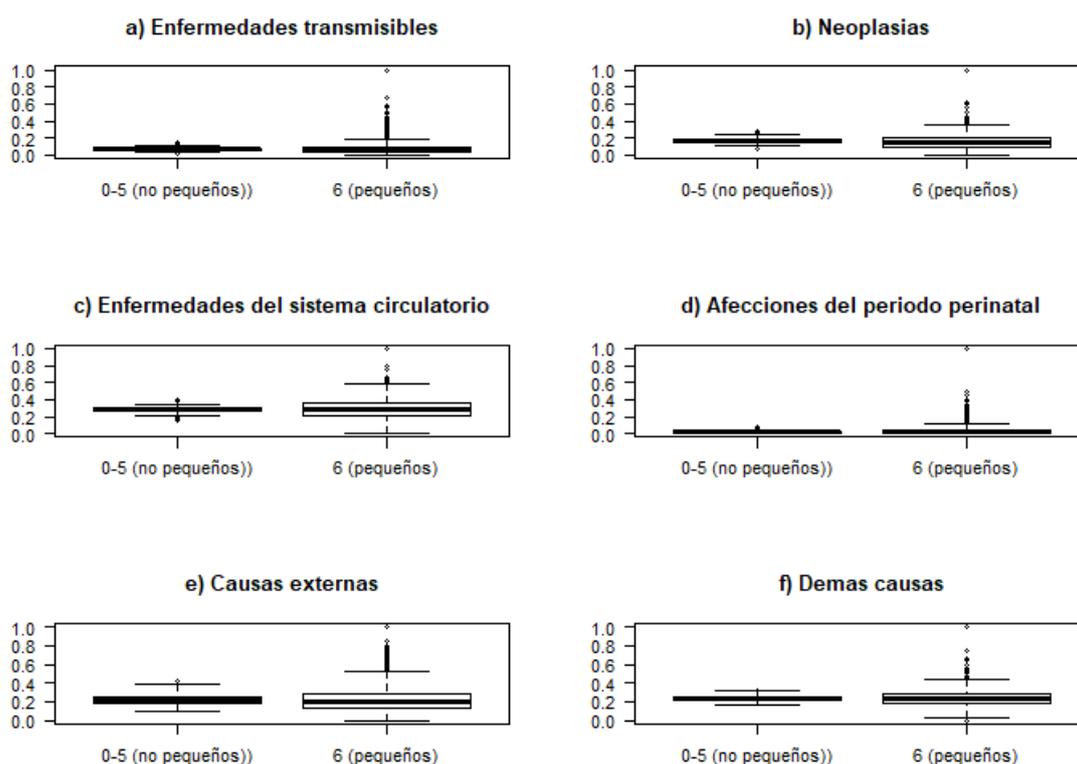


Fuente: elaboración propia.

4.4.3 Mortalidad proporcional según indicadores socioeconómicos

El análisis de la mortalidad proporcional de acuerdo con las categorías de los municipios se presenta en la Figura 30. La mayor variabilidad en las proporciones de mortalidad para las seis grandes causas se observó en los municipios más pequeños, es decir en la categoría 6. En los municipios pequeños se observaron levemente mayores proporciones de mortalidad por enfermedades transmisibles (medianas: 0,077 vs 0, 0682) y perinatal (medianas: 0,038 vs 0.021), mientras que en los municipios no pequeños fueron ligeramente mayores las proporciones de mortalidad por neoplasias (medianas: 0,176 vs 0,152). Las proporciones de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio (medianas: 0,284 vs 0,283), causas externas (medianas: 0,218 vs 0,220) y todas las demás causas (medianas: 0,232 vs 0,232) fueron similares en municipios pequeños y no pequeños, respectivamente.

Figura 30. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con la categoría de los municipios (0-5 no pequeños y 6 pequeños) en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015



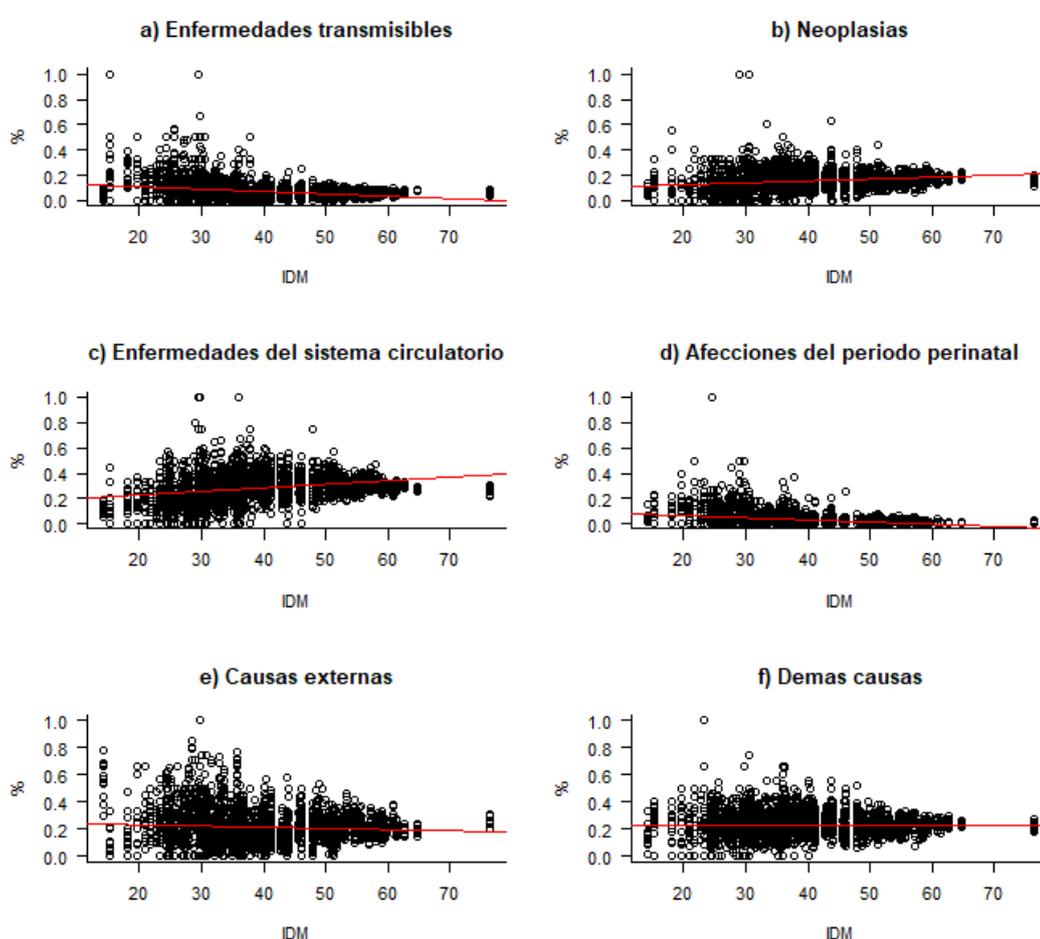
Fuente: elaboración propia.

El análisis de correlación entre las variables socioeconómicas y las proporciones de mortalidad por causas específicas se presentan en las Figura 31 a Figura 37.

La Figura 31 muestra las proporciones de mortalidad por causa básica de acuerdo con el Índice de Desarrollo Municipal (IDM). Se encontró una correlación directa o positiva entre el IDM y las proporciones de mortalidad por neoplasias ($R_s = 0,2947$;

valor $p < 0,001$) (Figura 31b) y enfermedades del sistema circulatorio ($R_s = 0,3072$; valor $p < 0,001$) (Figura 31c). Se encontraron correlaciones inversas o negativas entre el IDM y las proporciones de mortalidad por enfermedades transmisibles ($R_s = -0,1772$; valor $p < 0,001$) (Figura 31a) y ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal ($R_s = -0,2377$; valor $p < 0,001$) (Figura 31d). Por el contrario, el IDM no mostro ninguna correlación con las proporciones de mortalidad por causas externas ($R_s = -0,0127$; valor $p = 0,527$) (Figura 31e) ni todas las demás causas ($R_s = 0,0268$; valor $p = 0,183$) (Figura 31f).

Figura 31. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el Índice de Desarrollo Municipal (IDM) (2002-2009) en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015

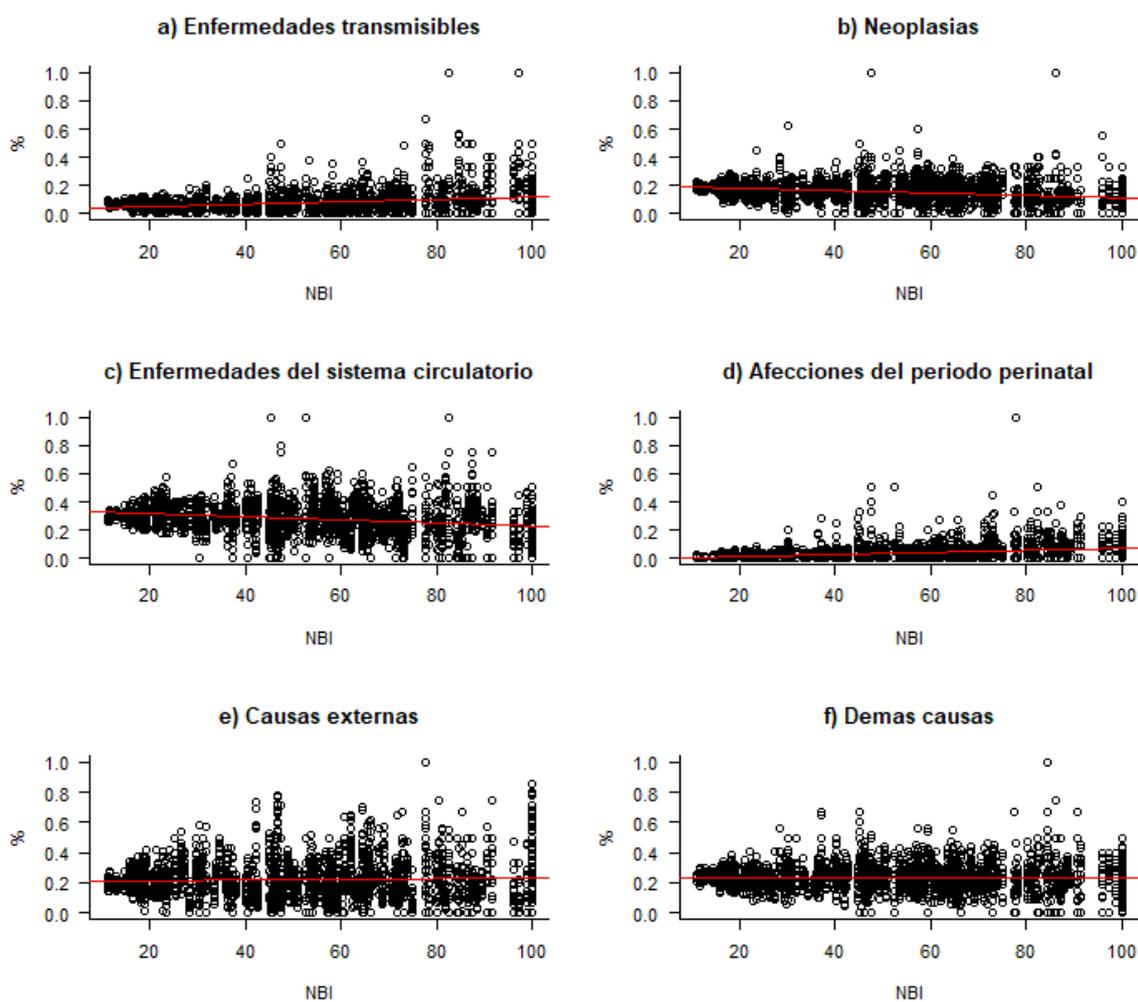


Fuente: elaboración propia.

El indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) mostró que los municipios más pobres (mayor NBI) también mostraron mayor proporción de mortalidad por enfermedades transmisibles ($R_s = 0,1587$; valor $p < 0,001$) (Figura 32a) y por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal ($R_s = 0,2365$; valor $p < 0,001$) (Figura 32d). El NBI se correlacionó negativamente con la proporción de mortalidad por

neoplasias ($R_s = -0,2752$; valor $p < 0,001$) (Figura 32b), enfermedades del sistema circulatorio ($R_s = -0,2251$; valor $p < 0,001$) (Figura 32c) y levemente con causas externas ($R_s = -0,0423$; valor $p = 0,035$) (Figura 32e). No se encontró correlación entre NBI y las proporciones de mortalidad por todas las demás causas ($R_s = -0,0164$; valor $p = 0,415$) (Figura 32d).

Figura 32. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) 2005 en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015

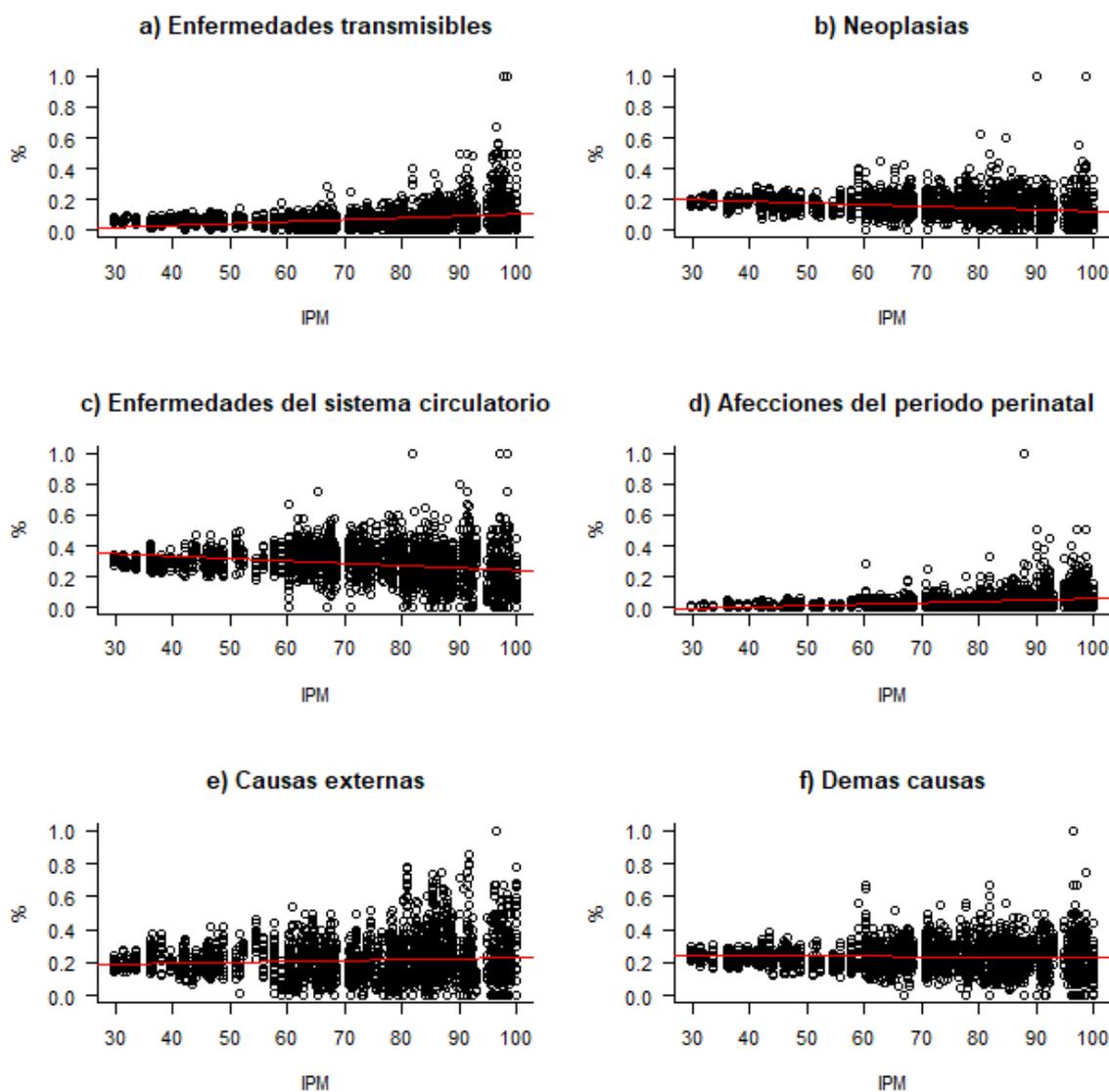


Fuente: elaboración propia.

Las correlaciones entre el indicador Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) y las proporciones de mortalidad de las seis grandes causas se presenta en la Figura 33. Se encontraron correlaciones positivas entre el IPM y las proporciones de mortalidad por enfermedades transmisibles ($R_s = 0,1878$; valor $p < 0,001$) (Figura 33a) y ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal ($R_s = 0,2447$; valor $p < 0,001$) (Figura 33d). El IPM mostró una correlación negativa con las proporciones de mortalidad por neoplasias ($R_s = -0,3242$; valor $p < 0,001$) (Figura 33b), enfermedades del sistema circulatorio ($R_s = -0,2874$; valor $p < 0,001$) (Figura 33c) y levemente con todas las demás causas ($R_s = -0,0501$; valor $p = 0,013$) (Figura 33f). No se encontró correlación

entre el IPM y las proporciones de mortalidad por causas externas ($R_s = 0,0226$; valor $p = 0,260$) (Figura 33e).

Figura 33. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) 2005 en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015

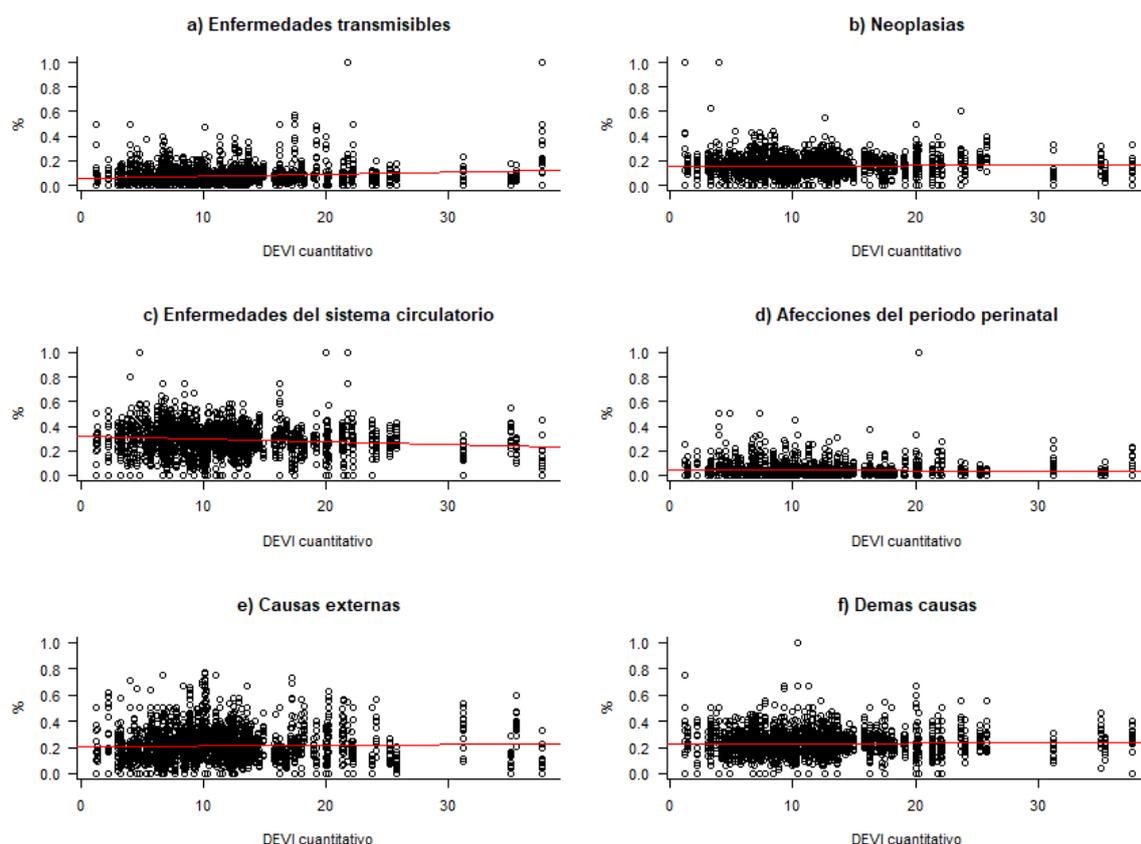


Fuente: elaboración propia.

Las correlaciones entre el indicador déficit de vivienda (DEVI) cuantitativo y las proporciones de mortalidad por las seis grandes causas se presentan en la Figura 34, siendo todas las correlaciones muy bajas. Se encontraron leves correlaciones positivas entre el DEVI cuantitativo y las proporciones de mortalidad por enfermedades transmisibles ($R_s = 0,0715$; valor $p < 0,001$) (Figura 34a), neoplasias ($R_s = 0,0541$; valor $p < 0,001$) (Figura 34b) y causas externas ($R_s = 0,0432$; valor $p = 0,035$) (Figura 34e). También se observaron leves correlaciones negativas entre el DEVI cuantitativo y las proporciones de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio ($R_s = -0,1105$; valor $p < 0,001$) (Figura 34c) y ciertas afecciones originadas

en el periodo perinatal ($R_s = -0,0435$; valor $p \leq 0,033$) (Figura 34d). No se encontró ninguna correlación entre el DEVI cuantitativo y las proporciones de mortalidad por todas las demás causas ($R_s = -0,0117$; valor $p = 0,567$) (Figura 34f).

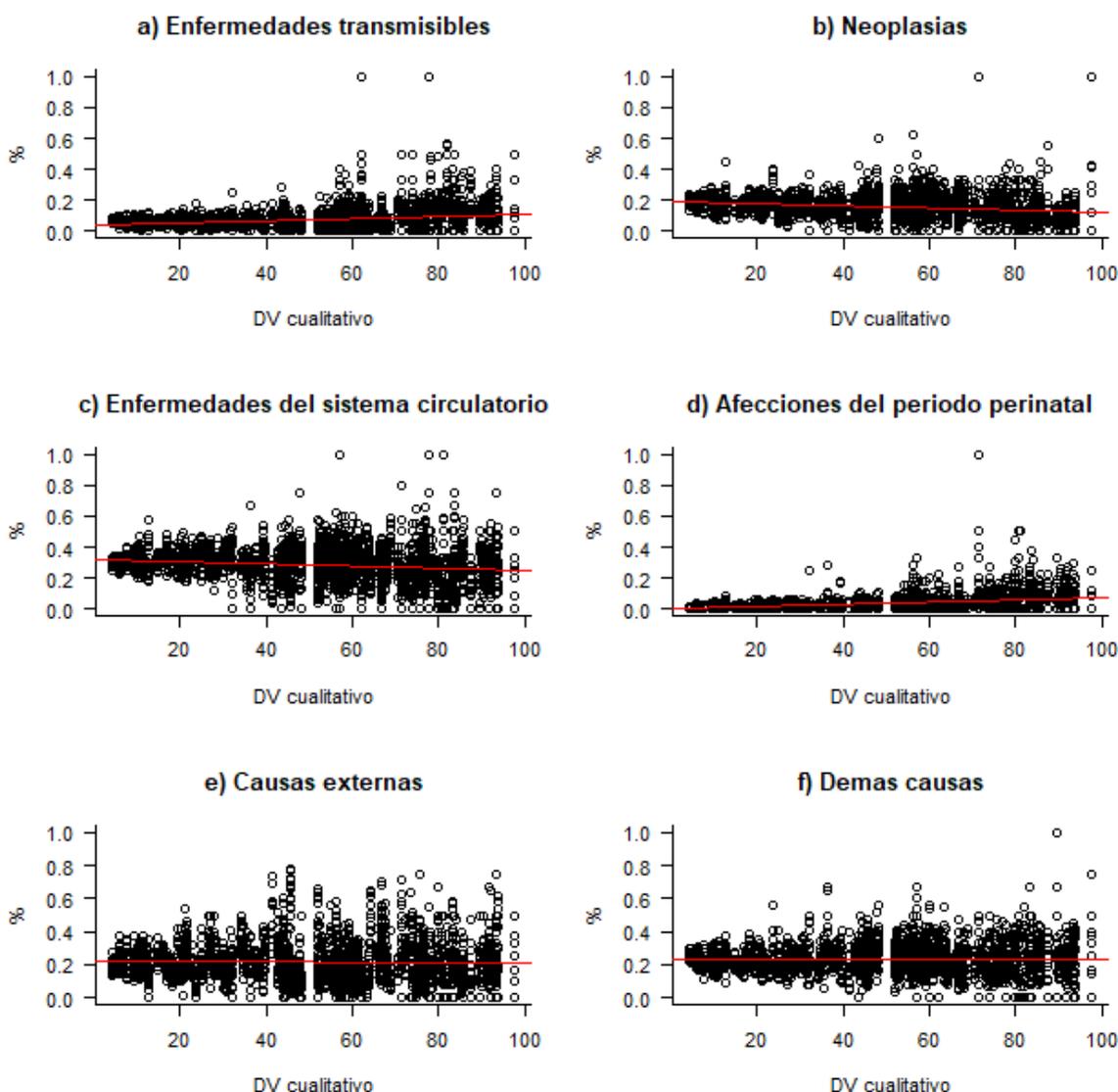
Figura 34. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el indicador Déficit de Vivienda (DEVI) cuantitativo 2005 en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015



Fuente: elaboración propia.

Se encontraron correlaciones positivas entre el déficit de vivienda (DEVI) cualitativo y las proporciones de mortalidad por enfermedades transmisibles ($R_s = 0,1584$; valor $p < 0,001$) (Figura 35a) y ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal ($R_s = 0,2867$; valor $p < 0,001$) (Figura 35d). Por otro lado se encontraron correlaciones negativas entre el DEVI cualitativo y las proporciones de mortalidad por neoplasias ($R_s = -0,2745$; valor $p < 0,001$) (Figura 35b), enfermedades del sistema circulatorio ($R_s = -0,1689$; valor $p < 0,001$) (Figura 35c) y levemente con causas externas ($R_s = -0,0899$; valor $p < 0,001$) (Figura 35e). El índice DEVI cualitativo no mostró relación con las proporciones de mortalidad por todas las demás causas ($R_s = -0,0106$; valor $p = 0,605$) (Figura 35f).

Figura 35. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el indicador Déficit de Vivienda (DEVI) cualitativo 2005 en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015

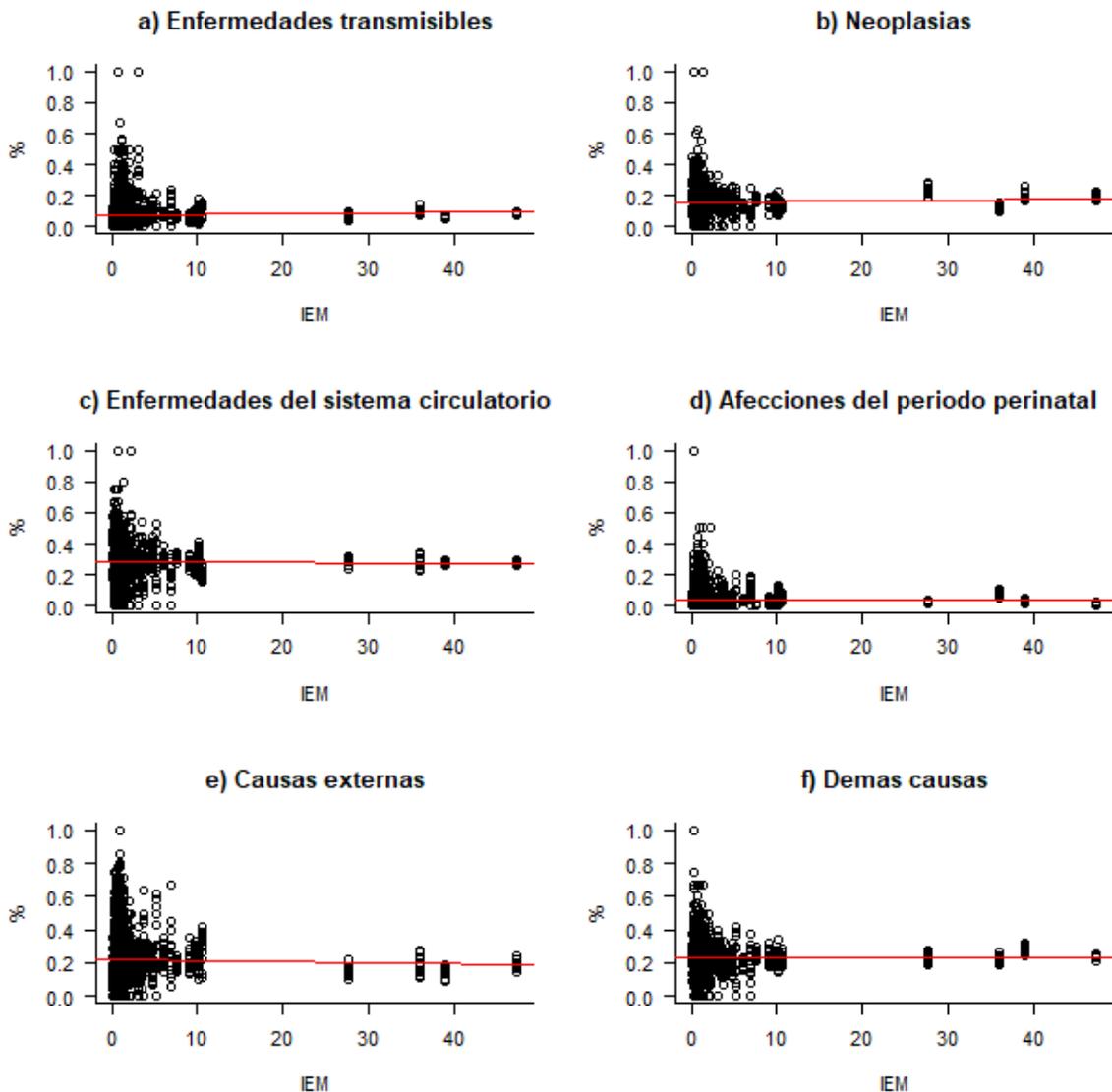


Fuente: elaboración propia.

Las correlaciones entre las proporciones de mortalidad y el indicador Importancia Económica Municipal (IEM) del año 2005 se presenta en la Figura 36. El indicador IEM presentó una correlación positiva con la proporción de mortalidad por enfermedades transmisibles ($R_s = 0,2582$; valor $p < 0,001$) (Figura 36a) y con la proporción de mortalidad por ciertas afecciones del periodo perinatal ($R_s = 0,2435$; valor $p < 0,001$) (Figura 36d). Por el contrario el indicador IEM se correlacionó de forma negativa y leve con la proporción de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio ($R_s = -0,0936$; valor $p < 0,001$) (Figura 36c) y todas las demás causas ($R_s = 0,0556$; valor $p = 0,006$) (Figura 36f). La correlación entre IEM no fue estadísticamente significativa con la proporción de mortalidad por neoplasias ($R_s = -$

0,0349; valor $p = 0,082$) (Figura 36b) ni por causas externas ($R_s = 0,0275$; valor $p = 0,171$) (Figura 36e).

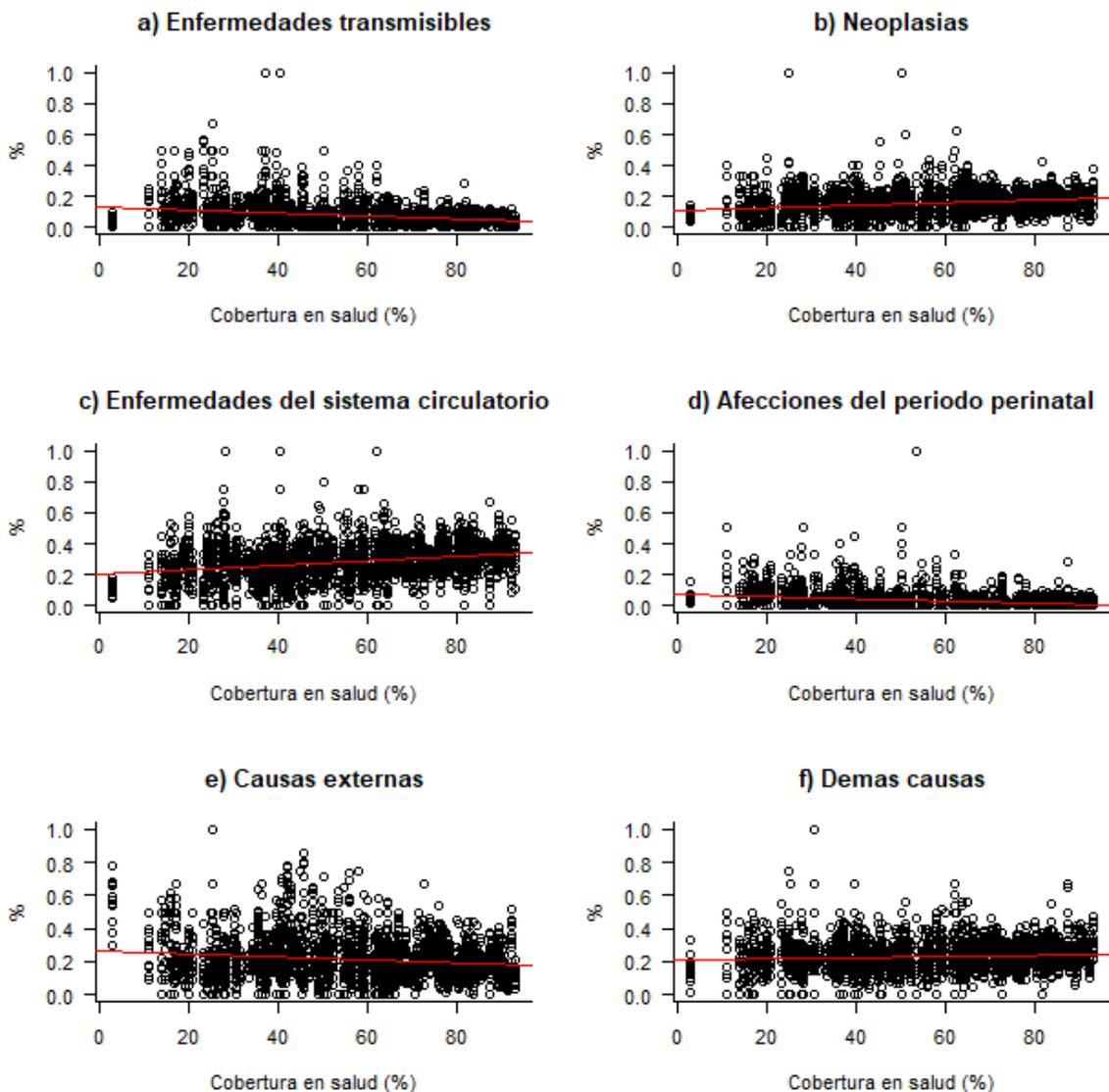
Figura 36. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el indicador Importancia Económica Municipal (IEM) 2005 en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015



Fuente: elaboración propia.

La cobertura en salud (%) se correlacionó negativamente con la proporción de mortalidad por enfermedades transmisibles ($R_s = -0,2219$; valor $p < 0,001$) (Figura 37a), ciertas afecciones del periodo perinatal ($R_s = -0,2417$; valor $p < 0,001$) (Figura 37d) y levemente con causas externas ($R_s = -0,0971$ valor $p < 0,001$) (Figura 37e). También se encontró una correlación positiva entre la cobertura en salud (%) y la proporción de mortalidad por neoplasias ($R_s = 0,2734$; valor $p < 0,001$) (Figura 37ab, enfermedades del sistema circulatorio ($R_s = 0,2681$; valor $p < 0,001$) (Figura 37c) y levemente con todas las demás causas ($R_s = 0,0830$; valor $p < 0,001$) (Figura 37f).

Figura 37. Mortalidad proporcional de las grandes causas de acuerdo con el indicador Cobertura en Salud (%) 2005 en los municipios en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015



Fuente: elaboración propia.

4.4.4 Análisis descriptivo del vector respuesta (y_{ik})

4.4.4.1 Usando la transformación RLA

Usando la transformación RLA las variables respuesta de este estudio fueron presentadas en las ecuaciones (8) y con la transformación RLA modificada en la ecuación (12). Para comprender su esencia se usa como ejemplo los datos de mortalidad de un municipio. Por ejemplo, en el año 2002 la ciudad de Popayán (Cauca) reportó 1.195 muertes como se muestra en la Tabla 30. En esta tabla la columna (1) representa el número de defunciones y la columna (2) la mortalidad proporcional por causa básica de muerte.

Tabla 30. Mortalidad proporcional en el municipio de Popayán (Cauca), año 2002

G_i	Grupo de causa	(1)	(2)
		Frecuencia	Proporción (x_i)
1	Enfermedades transmisibles	81	0,0678 (x _{i1})
2	Neoplasias	227	0,1900 (x _{i2})
3	Enfermedades del sistema circulatorio	334	0,2795 (x _{i3})
4	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	41	0,0343 (x _{i4})
5	Causas externas	268	0,2243 (x _{i5})
6	Todas las demás causas (grupo referencia)	244	0,2042 (x _{i6})
Total		1.195	1,0000

Fuente: elaboración propia.

La transformación RLA presentada en la ecuación (5) se construye como lo muestra la Tabla 31 considerando el grupo de “Todas las demás causas” (x_{i6}) como la categoría base o referencia.

Tabla 31. Construcción de la variable respuesta del estudio usando los datos de defunciones de Popayán (Cauca) para el año 2002

G_i	Grupo de causa	(1)	(2)	(3)
		Razón de proporciones	Logaritmo de la razón de proporciones	Interpretación de (1) y (2)
		$\left(\frac{x_{i1}}{x_{i6}}\right)$	$y_{ik} = \log\left(\frac{x_{i1}}{x_{i6}}\right)$	
1	Enfermedades transmisibles	$\frac{0,0678}{0,2042} = 0,332$	-1,103	Menor mortalidad de este grupo en comparación con “Todas las demás causas”
2	Neoplasias	$\frac{0,1900}{0,2042} = 0,930$	-0,072	Menor mortalidad de este grupo en comparación con “Todas las demás causas”
3	Enfermedades del sistema circulatorio	$\frac{0,2795}{0,2042} = 1,369$	0,314	Mayor mortalidad de este grupo en comparación con “Todas las demás causas”
4	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	$\frac{0,0343}{0,2042} = 0,168$	-1,784	Menor mortalidad de este grupo en comparación con “Todas las demás causas”
5	Causas externas	$\frac{0,2243}{0,2042} = 1,098$	0,094	Mayor mortalidad de este grupo en comparación con “Todas las demás causas”

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 31 la columna (1) muestra el cociente entre la proporción de cada grupo (G_i) y la proporción de muertes del grupo de referencia (todas las demás causas) presentadas en la tabla anterior. En esta columna (1) valores menores que uno indican menor mortalidad del grupo (G_i) en comparación con todas las demás causas, y valores mayores que uno indican mayor mortalidad en el grupo (G_i) en comparación

con todas las demás causas. Un valor exactamente igual a uno indicaría igual proporción de mortalidad en ambos grupos.

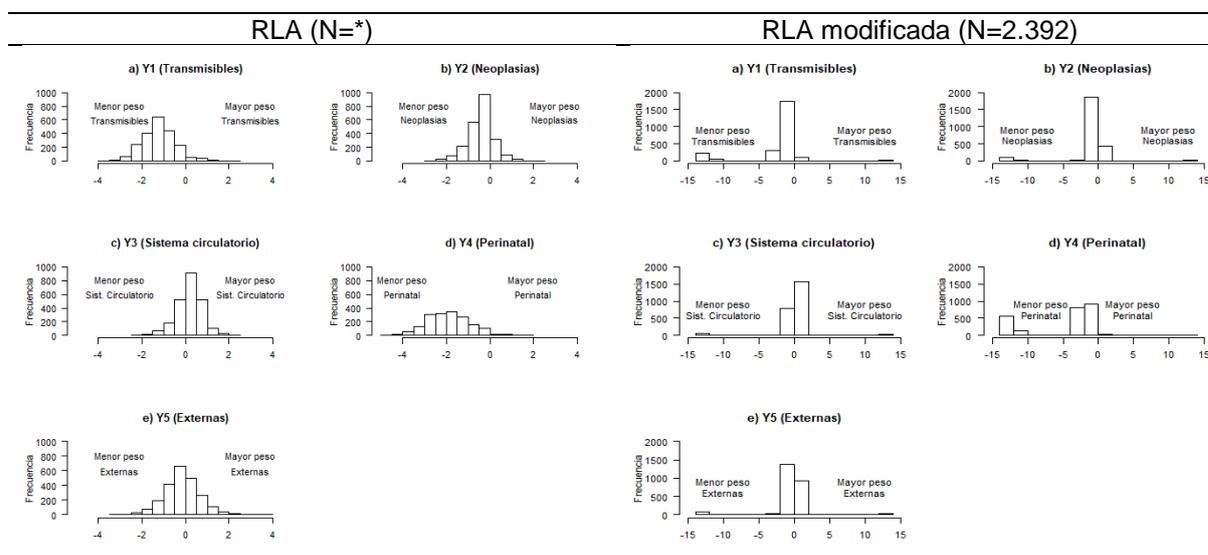
Por ejemplo, para el primer grupo G_1 (enfermedades transmisibles) el cociente entre la mortalidad proporcional de este grupo y la mortalidad proporcional por todas las demás causas fue 0,332 que puede interpretarse de dos formas. Primero, al ser menor que uno (<1) indica que la mortalidad por enfermedades transmisibles es menor que la mortalidad por todas las demás causas. En otras palabras, la mortalidad proporcional por enfermedades transmisibles es menor que la mortalidad proporcional por todas las demás causas. La segunda interpretación habla que la mortalidad por enfermedades transmisibles representa el 33,2% de la proporción de mortalidad por todas las demás causas.

Por el contrario, en la Tabla 31 para el tercer grupo G_3 (enfermedades del sistema circulatorio) el cociente entre la mortalidad proporcional de este grupo y la mortalidad proporcional por todas las demás causas fue 1,369 (mayor que uno) indicando que la mortalidad proporcional por enfermedades del sistema circulatorio es mayor que la mortalidad proporcional por todas las demás causas. En otras palabras, la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio es 36,9% mayor que la proporción de mortalidad por todas las demás causas.

En la Tabla 31 la columna (2) se muestra la variable respuesta del estudio (el logaritmo natural del cociente de dos proporciones), y_{ik} , donde valores negativos indican menor proporción de mortalidad en el grupo G_i en comparación con la proporción de mortalidad de las demás causas, y valores positivos indican mayor proporción de mortalidad en el grupo G_i en comparación con la proporción de mortalidad de las demás causas. Si las proporciones de dos grupos fueran iguales, su cociente sería uno (en la columna 1) y su logaritmo natural sería cero (en la columna 2).

Un análisis gráfico de las variables respuesta usando la transformación RLA y RLA modificada se presenta en la Figura 38. En estas gráficas valores más negativos (<0) indican menor peso de la proporción de mortalidad del grupo G_i en comparación con la proporción de muertes de todas las demás causas y valores más positivos (>0) indican mayor peso de la proporción de mortalidad del grupo G_i en comparación con la proporción de muertes de todas las demás causas. En otras palabras, valores negativos indican mayor peso de la proporción de muertes por todas las demás causas y valores positivos indican mayor peso de la proporción de mortalidad del grupo G_i .

Figura 38. Distribución de las variables respuestas del estudio de acuerdo con la transformación RLA presentada en (8) y RLA modificada presentada en (12)



Fuente: elaboración propia.

* Y1 (N=2.122); Y2 (N=2.277); Y3 (N=2.359); Y4 (N=1.721); Y5 (N=2.327)

Por ejemplo, la transformación RLA para el grupo 1 (G_1 : enfermedades transmisibles) [Figura 38, RLA, a)] se encontró que el 91,5% de los municipios presentaron valores de la variable respuesta (y_{i1}) menores que cero, en el 3,8% fueron exactamente cero y en el 4,7% fueron mayores que cero. Lo anterior indica que en el 91,5% de los municipios la proporción de mortalidad anual por enfermedades transmisibles fue menor que la proporción de mortalidad anual por todas las demás causas, en el 3,8% de los municipios la proporción de mortalidad anual por enfermedades transmisibles fue igual a la proporción de mortalidad anual por todas las demás causas y en el 4,7% de los municipios la proporción de mortalidad por enfermedades transmisibles fue mayor que la proporción de mortalidad por todas las demás causas.

En el grupo 2 (G_2 : neoplasias) [Figura 38, RLA, b)] se encontró que en el 74,0% de los municipios la variable respuesta (y_{i2}) fue menor que cero, en el 7,1% fue exactamente cero y en el 18,9% fue mayor que cero. Lo anterior indica que en el 74,0% de los municipios la proporción de mortalidad por neoplasias fue menor que la proporción de mortalidad por todas las demás causas, en el 7,1% fue igual en ambos grupos y en el 18,9% fue mayor la proporción de mortalidad por neoplasias que la proporción de mortalidad por todas las demás causas.

En el grupo 3 (G_3 : enfermedades del sistema circulatorio) [Figura 38, RLA, c)] se encontró que en el 27,4% de los municipios la proporción de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio fue menor que la proporción de mortalidad por todas las demás causas, en el 5,8% fue igual y en el 66,8% de los municipios fue

mayor la proporción de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio que por todas las demás causas.

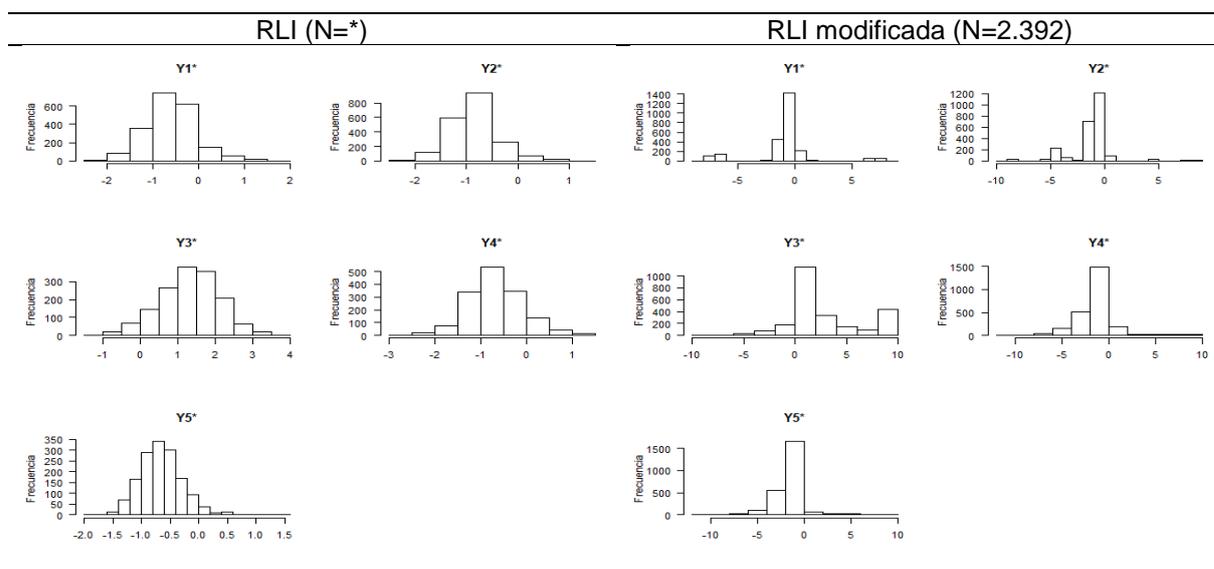
Para el grupo 4 (G_4 : ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal) [Figura 38, RLA, d)] en el 95,3% de los municipios la proporción de mortalidad anual por afecciones originadas en el periodo perinatal fue menor que la proporción de mortalidad anual por todas las demás causas, en el 3,0% de los municipios fue igual en ambos grupos y solo en el 1,7% de los municipios la proporción de mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal superó la proporción de mortalidad por todas las demás causas.

Finalmente, en el grupo 5 (G_5 : causas externas) [Figura 38, RLA, e)] se encontró que en el 54,4% de los municipios la proporción de mortalidad anual por causas externas fue menor que la proporción de mortalidad por todas las demás causas, en el 5,5% de los municipios hubo igual proporción de mortalidad por causas externas y todas las demás causas y en el 40,1% de los municipios la proporción de mortalidad por causas externas fue mayor que la proporción de mortalidad por todas las demás causas.

4.4.4.2 Usando la transformación RLI

Con la transformación RLI el vector respuesta fue presentado la ecuación (9) y con la transformación RLI modificada en la ecuación (12). La Figura 39 muestra las transformaciones RLI y RLI modificada. Sin embargo, su interpretación en contexto no se hizo por la complejidad misma de la transformación.

Figura 39. Distribución de las variables respuestas del estudio de acuerdo con la transformación RLI presentada en (9) y RLI modificada presentada en (12)



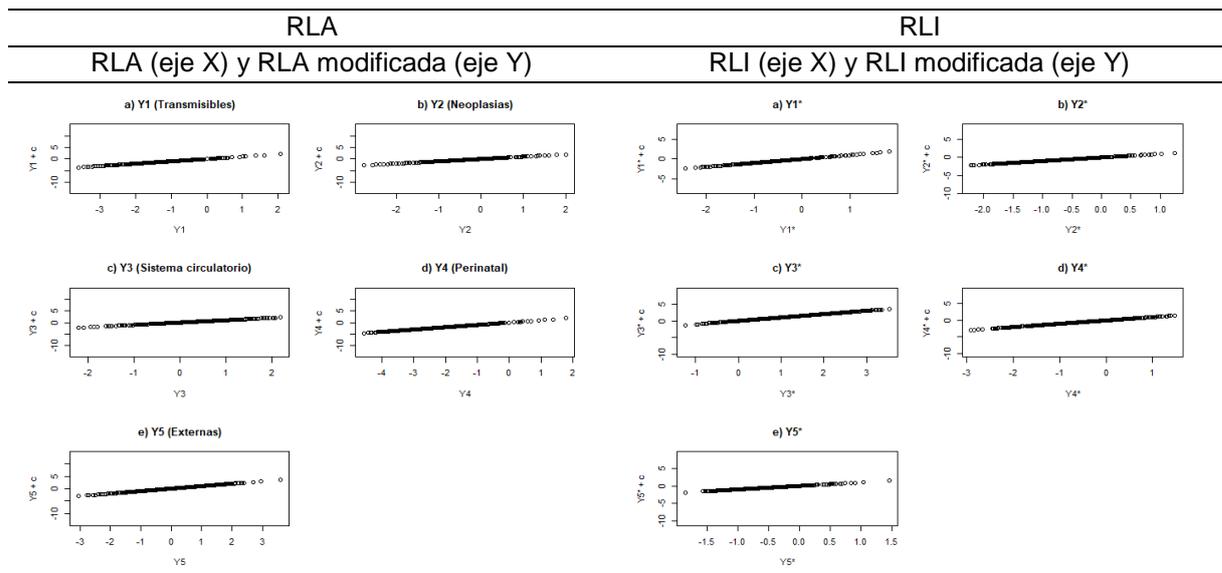
Fuente: elaboración propia.

* Y1* (N=2.047); Y2* (N=2.025); Y3* (N=1.529); Y4* (N=1.510); Y5* (N=1.507)

4.4.5 Correlación entre las transformaciones originales y modificadas

Se encontró que las transformaciones RLA y RLA modificada; y también la transformación RLI y RLI modificada (Figura 40) mostraron correlaciones perfectas ($R_s = 1$).

Figura 40. Graficas de correlación entre la transformación RLA (eje X) y RLA modificada (eje Y); y RLI (eje X) y RLI modificada (eje Y)



Fuente: elaboración propia.

4.4.6 Comparando estimaciones con las transformaciones RLA y RLI

Usando los modelos de regresión basados en las transformaciones RLA y RLI en los $n=1.482$ registros con defunciones ($x_{ik} > 0$) se estimaron las proporciones departamentales de mortalidad por las grandes causas de mortalidad (π_{i1} , π_{i2} , π_{i3} , π_{i4} , π_{i5} y π_{i6}) de acuerdo a las ecuaciones en (15); los resultados se presentan en la Tabla 32.

Usando las estimaciones de α_k y β 's de la Tabla 32, se calcularon las proporciones departamentales de mortalidad cuando se usó la transformación RLA (ecuaciones 21 a 26) y RLI usando el método Newton disponible en R para resolver las ecuaciones en (27). Las proporciones departamentales de mortalidad estimadas se presentan en la Tabla 33 y en la Figura 41. Se observó que los modelos de regresión basados en las dos transformaciones (RLA y RLI) mostraron prácticamente las mismas estimaciones de la mortalidad proporcional.

Usando la transformación RLA, el modelo 3 mostró mejor ajuste que el modelo 2 en todos los componentes del vector respuesta (y_{i1} a y_{i5}), al mostrar un menor DIC (Tabla 32). Usando la transformación RLI el modelo 5 mostró mejor ajuste en los componentes y_{i1}^* y y_{i2}^* , mientras el modelo 4 presentó mejor ajuste en los componentes y_{i3}^* , y_{i4}^* y y_{i5}^* .

Tabla 32. Modelos de regresión con base en las transformaciones RLA y RLI con covariables los departamentos

		Modelo 2			Modelo 3			Modelo 4			Modelo 5			
		Transformación RLA			Transformación RLA			Transformación RLI			Transformación RLI			
		Independencia entre los y_{ik}			Dependencia entre los y_{ik}			Independencia entre los y_{ik}			Dependencia entre los y_{ik}			
		Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)	
y_{i1}	α_1	-1,3510	0,030	-1,3520(-1,413 ; -1,295)	-1,3500	0,031	-1,3500(-1,413 ; -1,287)	y_{i1}^*	-0,7536	0,025	-0,7541(-0,805 ; -0,707)	-0,7532	0,025	-0,7527(-0,802 ; -0,703)
	β_{111}	0,1977	0,043	0,1995(0,110 ; 0,278)	0,1980	0,042	0,1956(0,117 ; 0,286)		0,1818	0,035	0,1833(0,109 ; 0,248)	0,1823	0,034	0,1814(0,115 ; 0,250)
	β_{112}	0,6803	0,060	0,6803(0,562 ; 0,798)	0,6807	0,062	0,6815(0,565 ; 0,799)		0,7834	0,049	0,7834(0,686 ; 0,881)	0,7848	0,049	0,7861(0,693 ; 0,880)
	β_{113}	-0,0720	0,043	-0,0715(-0,159 ; 0,020)	-0,0720	0,043	-0,0721(-0,157 ; 0,009)		0,0751	0,035	0,0755(0,003 ; 0,151)	0,0756	0,035	0,0749(0,007 ; 0,141)
		DIC = 2.839			DIC = 2.677			DIC = 2.272			DIC = 2.184*			
y_{i2}	α_2	-0,2870	0,025	-0,2876(-0,333 ; -0,237)	-0,2872	0,025	-0,2874(-0,333 ; -0,237)	y_{i2}^*	-0,9243	0,020	-0,9249(-0,962 ; -0,883)	-0,9259	0,020	-0,9256(-0,963 ; -0,886)
	β_{211}	-0,0577	0,034	-0,0546(-0,126 ; 0,006)	-0,0567	0,034	-0,0561(-0,123 ; 0,013)		0,1592	0,028	0,1618(0,102 ; 0,212)	0,1611	0,028	0,1610(0,109 ; 0,215)
	β_{212}	-0,4237	0,049	-0,4228(-0,524 ; -0,325)	-0,4256	0,048	-0,4234(-0,523 ; -0,334)		0,2008	0,040	0,2015(0,118 ; 0,282)	0,2011	0,039	0,2016(0,121 ; 0,277)
	β_{213}	-0,1792	0,035	-0,1782(-0,250 ; -0,113)	-0,1766	0,036	-0,1767(-0,249 ; -0,106)		0,0703	0,029	0,0711(0,012 ; 0,125)	0,0735	0,029	0,0738(0,015 ; 0,129)
		DIC = 2.230			DIC = 1.894			DIC = 1.661			DIC = 1.558*			
y_{i3}	α_3	0,3109	0,024	0,3120(0,263 ; 0,359)	0,3121	0,024	0,3111(0,266 ; 0,358)	y_{i4}^*	1,9100	0,031	1,9120(1,849 ; 1,972)	1,9090	0,032	1,9090(1,848 ; 1,971)
	β_{311}	-0,1220	0,034	-0,1233(-0,188 ; -0,055)	-0,1225	0,033	-0,1230(-0,187 ; -0,058)		-0,6549	0,043	-0,6566(-0,739 ; -0,570)	-0,6536	0,046	-0,6538(-0,742 ; -0,562)
	β_{312}	-0,1137	0,050	-0,1149(-0,219 ; -0,014)	-0,1166	0,048	-0,1182(-0,208 ; -0,022)		-1,3930	0,064	-1,395(-1,527 ; -1,266)	-1,3930	0,063	-1,3940(-1,514 ; -1,263)
	β_{313}	-0,2108	0,034	-0,2112(-0,278 ; -0,143)	-0,2104	0,034	-0,2097(-0,273 ; -0,140)		-0,7601	0,044	-0,7606(-0,846 ; -0,673)	-0,7570	0,045	-0,7571(-0,843 ; -0,665)
		DIC = 2.180			DIC = 1.832*			DIC = 2.913			DIC = 3.031			
y_{i4}	α_4	-2,6500	0,034	-2,652(-2,713 ; -2,581)	-2,6510	0,035	-2,653(-2,714 ; -2,579)	y_{i4}^*	-0,8936	0,026	-0,8949(-0,942 ; -0,840)	-0,8943	0,028	-0,8945(-0,946 ; -0,840)
	β_{411}	0,7643	0,050	0,7645(0,663 ; 0,865)	0,7658	0,051	0,7681(0,665 ; 0,860)		0,2131	0,039	0,2133(0,134 ; 0,291)	0,2143	0,040	0,2145(0,136 ; 0,292)
	β_{412}	1,6590	0,070	1,6590(1,517 ; 1,794)	1,6570	0,072	1,6580(1,518 ; 1,794)		0,5787	0,054	0,5792(0,469 ; 0,684)	0,5774	0,056	0,5776(0,468 ; 0,687)
	β_{413}	0,7268	0,049	0,7274(0,628 ; 0,821)	0,7260	0,052	0,7251(0,625 ; 0,824)		0,3384	0,038	0,3388(0,262 ; 0,411)	0,3378	0,040	0,3368(0,257 ; 0,416)
		DIC = 3.337			DIC = 3.225			DIC = 2.566*			DIC = 2.612			
y_{i4}	α_5	0,0064	0,033	0,0062(-0,058 ; 0,071)	0,0059	0,033	0,0063(-0,058 ; 0,071)	y_{i5}^*	-0,7248	0,017	-0,7248(-0,758 ; -0,691)	-0,7256	0,017	-0,7254(-0,758 ; -0,691)
	β_{511}	-0,0454	0,045	-0,0470(-0,130 ; 0,043)	-0,0427	0,048	-0,0452(-0,129 ; 0,054)		0,1342	0,023	0,1333(0,091 ; 0,180)	0,1361	0,025	0,1355(0,09 ; 0,188)
	β_{512}	-0,2029	0,067	-0,2033(-0,334 ; -0,071)	-0,1990	0,068	-0,1964(-0,332 ; -0,069)		0,2900	0,034	0,2899(0,222 ; 0,358)	0,2929	0,036	0,2934(0,219 ; 0,362)
	β_{513}	-0,3114	0,045	-0,3119(-0,398 ; -0,225)	-0,3131	0,045	-0,3123(-0,399 ; -0,229)		-0,0079	0,023	-0,0081(-0,052 ; 0,037)	-0,0083	0,024	-0,0075(-0,057 ; 0,037)
		DIC = 3.100			DIC = 2.910			DIC = 1.118*			DIC = 1.153			

Fuente: elaboración propia. RLA: Razón Log-Aditiva; RLI: Razón Log-Isométrica; DE: Desviación estándar; IC_{cred}95%: intervalos de credibilidad del 95%; DIC: Deviance Information Criterion; * indica el menor valor del DIC entre los cuatro modelos

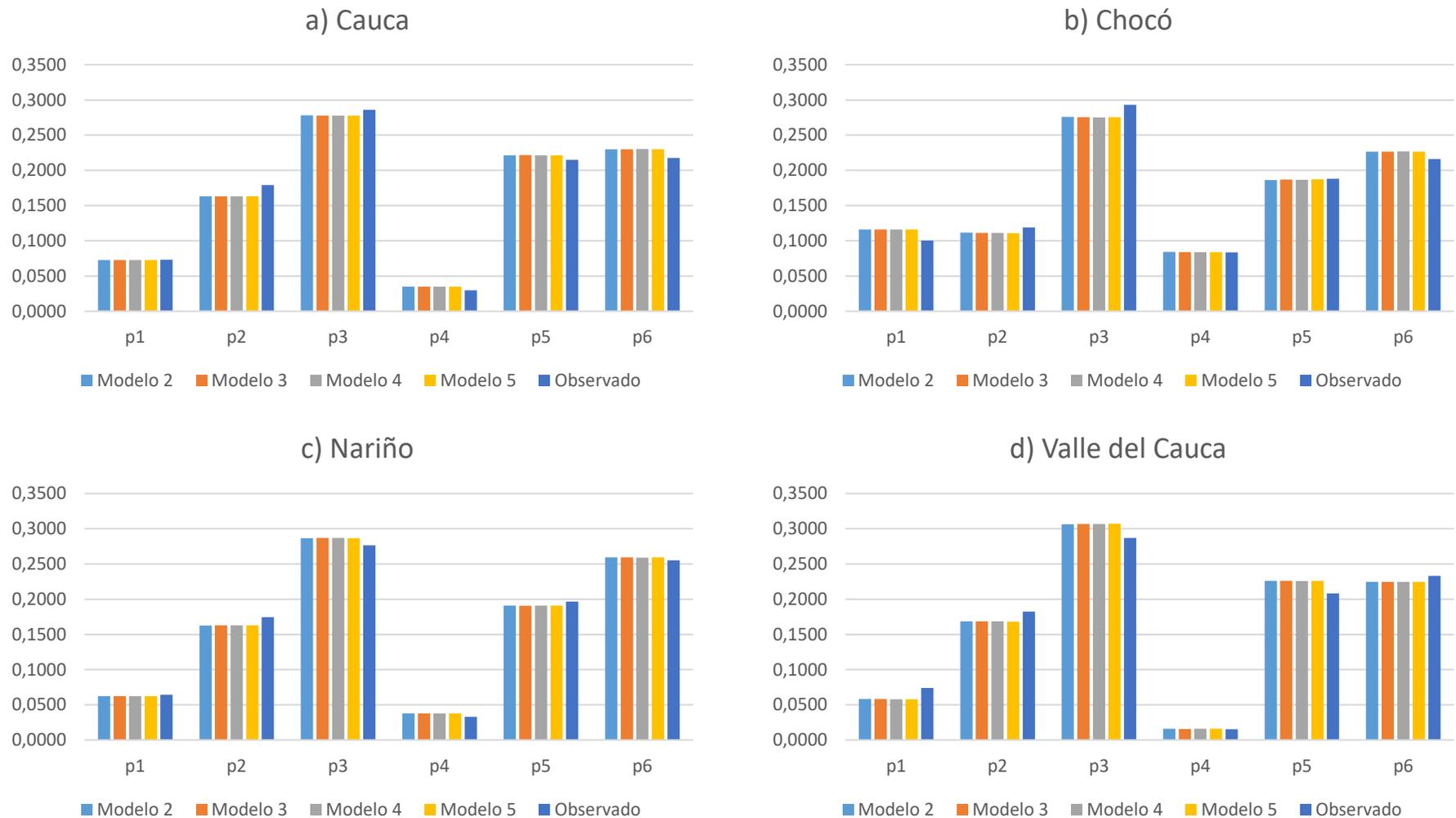
Tabla 33. Proporciones departamentales de mortalidad estimadas usando la transformación RLA y RLI

	Modelo 2				Modelo 3				Modelo 4				Modelo 5			
	Transformación RLA				Transformación RLA				Transformación RLI				Transformación RLI			
	Independencia entre los y_{ik}				Dependencia entre los y_{ik}				Independencia entre los y_{ik}				Dependencia entre los y_{ik}			
	Cauca	Chocó	Nariño	Valle del Cauca	Cauca	Chocó	Nariño	Valle del Cauca	Cauca	Chocó	Nariño	Valle del Cauca	Cauca	Chocó	Nariño	Valle del Cauca
π_1	0,07263	0,11586	0,06248	0,05818	0,07263	0,11591	0,06241	0,05808	0,07265	0,11604	0,06252	0,05823	0,07272	0,11595	0,06249	0,05801
π_2	0,16303	0,11132	0,16267	0,16861	0,16304	0,11113	0,16292	0,16861	0,16302	0,11110	0,16299	0,16853	0,16305	0,11089	0,16292	0,16832
π_3	0,27798	0,27597	0,28657	0,30658	0,27774	0,27530	0,28700	0,30696	0,27791	0,27555	0,28691	0,30687	0,27783	0,27549	0,28661	0,30712
π_4	0,03492	0,08411	0,03789	0,01587	0,03491	0,08394	0,03788	0,01590	0,03490	0,08387	0,03781	0,01585	0,03492	0,08401	0,03779	0,01591
π_5	0,22131	0,18615	0,19111	0,22609	0,22152	0,18679	0,19075	0,22582	0,22160	0,18682	0,19061	0,22592	0,22150	0,18718	0,19090	0,22589
π_6	0,23013	0,22658	0,25928	0,22466	0,23017	0,22692	0,25904	0,22463	0,22992	0,22662	0,25917	0,22460	0,22998	0,22648	0,25929	0,22475
Total	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Fuente: elaboración propia.

RLA: Razón Log-Aditiva; RLI: Razón Log-Isométrica

Figura 41. Mortalidad proporcional por departamento para cada una de las seis grandes causas, estimadas por los modelos (2 a 5) y la proporción observada (n=1.482). P1 a P6, representan respectivamente: π_{i1} , π_{i2} , π_{i3} , π_{i4} , π_{i5} y π_{i6}



Fuente: elaboración propia.

4.4.7 Modelos de regresión Razón Log-Aditivo (RLA)

La estimación de los coeficientes de regresión de las ecuaciones en (11) mediante el enfoque clásico (modelo 1) y el Bayesiano (modelos 2 y 3) se presentan en las Tablas 34 a 38.

Los coeficientes de determinación del modelo 1 (enfoque clásico) variaron entre 4,65% para la respuesta Y_2 (Tabla 35) hasta 47,58% para la respuesta Y_4 (Tabla 37). De los modelos con enfoque Bayesiano basados en la transformación RLA modificada el mejor ajuste lo mostró el modelo 3 (asumiendo dependencia entre los y_{ik}) al presentar un menor DIC en todas las variables respuesta (Y_1 a Y_5) (Tablas 34 a 38).

4.4.7.1 Interpretación de resultados del enfoque clásico (modelo 1)

4.4.7.1.1 Respuesta $Y_1 = \log(\text{proporción muertes por enfermedades transmisibles} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

Las covariables incluidas en el modelo 1 explicaron el 24,69% de la variabilidad total de la variable respuesta Y_1 (Tabla 34). Todas las variables socioeconómicas que se correlacionaron significativamente con Y_1 , (valor $p < 0,05$) (Tabla 34), mostraron una relación negativa: años ($\hat{\beta}_{12} = -0,0427$), categoría del municipio ($\hat{\beta}_{13} = -0,2978$), índice de desarrollo humano ($\hat{\beta}_{14} = -0,0180$) y cobertura en salud ($\hat{\beta}_{110} = -0,0061$).

El parámetro estimado para la variable años ($\hat{\beta}_{12} = -0,0427$) indica que la razón de proporciones de mortalidad (enfermedades transmisibles / todas las demás causas) está disminuyendo en el tiempo o, en otras palabras, la proporción de mortalidad por enfermedades transmisibles está disminuyendo mientras aumenta la proporción de mortalidad por todas las demás causas. El parámetro de la categoría del municipio ($\hat{\beta}_{13} = -0,2978$) indica una tendencia al descenso en el peso de la mortalidad por enfermedades transmisibles en municipios más pequeños de la región Pacífico. El parámetro negativo del índice de desarrollo humano ($\hat{\beta}_{14} = -0,0180$) se interpreta como una tendencia promedio de mayor peso en la mortalidad relativa por enfermedades transmisibles, en comparación con la mortalidad relativa por todas las demás causas, en los municipios menos desarrollados. El parámetro negativo de la cobertura en salud ($\hat{\beta}_{110} = -0,0061$) también indica un mayor peso relativo de las enfermedades transmisibles en aquellos municipios con menor cobertura en salud.

En comparación con el Valle del Cauca, los departamentos de Cauca ($\hat{\beta}_{111} = -0,1618$) y Nariño ($\hat{\beta}_{113} = -0,3013$) mostraron menor peso relativo de las enfermedades transmisibles y mayor peso de todas las demás causas. Por el contrario, el departamento de Chocó mostró mayor peso relativo de la mortalidad por enfermedades transmisibles en comparación con la mortalidad proporcional por todas las demás causas ($\hat{\beta}_{112} = -0,2315$).

4.4.7.1.2 Respuesta $Y_2 = \log(\text{proporción muertes por neoplasias} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

Las covariables socioeconómicas en el modelo 1 explicaron tan solo el 4,65% de la variabilidad total de la respuesta Y_2 (Tabla 35). Las covariables que se correlacionaron con Y_2 (valor $p < 0,05$), mostraron una correlación positiva (Tabla 35), para los indicadores índice de desarrollo humano ($\hat{\beta}_{24} = 0,0095$), cobertura en salud ($\hat{\beta}_{210} = 0,0033$) y con mayores valores en Cauca ($\hat{\beta}_{211} = 0,1874$) en comparación con Valle del Cauca (referencia). Lo anterior se interpreta que la proporción de mortalidad por neoplasias tuvo mayor importancia que la proporción de mortalidad por las demás causas en los municipios más desarrollados y con una mayor cobertura en salud.

Además, la mortalidad proporcional por neoplasias tuvo mayor peso que la mortalidad proporcional por las demás causas en el departamento del Cauca, en comparación con el Valle del Cauca.

4.4.7.1.3 Respuesta $Y_3 = \log(\text{proporción muertes por enfermedades del sistema circulatorio} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

Las covariables del modelo 1 explicaron el 7,15% de la variabilidad de la variable respuesta Y_3 en función del modelo (Tabla 36). Las covariables que se correlacionaron positivamente con la respuesta Y_3 (valor $p < 0,05$) (Tabla 36) fueron la categoría del municipio, el índice de desarrollo humano, el déficit de vivienda cualitativo y la cobertura en salud. Lo anterior indica que, en comparación con la mortalidad proporcional por todas las demás causas, la mortalidad proporcional por enfermedades del sistema circulatorio tuvo mayor peso en municipios pequeños ($\hat{\beta}_{33} = 0,2690$), en los más desarrollados ($\hat{\beta}_{34} = 0,0278$), en aquellos con peores condiciones de vivienda ($\hat{\beta}_{38} = 0,0056$) y también en los municipios con mayor cobertura en salud ($\hat{\beta}_{310} = 0,0027$).

Además, en el departamento del Cauca tuvo mayor peso la mortalidad proporcional por enfermedades del sistema circulatorio que la mortalidad proporcional por todas las demás causas ($\hat{\beta}_{311} = 0,1005$) en comparación con el Valle del Cauca (referencia).

4.4.7.1.4 Respuesta $Y_4 = \log(\text{proporción muertes por afecciones originadas en el periodo perinatal} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

De los modelos con enfoque clásico el mejor ajuste fue para la explicación de la variable respuesta Y_4 donde las covariables explicaron el 47,58% de su variabilidad (Tabla 37). Se encontró menor peso relativo de la mortalidad perinatal en comparación con todas las demás causas (valor $p < 0,05$) con el pasar del tiempo ($\hat{\beta}_{42} = -0,0474$). También se observó mayor proporción de mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal en comparación con la proporción de muertes por todas las demás

causas en los municipios menos desarrollados ($\hat{\beta}_{44} = -0,0175$) y en aquellos con menores NBI ($\hat{\beta}_{45} = -0,0045$). También hubo mayor peso relativo de la mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal en los municipios con mayores niveles de pobreza multidimensional ($\hat{\beta}_{46} = 0,0099$), con peores condiciones de vivienda ($\hat{\beta}_{48} = 0,0127$) y con mayores recursos municipales ($\hat{\beta}_{49} = 0,0074$).

En comparación con el Valle del Cauca, en Cauca hubo menor peso de la proporción de muertes por afecciones perinatales ($\hat{\beta}_{411} = -0,1148$) mientras que Chocó se encontró mayor peso de este grupo ($\hat{\beta}_{412} = 0,3637$).

4.4.7.1.5 Respuesta $Y_5 = \log(\text{proporción muertes por causas externas} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

Las variables del modelo 1 con variable respuesta Y_5 explicaron el 9,11% de la variabilidad total (Tabla 38). La razón de proporciones de mortalidad por causas externas en comparación con todas las demás causas disminuyó durante el periodo de estudio ($\hat{\beta}_{52} = -0,0292$), tendencia que también se observó en los municipios más pequeños ($\hat{\beta}_{53} = -0,2081$). El peso de la mortalidad por causas externas mostró mayor peso en los municipios con mayor IPM, es decir, en los más pobres ($\hat{\beta}_{56} = 0,0165$) y también en los municipios con mejores condiciones de vivienda ($\hat{\beta}_{58} = -0,0099$).

Finalmente, la mortalidad por causas externas tuvo menor peso que la mortalidad por todas las demás causas en Cauca ($\hat{\beta}_{511} = -0,1838$), Chocó ($\hat{\beta}_{512} = -0,3006$) y Nariño ($\hat{\beta}_{513} = -0,4277$) en comparación con el Valle del Cauca.

4.4.7.1.6 Validación de los supuestos de los modelos de regresión ajustados bajo el enfoque clásico (modelo 1)

A partir del análisis gráfico de los residuos se verificaron los supuestos necesarios para el modelo de regresión (modelo 1 con y_{ik} con $k=1,\dots,5$) (normalidad, varianza constante e independencia de los errores). Estos resultados no se incluyeron en el documento por economía de espacio.

4.4.7.2 Interpretación de resultados del enfoque Bayesiano (modelos 2 y 3)

Basados en la transformación RLA modificada los modelos ajustados bajo el enfoque Bayesiano fueron el modelo 2 (asumiendo independencia entre los y_{ik}) y el modelo 3 (asumiendo dependencia entre los y_{ik}). Estos dos modelos presentaron resultados muy similares como se observa en las Tablas 34 a 38. Sin embargo, el mejor ajuste lo presentó el modelo 3 (asumiendo dependencia entre los y_{ik}) al presentar un menor valor del estadístico DIC. Las interpretaciones que siguen fueron basadas en el modelo 3.

4.4.7.2.1 Respuesta $Y_1 = \log(\text{proporción muertes por enfermedades transmisibles} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

Se encontró (Tabla 34) mayor peso de la proporción de mortalidad por enfermedades transmisibles en comparación con la proporción de mortalidad por todas las demás causas en aquellos municipios menos desarrollados de acuerdo al IDM ($\hat{\beta}_{14} = -0,0143$, IC_{cred}95%: -0,024 ; -0,004), en los menos pobres según el NBI ($\hat{\beta}_{15} = -0,0102$, IC_{cred}95%: -0,018 ; -0,002) y con menos recursos municipales de acuerdo al IEM ($\hat{\beta}_{19} = -0,050$, IC_{cred}95%: -0,098 ; -0,004). También se encontró mayor peso en la proporción de mortalidad por enfermedades transmisibles en aquellos municipios con déficit cuantitativo de viviendas para su población ($\hat{\beta}_{17} = 0,0195$, IC_{cred}95%: 0,011 ; 0,028) y en los municipios con mayor cobertura en salud ($\hat{\beta}_{110} = 0,0168$, IC_{cred}95%: 0,008 ; 0,024).

4.4.7.2.2 Respuesta $Y_2 = \log(\text{proporción muertes por neoplasias} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

Se encontró que la proporción de mortalidad por neoplasias con respecto a la proporción de mortalidad por todas las demás causas está aumentando en el tiempo ($\hat{\beta}_{22} = 0,0688$, IC_{cred}95%: 0,027 ; 0,114) (Tabla 35). La proporción de mortalidad por neoplasias tuvo mayor peso que la proporción de mortalidad por todas las demás causas en los municipios menos desarrollados según el IDM ($\hat{\beta}_{24} = -0,0191$, IC_{cred}95%: -0,028 ; -0,011) y en los menos pobres según el NBI ($\hat{\beta}_{25} = -0,0094$, IC_{cred}95%: -0,016 ; -0,002) y el IPM (-0,0072, IC_{cred}95%: -0,013 ; -0,001). La proporción de mortalidad por neoplasias también tuvo mayor peso que la proporción de mortalidad por todas las demás causas en los municipios con mayor déficit de vivienda para su población tanto cuantitativo ($\hat{\beta}_{27} = 0,0116$, IC_{cred}95%: 0,004 ; 0,018) como cualitativo ($\hat{\beta}_{28} = 0,0091$, IC_{cred}95%: 0,003 ; 0,016) y en los municipios con mayor cobertura en salud ($\hat{\beta}_{210} = 0,015$, IC_{cred}95%: 0,008 ; 0,022). Además, en Nariño la proporción de mortalidad por neoplasias también tuvo menor peso que la proporción de mortalidad por todas las demás causas en comparación con el Valle del Cauca ($\hat{\beta}_{213} = -0,6821$, IC_{cred}95%: -1,094 ; -0,215).

4.4.7.2.3 Respuesta $Y_3 = \log(\text{proporción muertes por enfermedades del sistema circulatorio} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

De acuerdo con los resultados del modelo 3 (Tabla 36) ninguna de las covariables fue relevante en la explicación de la razón de proporciones de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio y la proporción de mortalidad por todas las demás causas.

4.4.7.2.4 Respuesta $Y_4 = \log(\text{proporción muertes por afecciones originadas en el periodo perinatal} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

De acuerdo a los resultados de la Tabla 37 la proporción de mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal con respecto a la proporción de mortalidad por todas las demás causas está descendiendo en el tiempo ($\hat{\beta}_{42} = -0,0826$, IC_{cred}95%: -0,154 ; -0,017). Se encontró mayor peso en la mortalidad por afecciones del periodo perinatal con relación a la proporción de mortalidad por todas las demás causas en los municipios menos desarrollados de acuerdo con el IDM ($\hat{\beta}_{44} = -0,0319$, IC_{cred}95%: -0,045 ; -0,019) y en aquellos con menos recursos de acuerdo con el IEM ($\hat{\beta}_{49} = -0,1336$, IC_{cred}95%: -0,197 ; -0,071). También se encontró mayor peso relativo de la mortalidad por afecciones del periodo perinatal con relación a la mortalidad por todas las demás causas en aquellos municipios con mayor déficit de vivienda cuantitativa ($\hat{\beta}_{47} = 0,0322$, IC_{cred}95%: 0,022 ; 0,043) y mayor cobertura en salud ($\hat{\beta}_{410} = 0,0193$, IC_{cred}95%: 0,007 ; 0,03). En los tres departamentos la proporción de mortalidad por afecciones del periodo perinatal con relación a la proporción de mortalidad por todas las demás causas tuvo mayor peso que en el Valle del Cauca, siendo menos relevante en Nariño ($\hat{\beta}_{413} = 0,8161$, IC_{cred}95%: 0,114 ; 1,483), seguida de Cauca ($\hat{\beta}_{411} = 0,9887$, IC_{cred}95%: 0,225 ; 1,804) y más importante en Choco ($\hat{\beta}_{412} = 1,033$, IC_{cred}95%: 0,187 ; 1,874).

4.4.7.2.5 Respuesta $Y_5 = \log(\text{proporción muertes por causas externas} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

El análisis de la respuesta Y_5 (Tabla 38) mostró que la proporción de mortalidad por causas externas tuvo mayor peso que la proporción de mortalidad por todas las demás causas en aquellos municipios menos desarrollados ($\hat{\beta}_{54} = -0,0077$, IC_{cred}95%: -0,015 ; -0,001) y en aquellos con mayor déficit de viviendas para su población ($\hat{\beta}_{57} = 0,0063$, IC_{cred}95%: 0,0002 ; 0,013).

Tabla 34. Modelo de regresión Log-Aditivo (RLA) para $Y_1 = \log(\text{proporción muertes por enfermedades transmisibles} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

Covariable	Modelo 1 (N=2.068)				Modelo 2 (N=2.392)			Modelo 3 (N=2.392)		
	Coefficiente	Error estándar	Valor T	Valor p	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)
Constante (α_1)	0,5380	0,3890	1,3800	0,1670	-1,3790	0,560	-1,3520 (-2,552 ; -0,35)	-1,4390	0,550	-1,4340 (-2,485 ; -0,296)
Años (β_{12})	-0,0427*	0,0035	-12,1900	<0,0001	-0,0110	0,028	-0,0110 (-0,069 ; 0,043)	-0,0097	0,027	-0,0093 (-0,063 ; 0,045)
Z ₁ : Categoría del municipio (β_{13})	-0,2978*	0,0649	-4,5900	<0,0001	-0,3867	0,366	-0,3774 (-1,091 ; 0,366)	-0,3730	0,351	-0,3657 (-1,094 ; 0,326)
Z ₂ : IDM (β_{14})	-0,0180*	0,0040	-4,5400	<0,0001	-0,0144	0,005	-0,0144 (-0,024 ; -0,005)*	-0,0142	0,005	-0,0143 (-0,024 ; -0,004)*
Z ₃ : NBI (β_{15})	0,0012	0,0018	0,6900	0,4900	-0,0102	0,004	-0,0103 (-0,018 ; -0,002)*	-0,0102	0,004	-0,0102 (-0,018 ; -0,002)*
Z ₄ : IPM (β_{16})	-0,0007	0,0033	-0,2100	0,8300	-0,0044	0,004	-0,0043 (-0,012 ; 0,003)	-0,0040	0,004	-0,0041 (-0,011 ; 0,003)*
Z ₅ : DEVI cuantitativo (β_{17})	0,0025	0,0030	0,8400	0,4000	0,0196	0,004	0,0197 (0,011 ; 0,028)*	0,0194	0,004	0,0195 (0,011 ; 0,028)*
Z ₆ : DEVI cualitativo (β_{18})	-0,0003	0,0020	-0,1400	0,8850	0,0041	0,004	0,0040 (-0,004 ; 0,012)	0,0041	0,004	0,0041 (-0,004 ; 0,012)
Z ₇ : IEM (β_{19})	0,0037	0,0028	1,3400	0,1800	-0,0498	0,024	-0,0496 (-0,099 ; -0,001)*	-0,0503	0,024	-0,0500 (-0,098 ; -0,004)*
Z ₈ : Cobertura en salud (β_{110})	-0,0061*	0,0013	-4,8900	<0,0001	0,0167	0,004	0,0169 (0,008 ; 0,025)*	0,0168	0,004	0,0168 (0,008 ; 0,024)*
Cauca (β_{111})	-0,1618*	0,0510	-3,1700	0,0020	0,1804	0,312	0,1788 (-0,438 ; 0,776)	0,1930	0,316	0,1921 (-0,428 ; 0,822)
Chocó (β_{112})	0,2315*	0,0640	3,6200	<0,0001	0,2270	0,336	0,2234 (-0,425 ; 0,901)	0,2250	0,350	0,2332 (-0,441 ; 0,888)
Nariño (β_{113})	-0,3013*	0,0465	-6,4900	<0,0001	0,4780	0,279	0,4843 (-0,066 ; 0,996)	0,4823	0,281	0,4818 (-0,072 ; 1,044)
Ajuste		R ² = 24,69%				DIC = 14.970			DIC = 14.570	

Fuente: elaboración propia.

Modelo 1: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (8) y ajustado bajo el enfoque clásico

Modelo 2: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (10), ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo independencia entre los y_{ik}

Modelo 3: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (10), ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo dependencia entre los y_{ik}

DE: Desviación estándar; IC_{cred}95%: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo: valor p < 0,05 o el IC_{cred}95% no contiene el cero

Tabla 35. Modelo de regresión Log-Aditivo (RLA) para $Y_2 = \log(\text{proporción muertes por neoplasias} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

Covariable	Coeficiente	Modelo 1 (N=2.224)			Modelo 2 (N=2.392)			Modelo 3 (N=2.392)		
		Error estándar	Valor T	Valor p	Media	DE	Mediana (IC _{cred95%})	Media	DE	Mediana (IC _{cred95%})
Constante (α_2)	-1,2060	0,3350	-3,6000	<0,0001	-0,8865	0,448	-0,8853 (-1,745 ; -0,011)	-0,7422	0,466	-0,7363 (-1,585 ; 0,223)
Años (β_{22})	0,0011	0,0030	0,3500	0,7260	0,0707	0,022	0,0702 (0,031 ; 0,112)*	0,0693	0,023	0,0688 (0,027 ; 0,114)*
Z ₁ : Categoría del municipio (β_{23})	0,0376	0,0571	0,6600	0,5110	0,1856	0,286	0,1862 (-0,381 ; 0,758)	0,2072	0,303	0,2105 (-0,380 ; 0,770)
Z ₂ : IDM (β_{24})	0,0095*	0,0034	2,7900	0,0050	-0,0187	0,004	-0,0186 (-0,026 ; -0,011)*	-0,0192	0,004	-0,0191 (-0,028 ; -0,011)*
Z ₃ : NBI (β_{25})	0,0007	0,0015	0,4400	0,6610	-0,0089	0,003	-0,0088 (-0,016 ; -0,002)*	-0,0093	0,004	-0,0094 (-0,016 ; -0,002)*
Z ₄ : IPM (β_{26})	0,0016	0,0028	0,5700	0,5680	-0,0069	0,003	-0,0069 (-0,013 ; -0,001)*	-0,0072	0,003	-0,0072 (-0,013 ; -0,001)*
Z ₅ : DEVI cuantitativo (β_{27})	0,0035	0,0025	1,3800	0,1680	0,0119	0,003	0,0118 (0,005 ; 0,019)*	0,0115	0,003	0,0116 (0,004 ; 0,018)*
Z ₆ : DEVI cualitativo (β_{28})	-0,0011	0,0017	-0,6200	0,5330	0,0093	0,003	0,0094 (0,003 ; 0,015)*	0,0092	0,003	0,0091 (0,003 ; 0,016)*
Z ₇ : IEM (β_{29})	-0,0006	0,0025	-0,2300	0,8170	-0,0315	0,019	-0,0327 (-0,069 ; 0,004)	-0,0313	0,019	-0,0308 (-0,069 ; 0,005)
Z ₈ : Cobertura en salud (β_{210})	0,0033*	0,0011	3,0500	0,0020	0,0152	0,003	0,015 (0,009 ; 0,022)*	0,0148	0,004	0,0150 (0,008 ; 0,022)*
Cauca (β_{211})	0,1874*	0,0441	4,2500	<0,0001	-0,3502	0,264	-0,3448 (-0,873 ; 0,137)	-0,4299	0,252	-0,4371 (-0,915 ; 0,077)
Chocó (β_{212})	0,0249	0,0551	0,4500	0,6520	-0,5171	0,290	-0,5139 (-1,063 ; 0,066)	-0,5835	0,281	-0,5826 (-1,114 ; -0,033)
Nariño (β_{213})	0,0271	0,0396	0,6900	0,4930	-0,6101	0,230	-0,6034 (-1,065 ; -0,151)*	-0,6744	0,229	-0,6821 (-1,094 ; -0,215)*
Ajuste		R ² = 4,65%			DIC = 13.800			DIC = 13.350		

Fuente: elaboración propia.

Modelo 1: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (8) y ajustado bajo el enfoque clásico

Modelo 2: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (10), ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo independencia entre los y_{ik}

Modelo 3: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (10), ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo dependencia entre los y_{ik}

DE: Desviación estándar; IC_{cred95%}: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo: valor p < 0,05 o el IC_{cred95%} no contiene el cero

Tabla 36. Modelo de regresión Log-Aditivo (RLA) para $Y_3 = \log$ (proporción muertes por enfermedades del sistema circulatorio ÷ proporción muertes por todas las demás causas)

Covariable	Coeficiente	Modelo 1 (N=2.293)			Modelo 2 (N=2.392)			Modelo 3 (N=2.392)		
		Error estándar	Valor T	Valor p	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)
Constante (α_3)	-1,7720	0,3280	-5,4000	<0,0001	-0,6501	0,436	-0,6381 (-1,527 ; 0,209)	-0,3933	0,415	-0,4032 (-1,172 ; 0,438)
Años (β_{32})	0,0028	0,0029	0,9500	0,3410	0,0149	0,019	0,0150 (-0,02 ; 0,053)	0,0113	0,020	0,0124 (-0,031 ; 0,048)
Z ₁ : Categoría del municipio (β_{33})	0,2690*	0,0599	4,7500	<0,0001	0,1713	0,253	0,1773 (-0,323 ; 0,693)	0,1350	0,252	0,1353 (-0,375 ; 0,632)
Z ₂ : IDM (β_{34})	0,0278*	0,0033	8,3800	<0,0001	0,0028	0,003	0,0029 (-0,004 ; 0,009)	0,0021	0,004	0,0021 (-0,005 ; 0,009)
Z ₃ : NBI (β_{35})	0,0014	0,0014	0,9500	0,3410	0,0005	0,003	0,0004 (-0,005 ; 0,006)	0,0002	0,003	0,0001 (-0,005 ; 0,006)
Z ₄ : IPM (β_{36})	0,0005	0,0028	0,1900	0,8470	0,0007	0,003	0,0007 (-0,004 ; 0,006)	0,0002	0,003	0,0002 (-0,005 ; 0,006)
Z ₅ : DEVI cuantitativo (β_{37})	0,0021	0,0025	0,8700	0,3840	0,0036	0,003	0,0036 (-0,002 ; 0,009)	0,0034	0,003	0,0034 (-0,002 ; 0,009)
Z ₆ : DEVI cualitativo (β_{38})	0,0056*	0,0017	3,3000	0,0010	0,0027	0,003	0,0027 (-0,003 ; 0,008)	0,0021	0,003	0,0022 (-0,003 ; 0,008)
Z ₇ : IEM (β_{39})	-0,0030	0,0025	-1,2200	0,2240	-0,0256	0,016	-0,0253 (-0,057 ; 0,006)	-0,0269	0,017	-0,0270 (-0,058 ; 0,007)
Z ₈ : Cobertura en salud (β_{310})	0,0027*	0,0011	2,6000	0,0090	0,0018	0,003	0,0019 (-0,004 ; 0,007)	0,0012	0,003	0,0014 (-0,004 ; 0,007)
Cauca (β_{311})	0,1005*	0,0436	2,3000	0,0210	-0,2848	0,221	-0,2826 (-0,748 ; 0,127)	-0,3405	0,216	-0,3368 (-0,757 ; 0,099)
Chocó (β_{312})	0,0570	0,0534	1,0700	0,2850	-0,1144	0,240	-0,1199 (-0,572 ; 0,352)	-0,1506	0,247	-0,1490 (-0,637 ; 0,346)
Nariño (β_{313})	-0,0037	0,0392	-0,0900	0,9240	0,0208	0,203	0,0260 (-0,387 ; 0,430)	-0,0387	0,198	-0,0445 (-0,444 ; 0,344)
Ajuste		R ² = 7,15%			DIC = 13.050			DIC = 12.320		

Fuente: elaboración propia.

Modelo 1: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (8) y ajustado bajo el enfoque clásico

Modelo 2: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (10), ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo independencia entre los y_{ik}

Modelo 3: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (10), ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo dependencia entre los y_{ik}

DE: Desviación estándar; IC_{cred}95%: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo: valor p < 0,05 o el IC_{cred}95% no contiene el cero

Tabla 37. Modelo de regresión Log-Aditivo (RLA) para $Y_4 = \log(\text{proporción muertes por afecciones originadas en el periodo perinatal} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

Covariable	Modelo 1 (N=1.682)				Modelo 2 (N=2.392)			Modelo 3 (N=2.392)		
	Coefficiente	Error estándar	Valor T	Valor p	Media	DE	Mediana (IC _{cred95%})	Media	DE	Mediana (IC _{cred95%})
Constante (α_4)	-1,8810	0,4580	-4,1100	<0,0001	-2,8600	0,687	-2,8350(-4,254 ; -1,516)	-2,8440	0,643	-2,845 (-4,213 ; -1,609)
Años (β_{42})	-0,0474*	0,0042	-11,3600	<0,0001	-0,0814	0,037	-0,0819(-0,153 ; -0,006)*	-0,0835	0,036	-0,0826 (-0,154 ; -0,017)*
Z ₁ : Categoría del municipio (β_{43})	-0,1221	0,0731	-1,6700	0,0950	0,0150	0,460	0,0340(-0,904 ; 0,903)	-0,0039	0,444	-0,0052 (-0,866 ; 0,867)
Z ₂ : IDM (β_{44})	-0,0175*	0,0046	-3,7600	<0,0001	-0,0319	0,007	-0,0320(-0,046 ; -0,018)*	-0,0318	0,007	-0,0319 (-0,045 ; -0,019)*
Z ₃ : NBI (β_{45})	-0,0045*	0,0021	-2,1300	0,0340	-0,0027	0,006	-0,0027(-0,013 ; 0,008)	-0,0025	0,005	-0,0024 (-0,013 ; 0,009)
Z ₄ : IPM (β_{46})	0,0099*	0,0040	2,5100	0,0120	-0,0021	0,005	-0,0021(-0,012 ; 0,008)	-0,0021	0,005	-0,0019 (-0,012 ; 0,008)
Z ₅ : DEVI cuantitativo (β_{47})	0,0053	0,0037	1,4300	0,1510	0,0322	0,006	0,0320(0,020 ; 0,043)*	0,0322	0,006	0,0322 (0,022 ; 0,043)*
Z ₆ : DEVI cualitativo (β_{48})	0,0127*	0,0025	5,0300	<0,0001	-0,0040	0,005	-0,0037(-0,015 ; 0,006)	-0,0043	0,005	-0,0042 (-0,015 ; 0,007)
Z ₇ : IEM (β_{49})	0,0074*	0,0030	2,4300	0,0150	-0,1346	0,033	-0,1358(-0,197 ; -0,071)*	-0,1331	0,033	-0,1336 (-0,197 ; -0,071)*
Z ₈ : Cobertura en salud (β_{410})	-0,0011	0,0015	-0,7400	0,4610	0,0194	0,006	0,0194(0,008 ; 0,031)*	0,0192	0,006	0,0193 (0,007 ; 0,03)*
Cauca (β_{411})	-0,1148*	0,0596	-1,9300	0,0540	0,9714	0,405	0,9701(0,219 ; 1,782)*	0,9993	0,407	0,9887 (0,225 ; 1,804)*
Chocó (β_{412})	0,3637*	0,0761	4,7800	<0,0001	0,9715	0,436	0,966(0,124 ; 1,809)*	1,0270	0,442	1,0330 (0,187 ; 1,874)*
Nariño (β_{413})	-0,0933	0,0557	-1,6700	0,0940	0,7889	0,364	0,7996(0,089 ; 1,524)*	0,8109	0,352	0,8161 (0,114 ; 1,483)*
Ajuste										
		R ² = 47,58%				DIC = 16.430			DIC = 16.130	

Fuente: elaboración propia.

Modelo 1: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (8) y ajustado bajo el enfoque clásico

Modelo 2: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (10), ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo independencia entre los y_{ik}

Modelo 3: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (10), ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo dependencia entre los y_{ik}

DE: Desviación estándar; IC_{cred95%}: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo: valor p < 0,05 o el IC_{cred95%} no contiene el cero

Tabla 38. Modelo de regresión Log-Aditivo (RLA) para $Y_5 = \log(\text{proporción muertes por causas externas} \div \text{proporción muertes por todas las demás causas})$

Covariable	Coeficiente	Modelo 1 (N=2.266)			Modelo 2 (N=2.392)			Modelo 3 (N=2.392)		
		Error estándar	Valor T	Valor p	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)
Constante (α_5)	0,1980	0,4390	0,4500	0,6510	-0,3794	0,462	-0,3701 (-1,293 ; 0,533)	-0,3093	0,448	-0,3241 (-1,169 ; 0,586)
Años (β_{52})	-0,0292*	0,0039	-7,4200	<0,0001	-0,0057	0,022	-0,0067 (-0,045 ; 0,038)	-0,0060	0,021	-0,0061 (-0,044 ; 0,035)
Z ₁ : Categoría del municipio (β_{53})	-0,2081*	0,0755	-2,7600	0,0060	0,0845	0,298	0,0862 (-0,498 ; 0,625)	0,0790	0,283	0,0788 (-0,468 ; 0,642)
Z ₂ : IDM (β_{54})	-0,0062	0,0045	-1,3800	0,1680	-0,0075	0,004	-0,0074 (-0,015 ; 0,0003)*	-0,0078	0,004	-0,0077 (-0,015 ; -0,001)*
Z ₃ : NBI (β_{55})	-0,0005	0,0019	-0,2700	0,7900	-0,0011	0,003	-0,0012 (-0,008 ; 0,006)	-0,0013	0,003	-0,0012 (-0,008 ; 0,005)
Z ₄ : IPM (β_{56})	0,0165*	0,0037	4,4700	<0,0001	-0,0007	0,003	-0,0005 (-0,006 ; 0,005)	-0,0008	0,003	-0,0008 (-0,006 ; 0,005)
Z ₅ : DEVI cuantitativo (β_{57})	-0,0040	0,0033	-1,1900	0,2340	0,0066	0,003	0,0065 (0,0002 ; 0,013)*	0,0064	0,003	0,0063 (0,0002 ; 0,013)*
Z ₆ : DEVI cualitativo (β_{58})	-0,0099*	0,0023	-4,4000	<0,0001	0,0006	0,003	0,0006 (-0,006 ; 0,007)	0,0004	0,003	0,0005 (-0,006 ; 0,006)
Z ₇ : IEM (β_{59})	0,0020	0,0033	0,6000	0,5460	0,0028	0,018	0,0036 (-0,031 ; 0,036)	0,0028	0,018	0,0025 (-0,033 ; 0,04)
Z ₈ : Cobertura en salud (β_{510})	-0,0017	0,0014	-1,2200	0,2230	0,0064	0,003	0,0065 (0,0002 ; 0,013)	0,0061	0,003	0,0061 (-0,0005 ; 0,012)
Cauca (β_{511})	-0,1838*	0,0579	-3,1700	0,0020	-0,1138	0,246	-0,1187 (-0,612 ; 0,327)	-0,1279	0,238	-0,1252 (-0,605 ; 0,344)
Chocó (β_{512})	-0,3006*	0,0715	-4,2000	<0,0001	0,0813	0,280	0,0669 (-0,441 ; 0,643)	0,0888	0,271	0,0922 (-0,469 ; 0,605)
Nariño (β_{513})	-0,4277*	0,0522	-8,1900	<0,0001	-0,0987	0,220	-0,1023 (-0,512 ; 0,333)	-0,1157	0,202	-0,1149 (-0,504 ; 0,283)
Ajuste		R ² = 9,11%			DIC = 13.750			DIC = 12.930		

Fuente: elaboración propia.

Modelo 1: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (8) y ajustado bajo el enfoque clásico

Modelo 2: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (10), ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo independencia entre los y_{ik}

Modelo 3: Modelo con variable respuesta presentada en ecuación (10), ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo dependencia entre los y_{ik}

DE: Desviación estándar; IC_{cred}95%: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo: valor p < 0,05 o el IC_{cred}95% no contiene el cero

4.4.8 Modelos de regresión Razón Log-Isométrica (RLI)

La estimación de los coeficientes de regresión de las ecuaciones en (11) basados en la transformación RLI modificada (modelos 4 y 5) se presentan en las Tablas 39 a 43.

Se ajustaron dos modelos de regresión con base en la transformación RLI modificada bajo un enfoque Bayesiano: el modelo 4 (asumiendo independencia entre los y_{ik}) y el modelo 5 (asumiendo dependencia entre los y_{ik}). Los dos modelos mostraron resultados muy similares como se observa en las Tablas 39 a 43. El modelo 5 mostró el mejor ajuste (menor DIC) para todos los componentes del vector, excepto en Y_3^* .

Usando la transformación RLI la interpretación de los coeficientes de regresión asociados a las covariables no es directa, es decir, los $\hat{\beta}_{kj}$ no son medidas del efecto de las covariables sobre las proporciones de mortalidad por causa específica (x_{ik}). Solamente se puede deducir una asociación estadística significativa de las covariables sobre la mortalidad proporcional cuando el IC_{Cred95%} no contiene el valor de cero, similar al intervalo de confianza del 95% en el enfoque clásico.

4.4.8.1.1 Componente Y_1^*

De acuerdo con el modelo 5 (Tabla 39) las covariables asociadas con la transformación RLI para Y_1^* fueron los “años” ($\hat{\beta}_{12} = -0,0471$, IC_{Cred95%}: -0,084 ; -0,011) y las variables dummy para los departamentos de Chocó ($\hat{\beta}_{112} = 0,5385$, IC_{Cred95%}: 0,055 ; 1,032) y Nariño ($\hat{\beta}_{113} = 0,7946$, IC_{Cred95%}: 0,390 ; 1,170).

4.4.8.1.2 Componente Y_2^*

De acuerdo con el modelo 5 (Tabla 40) las covariables asociadas con la transformación RLI para Y_2^* fueron el IDM ($\hat{\beta}_{24} = -0,0131$, IC_{Cred95%}: -0,019 ; -0,007), NBI ($\hat{\beta}_{25} = -0,0064$, IC_{Cred95%}: -0,011 ; -0,002), déficit de vivienda cuantitativo ($\hat{\beta}_{27} = 0,0094$, IC_{Cred95%}: 0,004 ; 0,014) y cobertura en salud ($\hat{\beta}_{210} = 0,0122$, IC_{Cred95%}: 0,007 ; 0,017).

4.4.8.1.3 Componente Y_3^*

De acuerdo con el modelo 4 (Tabla 41) las covariables asociadas con la transformación RLI para Y_3^* fueron los “años” ($\hat{\beta}_{32} = 0,0921$, IC_{Cred95%}: 0,039 ; 0,145), el IDM ($\hat{\beta}_{34} = 0,0200$, IC_{Cred95%}: 0,010 ; 0,031), déficit de vivienda cuantitativo ($\hat{\beta}_{37} = -0,0151$, IC_{Cred95%}: -0,024 ; -0,007), déficit de vivienda cualitativo ($\hat{\beta}_{38} = 0,0085$, IC_{Cred95%}: 0,001 ; 0,017), IEM ($\hat{\beta}_{39} = 0,0799$, IC_{Cred95%}: 0,035 ; 0,125) y las variables dummy para los departamentos de Cauca ($\hat{\beta}_{311} = -0,9525$, IC_{Cred95%}: -1,557 ; -0,330), Chocó ($\hat{\beta}_{312} = -0,9231$, IC_{Cred95%}: -1,592 ; -0,227) y Nariño ($\hat{\beta}_{313} = -0,6935$, IC_{Cred95%}: -1,218 ; -0,179).

4.4.8.1.4 Componente Y_4^*

De acuerdo con el modelo 5 (Tabla 42) las covariables asociadas con la transformación RLI para Y_4^* fueron el IDM ($\hat{\beta}_{44} = -0,0061$, IC_{cred95%}: -0,012 ; -0,0001), déficit de vivienda cuantitativo ($\hat{\beta}_{47} = 0,0085$, IC_{cred95%}: 0,004 ; 0,013), IEM ($\hat{\beta}_{49} = -0,0505$, IC_{cred95%}: -0,079 ; -0,023) y cobertura en salud ($\hat{\beta}_{410} = 0,0065$, IC_{cred95%}: 0,001 ; 0,012).

4.4.8.1.5 Componente Y_5^*

De acuerdo con el modelo 5 (Tabla 43) las covariables asociadas con la transformación RLI para Y_5^* fueron el IDM ($\hat{\beta}_{54} = -0,0114$, IC_{cred95%}: -0,017 ; -0,007), déficit de vivienda cuantitativo ($\hat{\beta}_{57} = 0,0123$, IC_{cred95%}: 0,008 ; 0,017), IEM ($\hat{\beta}_{59} = -0,0402$, IC_{cred95%}: -0,062 ; -0,016) y cobertura en salud ($\hat{\beta}_{510} = 0,0104$, IC_{cred95%}: 0,006 ; 0,015).

Tabla 39. Modelo de regresión usando RLI (Razón Log-Isométrica) para Y_1^*

Covariable	Modelo 4 (N=2.392)			Modelo 5 (N=2.392)		
	Media	DE	Mediana (IC _{cred95%})	Media	DE	Mediana (IC _{cred95%})
Constante (α_1)	-0,6877	0,435	-0,6960 (-1,498 ; 0,232)	-0,7528	0,421	-0,7476 (-1,579 ; 0,103)
Años (β_{12})	-0,0490	0,019	-0,0482 (-0,086 ; -0,012)*	-0,0473	0,019	-0,0471 (-0,084 ; -0,011)*
Z ₁ : Categoría del municipio (β_{13})	-0,3114	0,264	-0,3118 (-0,826 ; 0,215)	-0,2999	0,256	-0,3036 (-0,829 ; 0,204)
Z ₂ : IDM (β_{14})	0,0036	0,004	0,0036 (-0,003 ; 0,011)	0,0037	0,004	0,0037 (-0,003 ; 0,010)
Z ₃ : NBI (β_{15})	0,0000	0,003	0,0001 (-0,005 ; 0,006)	0,0001	0,003	0,0002 (-0,005 ; 0,006)
Z ₄ : IPM (β_{16})	0,0026	0,003	0,0025 (-0,003 ; 0,008)	0,0026	0,003	0,0026 (-0,003 ; 0,008)
Z ₅ : DEVI cuantitativo (β_{17})	0,0052	0,003	0,0051 (-0,001 ; 0,011)	0,0051	0,003	0,0051 (-0,004 ; 0,011)
Z ₆ : DEVI cualitativo (β_{18})	-0,0028	0,003	-0,0029 (-0,009 ; 0,003)	-0,0027	0,003	-0,0027 (-0,008 ; 0,003)
Z ₇ : IEM (β_{19})	-0,0119	0,017	-0,0123 (-0,046 ; 0,021)	-0,0117	0,017	-0,0113 (-0,045 ; 0,021)
Z ₈ : Cobertura en salud (β_{110})	0,0019	0,003	0,0019 (-0,004 ; 0,008)	0,0021	0,003	0,0021 (-0,004 ; 0,008)
Cauca (β_{111})	0,4205	0,234	0,4207 (-0,024 ; 0,886)	0,4308	0,229	0,4230 (0,002 ; 0,886)
Chocó (β_{112})	0,5252	0,258	0,5301 (0,013 ; 1,027)*	0,5438	0,252	0,5385 (0,055 ; 1,032)*
Nariño (β_{113})	0,7791	0,202	0,7820 (0,385 ; 1,180)*	0,7903	0,203	0,7946 (0,390 ; 1,170)*
Ajuste	DIC = 13.200			DIC = 13.040		

Fuente: elaboración propia.

Modelo 4: Modelo con variable respuesta transformación RLI, ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo independencia entre los y_{ik}

Modelo 5: Modelo con variable respuesta transformación RLI, ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo dependencia entre los y_{ik}

DE: Desviación estándar; IC_{cred95%}: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo (el intervalo de credibilidad del 95% no contiene el cero)

Tabla 40. Modelo de regresión usando RLI (Razón Log-Isométrica) para Y_2

Covariable	Modelo 4 (N=2.392)			Modelo 5 (N=2.392)		
	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)
Constante (α_2)	-0,9811	0,361	-0,9764 (-1,701 ; -0,265)	-0,9631	0,357	-0,962 (-1,616 ; -0,209)
Años (β_{22})	0,0178	0,016	0,0176 (-0,014 ; 0,050)	0,0174	0,016	0,0175 (-0,011 ; 0,047)
Z ₁ : Categoría del municipio (β_{23})	-0,0542	0,232	-0,0420 (-0,519 ; 0,394)	-0,0321	0,220	-0,0253 (-0,477 ; 0,390)
Z ₂ : IDM (β_{24})	-0,0132	0,003	-0,0132 (-0,019 ; -0,008)*	-0,0132	0,003	-0,0131 (-0,019 ; -0,007)*
Z ₃ : NBI (β_{25})	-0,0062	0,002	-0,0062 (-0,011 ; -0,001)*	-0,0064	0,002	-0,0064 (-0,011 ; -0,002)*
Z ₄ : IPM (β_{26})	-0,0035	0,002	-0,0035 (-0,008 ; 0,001)	-0,0035	0,002	-0,0035 (-0,008 ; 0,001)
Z ₅ : DEVI cuantitativo (β_{27})	0,0095	0,002	0,0096 (0,005 ; 0,014)*	0,0093	0,002	0,0094 (0,004 ; 0,014)*
Z ₆ : DEVI cualitativo (β_{28})	0,0041	0,002	0,0041 (-0,001 ; 0,009)	0,0041	0,002	0,0040 (0,0004 ; 0,009)
Z ₇ : IEM (β_{29})	-0,0102	0,014	-0,0105 (-0,039 ; 0,018)	-0,0098	0,013	-0,0095 (-0,035 ; 0,015)
Z ₈ : Cobertura en salud (β_{210})	0,0122	0,003	0,0122 (0,007 ; 0,017)*	0,0121	0,003	0,0122 (0,007 ; 0,017)*
Cauca (β_{211})	0,2002	0,197	0,1998 (-0,186 ; 0,600)	0,1906	0,183	0,1861 (-0,153 ; 0,552)
Chocó (β_{212})	0,0083	0,221	0,0077 (-0,421 ; 0,451)	-0,0045	0,203	-0,0044 (-0,392 ; 0,398)
Nariño (β_{213})	0,0053	0,179	0,0056 (-0,338 ; 0,357)	-0,0053	0,167	-0,0088 (-0,320 ; 0,326)
Ajuste	DIC = 12.350			DIC = 12.050		

Fuente: elaboración propia.

Modelo 4: Modelo con variable respuesta transformación RLI, ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo independencia entre los y_{ik}

Modelo 5: Modelo con variable respuesta transformación RLI, ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo dependencia entre los y_{ik}

DE: Desviación estándar; IC_{cred}95%: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo (el intervalo de credibilidad del 95% no contiene el cero)

Tabla 41. Modelo de regresión usando RLI (Razón Log-Isométrica) para Y_3

Covariable	Modelo 4 (N=2.392)			Modelo 5 (N=2.392)		
	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)
Constante (α_3)	0,8000	0,580	0,8185 (-0,387 ; 1,907)	0,7008	0,577	0,7097 (-0,395 ; 1,840)
Años (β_{32})	0,0928	0,027	0,0921 (0,039 ; 0,145)*	0,0938	0,030	0,0949 (0,033 ; 0,152)*
Z ₁ : Categoría del municipio (β_{33})	0,2121	0,367	0,2145 (-0,525 ; 0,903)	0,2572	0,371	0,2483 (-0,481 ; 0,977)
Z ₂ : IDM (β_{34})	0,0200	0,005	0,0200 (0,010 ; 0,031)*	0,0197	0,005	0,0198 (0,008 ; 0,031)*
Z ₃ : NBI (β_{35})	-0,0017	0,004	-0,0018 (-0,009 ; 0,007)	-0,0012	0,004	-0,0014 (-0,009 ; 0,008)
Z ₄ : IPM (β_{36})	0,0004	0,004	0,0004 (-0,007 ; 0,008)	0,0006	0,004	0,0004 (-0,007 ; 0,009)
Z ₅ : DEVI cuantitativo (β_{37})	-0,0151	0,004	-0,0151 (-0,024 ; -0,007)*	-0,0151	0,005	-0,0151 (-0,024 ; -0,006)*
Z ₆ : DEVI cualitativo (β_{38})	0,0085	0,004	0,0085 (0,001 ; 0,017)*	0,0085	0,004	0,0085 (-0,002 ; 0,017)
Z ₇ : IEM (β_{39})	0,0798	0,024	0,0799 (0,035 ; 0,125)*	0,0796	0,027	0,0786 (0,028 ; 0,132)*
Z ₈ : Cobertura en salud (β_{310})	-0,0046	0,004	-0,0046 (-0,013 ; 0,004)	-0,0043	0,005	-0,0043 (-0,014 ; 0,004)
Cauca (β_{311})	-0,9521	0,313	-0,9525 (-1,557 ; -0,330)*	-0,9272	0,323	-0,9212 (-1,541 ; -0,278)*
Chocó (β_{312})	-0,9060	0,350	-0,9231 (-1,592 ; -0,227)*	-0,8975	0,373	-0,9052 (-1,622 ; -0,145)*
Nariño (β_{313})	-0,6980	0,265	-0,6935 (-1,218 ; -0,179)*	-0,6867	0,297	-0,6768 (-1,282 ; -0,109)*
Ajuste	DIC = 15.000			DIC = 15.210		

Fuente: elaboración propia.

Modelo 4: Modelo con variable respuesta transformación RLI, ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo independencia entre los y_{ik}

Modelo 5: Modelo con variable respuesta transformación RLI, ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo dependencia entre los y_{ik}

DE: Desviación estándar; IC_{cred}95%: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo (el intervalo de credibilidad del 95% no contiene el cero)

Tabla 42. Modelo de regresión usando RLI (Razón Log-Isométrica) para Y_4

Covariable	Modelo 4 (N=2.392)			Modelo 5 (N=2.392)		
	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)
Constante (α_4)	-1,1200	0,381	-1,121 (-1,892 ; -0,390)	-1,1510	0,356	-1,150 (-1,885 ; -0,495)
Años (β_{42})	0,0055	0,017	0,0058 (-0,026 ; 0,038)	0,0057	0,016	0,0063 (-0,027 ; 0,035)
Z ₁ : Categoría del municipio (β_{43})	-0,0432	0,224	-0,0310 (-0,481 ; 0,396)	-0,0269	0,224	-0,0301 (-0,477 ; 0,413)
Z ₂ : IDM (β_{44})	-0,0063	0,003	-0,0063 (-0,012 ; -0,003)*	-0,0060	0,003	-0,0061 (-0,012 ; -0,0001)*
Z ₃ : NBI (β_{45})	-0,0029	0,002	-0,0029 (-0,007 ; 0,002)	-0,0027	0,002	-0,0027 (-0,008 ; 0,002)
Z ₄ : IPM (β_{46})	-0,0013	0,002	-0,0014 (-0,005 ; 0,004)	-0,0013	0,002	-0,0013 (-0,005 ; 0,003)
Z ₅ : DEVI cuantitativo (β_{47})	0,0084	0,003	0,0084 (0,004 ; 0,013)*	0,0085	0,002	0,0085 (0,004 ; 0,013)*
Z ₆ : DEVI cualitativo (β_{48})	0,0024	0,002	0,0023 (-0,002 ; 0,007)	0,0022	0,002	0,0021 (-0,002 ; 0,007)
Z ₇ : IEM (β_{49})	-0,0507	0,014	-0,0507 (-0,079 ; -0,023)*	-0,0506	0,014	-0,0505 (-0,079 ; -0,023)*
Z ₈ : Cobertura en salud (β_{410})	0,0065	0,003	0,0064 (0,001 ; 0,012)*	0,0065	0,003	0,0065 (0,001 ; 0,012)*
Cauca (β_{411})	0,2352	0,183	0,2412 (-0,123 ; 0,605)	0,2458	0,196	0,2436 (-0,123 ; 0,652)
Chocó (β_{412})	0,0825	0,218	0,0852 (-0,347 ; 0,529)	0,1013	0,217	0,1028 (-0,343 ; 0,509)
Nariño (β_{413})	0,2693	0,169	0,2690 (-0,053 ; 0,591)	0,2660	0,169	0,2711 (-0,069 ; 0,588)
Ajuste	DIC = 12.400			DIC = 12.230		

Fuente: elaboración propia.

Modelo 4: Modelo con variable respuesta transformación RLI, ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo independencia entre los y_{ik}

Modelo 5: Modelo con variable respuesta transformación RLI, ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo dependencia entre los y_{ik}

DE: Desviación estándar; IC_{cred}95%: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo (el intervalo de credibilidad del 95% no contiene el cero)

Tabla 43. Modelo de regresión usando RLI (Razón Log-Isométrica) para Y_5

Covariable	Modelo 4 (N=2.392)			Modelo 5 (N=2.392)		
	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{cred} 95%)
Constante (α_5)	-1,1580	0,320	-1,1610 (-1,822 ; -0,484)	-1,1970	0,331	-1,1980 (-1,849 ; -0,529)
Años (β_{52})	-0,0012	0,014	-0,0008 (-0,027 ; 0,026)	-0,0012	0,014	-0,0008 (-0,028 ; 0,026)
Z ₁ : Categoría del municipio (β_{53})	0,0190	0,196	0,0117 (-0,350 ; 0,406)	0,0349	0,203	0,0309 (-0,363 ; 0,446)
Z ₂ : IDM (β_{54})	-0,0114	0,003	-0,0114 (-0,017 ; -0,007)*	-0,0114	0,003	-0,0114 (-0,017 ; -0,007)*
Z ₃ : NBI (β_{55})	-0,0034	0,002	-0,0033 (-0,008 ; 0,001)	-0,0033	0,002	-0,0033 (-0,008 ; 0,001)
Z ₄ : IPM (β_{56})	-0,0020	0,002	-0,0020 (-0,006 ; 0,002)	-0,0018	0,002	-0,0019 (-0,005 ; 0,002)
Z ₅ : DEVI cuantitativo (β_{57})	0,0123	0,002	0,0123 (0,008 ; 0,017)*	0,0124	0,002	0,0123 (0,008 ; 0,017)*
Z ₆ : DEVI cualitativo (β_{58})	0,0023	0,002	0,0023 (-0,002 ; 0,006)	0,0022	0,002	0,0022 (-0,002 ; 0,006)
Z ₇ : IEM (β_{59})	-0,0399	0,013	-0,0395 (-0,065 ; -0,016)*	-0,0397	0,012	-0,0402 (-0,062 ; -0,016)*
Z ₈ : Cobertura en salud (β_{510})	0,0103	0,002	0,0103 (0,006 ; 0,015)*	0,0104	0,002	0,0104 (0,006 ; 0,015)*
Cauca (β_{511})	0,1205	0,166	0,122 (-0,199 ; 0,434)	0,1222	0,169	0,1235 (-0,21 ; 0,442)
Chocó (β_{512})	0,1639	0,193	0,167 (-0,201 ; 0,556)	0,1636	0,190	0,1660 (-0,237 ; 0,534)
Nariño (β_{513})	0,1536	0,148	0,1544 (-0,146 ; 0,446)	0,1529	0,142	0,1545 (-0,135 ; 0,425)
Ajuste	DIC = 11.670			DIC = 11.590		

Fuente: elaboración propia.

Modelo 4: Modelo con variable respuesta transformación RLI, ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo independencia entre los y_{ik}

Modelo 5: Modelo con variable respuesta transformación RLI, ajustado bajo el enfoque Bayesiano y asumiendo dependencia entre los y_{ik}

DE: Desviación estándar; IC_{cred}95%: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo (el intervalo de credibilidad del 95% no contiene el cero)

4.4.9 Describiendo la asociación entre los componentes y las covariables

Para describir la asociación entre los componentes ($\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4, \pi_5$ y π_6) y los indicadores socioeconómicos a partir del modelo de regresión presentado en (11) se construyeron las ecuaciones para cada componente (similar a las ecuaciones 21 a 26). Las ecuaciones y las gráficas describiendo la asociación entre cada componente y los indicadores socioeconómicos se presentan en el Apéndice K.

4.4.10 Análisis de los residuales

Nuevamente se usaron los análisis gráficos de los residuos para verificar las suposiciones de los modelos de regresión encontrando que ellas fueron aproximadamente verificadas. No se incluyeron en el documento por economía de espacio.

4.5 DISCUSIÓN DEL CAPITULO

Este fue un estudio ecológico que usó datos secundarios de mortalidad de la región Pacífico de Colombia para el periodo 2002-2015 con el fin de correlacionar la mortalidad proporcional por grandes causas con indicadores socioeconómicos municipales usando métodos estadísticos para el análisis de datos composicionales bajo el enfoque clásico y Bayesiano. Se usaron modelos de regresión basados en las transformaciones RLA y RLI que usualmente son usadas para el análisis de datos composicionales, además de explorar una modificación de estas transformaciones para superar la situación donde se encontraron registros sin defunciones (ceros) para algún grupo de causa de muerte, municipio o año.

La mortalidad proporcional, siendo simplemente una proporción, es un indicador de salud de gran utilidad para la caracterización de la mortalidad pudiendo ser calculado por variables relevantes como sexo, edad o causa básica de la defunción, entre otras (10,112,206). Su análisis temporal proporciona información sobre tendencias y cambios en los patrones de mortalidad, incluso en poblaciones con diferente estructura poblacional y en escenarios donde la mortalidad general está en descenso (10). No obstante, en estudios poblacionales en salud pública el uso de la mortalidad proporcional como variable respuesta y su relación con indicadores socioeconómicos no ha sido explorado.

Cuando se cuenta con datos composicionales (x_i), que se caracterizan por ser positivos ($x_i > 0$) y porque suman uno ($\sum x_i = 1$), la modelación multivariada para identificar asociaciones con covariables no puede ser realizada de la forma tradicional por las restricciones que imponen este tipo de datos. La transformación Razón Log-Aditiva (RLA) presentada en (5) que fue propuesta por los autores Aitchison y Shen (1985) (211) y la transformación Razón Log-Isométrica (RLI) presentada en (7)

introducida por Egozcue et al. 2003 (212) permiten el uso de procesos multivariados tradicionales con datos composicionales. En este caso el modelo de regresión no cuenta con una única variable respuesta sino con un vector respuesta como el presentado en (10).

En la región Pacífico de Colombia las principales causas de muerte fueron las enfermedades del sistema circulatorio resultado coherente con la tendencia mundial reportada por la OMS (31%) en 2016 y con cifras para Colombia donde este grupo representó el 30,1% de las defunciones entre 2005 y 2014 (16). Esta causa de muerte ha aumentado su participación en la Región de las Américas (118) y en Colombia, y es reconocida ser la primera causa de muerte en el mundo (57).

Durante el periodo de estudio se encontró un aumento en la mortalidad proporcional por enfermedades del sistema circulatorio, neoplasias y todas las demás causas. Los dos primeros grupos y algunas enfermedades del tercero (enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores y diabetes mellitus) pertenecen a las llamadas enfermedades no transmisibles (ENT) que son la principal causa de mortalidad en el mundo (113) y con una mortalidad proporcional en aumento al haber sido responsables del 60,2% de las muertes mundiales en 2000 y aumentando a 70,1% en 2015 (114). Esta tendencia ascendente puede tener varias explicaciones y puede estar relacionado, entre otros, con el envejecimiento poblacional como resultado de una transición demográfica y epidemiológica en la región (20) y por cambios en los factores de riesgo de las ENT como los hábitos alimenticios, el sedentarismo y el aumento de la obesidad en la región Pacífico (43), determinantes altamente relacionados con estas enfermedades.

Por el contrario, se observó un fuerte descenso en la mortalidad proporcional del grupo de causas externas, y un leve descenso en el grupo de enfermedades transmisibles y ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal.

El descenso de la mortalidad proporcional por causas externas es un fenómeno general en Colombia observado desde 2000 como reflejo principalmente del descenso en los homicidios (59). Este resultado es consistente con diversos reportes y estudios en Colombia. Durante el periodo 2005-2014 se observó un descenso significativo de la mortalidad por causas externas en Colombia (16). Un análisis de la mortalidad por homicidios para el periodo 1990-2009 mostró varios municipios de la región Pacífico involucrados en el conflicto armado, observando un descenso en los homicidios a partir del 2000 (59). Otro estudio que calculó las probabilidades de fallecer en Colombia para los años 1990, 2000 y 2012 encontró que la probabilidad de muerte por causas externas se redujo en ese periodo (10). En Colombia también se han reportado descensos en la mortalidad por accidentes de tránsito en adultos mayores durante el periodo 1998-2012 (25) y en suicidios durante los periodos 2000-2013 (18) y 2000-2010 (137).

El descenso en la mortalidad proporcional por enfermedades transmisibles también coincide con la tendencia en la región y en Colombia. En América Latina hay una tendencia descendente de la mortalidad por enfermedades transmisibles, y también de la incidencia de enfermedades de este grupo como la tuberculosis y el VIH (118). Este comportamiento descendente también se observó en Colombia durante el periodo 2005-2014 donde se reportaron descensos importantes para la mortalidad de varias enfermedades transmisibles, entre ellas las infecciones respiratorias agudas, VIH-Sida, tuberculosis y septicemia (16). Otro estudio en Colombia también reportó una reducción en la probabilidad de fallecer por enfermedades infecciosas y parasitarias para el periodo 1990-2012 (10). Esta tendencia descendente en la mortalidad por enfermedades transmisibles en la región Pacífico en gran medida puede ser explicada por el mejoramiento de las condiciones de vida de la población tales como viviendas con pisos, higiene, alimentación, entre otros, además de un aumento en la cobertura de vacunación y acceso a salud (10,16). Además, el descenso de la mortalidad por enfermedades transmisibles, que en general afecta más a la población infantil, también es consistente con el descenso de mortalidad infantil en Colombia para el periodo 2002-2014 (16).

La mortalidad proporcional por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal fue similar a la reportada en Colombia (2,4%) durante el periodo 2005 al 2014 (16). El leve descenso en la mortalidad proporcional perinatal también podría ser explicado, entre otros, por mejoras en las condiciones de vida de la población y la nutrición materna, aumento de la cobertura en salud y avances en términos de la salud materna (acceso a cuidados prenatales, atención del parto y del recién nacido) (215).

La modelación de datos composicionales bajo los dos enfoques estadísticos usados (clásico y Bayesiano) permitieron correlacionar la mortalidad proporcional por causas específicas en la región Pacífico de Colombia con indicadores socioeconómicos municipales, mostrando algunas desigualdades sociales en la mortalidad. Cuando se comparan los resultados de las transformaciones RLA y RLI se observan varias similitudes en la identificación de indicadores socioeconómicos significativos. Sin embargo, las diferencias matemáticas de ambas transformaciones no permiten homologar sus hallazgos.

En general, la mortalidad proporcional para el grupo de enfermedades transmisibles, ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal y causas externas tuvieron mayor relevancia en los municipios menos favorecidos social y económicamente, mientras que la mortalidad proporcional por enfermedades del sistema circulatorio y las neoplasias mostraron un mayor peso relativo en las regiones más desarrolladas.

En el caso de las enfermedades transmisibles (Y_1) se encontró una tendencia descendente (modelo 1), lo que es consistente con el descenso de esta causa de muerte mencionado previamente. En este estudio el peso relativo de las enfermedades transmisibles se correlacionó con las condiciones socioeconómicas

municipales (modelo 1 y 3), siendo mayor en aquellos municipios más pobres y rezagados, es decir, en los municipios menos desarrollados de acuerdo con el IDM, con mayor déficit de vivienda cuantitativo, con menor cobertura en salud (modelo 1) y con menores recursos municipales de acuerdo con el IEM (modelo 3).

Otros estudios sobre desigualdades en mortalidad también han encontrado mayor carga de mortalidad por enfermedades infecciosas como el VIH en los municipios más pobres del Valle del Cauca (Colombia) de acuerdo al NBI (180), y en general, en las poblaciones más pobres y con carencia de poder (216).

Unas peores condiciones de vida en las poblaciones más vulnerables se asocia con mayor riesgo de infecciones, como es el caso del Virus Papiloma Humano asociado con cáncer de útero y *Helicobacter Pylori* con cáncer de estómago (70). Un estudio en el Reino Unido en pacientes con cáncer gástrico entre 1995 y 2004 estudió la influencia de la deprivación socioeconómica encontrando que las poblaciones menos favorecidas, en comparación con las más privilegiadas, presentaron peores resultados en el tiempo al diagnóstico, mortalidad operativa y sobrevivida a los cinco años (217). Igualmente un estudio sobre desigualdades en mortalidad relacionadas con características socioeconómicas en el departamento del Huila (Colombia) para el periodo 2009-2013 encontró que la mortalidad por cáncer gástrico y las enfermedades hipertensivas fueron causas que evidenciaron el mayor comportamiento adverso para los municipios menos favorecidos (179).

Para las neoplasias (Y_2), y contrario al grupo de enfermedades transmisibles, se observó una tendencia ascendente (modelo 3) de la mortalidad proporcional por neoplasias sobre la mortalidad proporcional por todas las demás causas. Esto también es consistente con el aumento ponderado de las ENT discutido previamente. En general, el peso de las neoplasias sobre todas las demás causas fue mayor en las regiones con mejores condiciones socioeconómicas, en nuestro caso, en los municipios menos pobres de acuerdo con el NBI e IMP (modelo 3) y con mayor cobertura en salud. En el estudio de las ENT se ha encontrado que las regiones más desarrolladas e industrializadas generalmente presentan mayor riesgo de incidencia y mortalidad por ENT por estar más expuesta a los factores de riesgo de los entornos urbanos que incluyen estilos de vida sedentarios, acceso a alimentos industrializados baratos y la presión social de fumar y beber, entre otros (115,116).

En el caso de las enfermedades del sistema circulatorio (Y_3) solo se encontraron asociaciones estadísticamente significativas en el modelo 1 que solo explicó el 7,15% de la variabilidad total. El peso de las enfermedades del sistema circulatorio sobre todas las demás causas fue mayor en los municipios más desarrollados de acuerdo con el IDM, con mayor déficit de vivienda cuantitativa, mayor cobertura en salud y en los municipios más pequeños (categoría 6). Un resultado similar fue encontrado en el departamento del Huila (Colombia) donde la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares mostró mayores niveles de mortalidad en los municipios más

favorecidos o menos vulnerables de acuerdo a indicadores como la cobertura en educación, NBI y ruralidad (179). Las enfermedades del sistema circulatorio, al igual que las neoplasias, hacen parte del grupo de ENT y comparten factores de riesgo (116). No obstante, dentro del grupo de enfermedades del sistema circulatorio también se encuentran enfermedades como las hipertensivas y las cerebrovasculares que han sido asociadas con indicadores socioeconómicos en contra de las regiones más desfavorecidas (179,185).

En el grupo de mortalidad de ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (Y_4) se encontró una tendencia descendente en la mortalidad proporcional perinatal con relación a todas las demás causas, lo cual es concordante con el descenso en la mortalidad perinatal discutido previamente. En general, el peso en la mortalidad proporcional por afecciones originadas en el periodo perinatal se asoció con peores condiciones de los municipios, siendo mayor en los municipios menos desarrollados de acuerdo con el IDM, en los más pobres según el IPM (modelo 1), en los municipios con peores condiciones de vivienda de acuerdo con el déficit de vivienda cuantitativo (modelo 3) y cualitativo (modelo 1). Además, el peso de la mortalidad proporcional por afecciones originadas en el periodo perinatal fue mayor en Chocó en comparación con el Valle del Cauca. Siendo la TMI un indicador del desarrollo de un país, es de esperarse que esta sea más alta en las regiones más rezagadas como sucede con Chocó que en 2014 presentó la mayor TMI del país (25×1.000 nacidos vivos) (218). El Chocó es uno de los departamentos más rezagados en Colombia mostrando en el año 2015 tasas de pobreza superiores al 50% (58).

En el grupo de causas externas (Y_5) se observó que el peso de la mortalidad proporcional por causas externas con relación a la mortalidad proporcional por todas las demás causas está descendiendo (modelo 1) como se sustentó anteriormente. En general la mortalidad proporcional por causas externas fue mayor que la mortalidad proporcional por todas las demás causas en los municipios menos favorecidos, es decir, en los menos desarrollados de acuerdo con el IDM (modelo 3), en los más pobres de acuerdo con el IPM (modelo 1) y en los municipios con mayor déficit de vivienda cuantitativo (modelo 3). El estudio sobre desigualdades en mortalidad relacionadas con características socioeconómicas en el departamento del Huila evidenció una leve tendencia a mayor mortalidad por homicidios en los municipios más pobres de acuerdo al NBI (179). Otro estudio que analizó las desigualdades en la mortalidad por causas externas en el departamento de Antioquia (Colombia) durante el periodo 2000-2010, usando como variables independientes los cuartiles de las condiciones socioeconómicas de los municipios medidas por el NBI e IDH, encontró una tendencia decreciente en la mortalidad por causas externas además de gradiente social negativo, con mayor riesgo de morir en municipios más pobres y menos desarrollados (47). En la región Pacífico esto es muy coherente por las precarias condiciones de su población y porque históricamente ha sido escenario de la violencia y conflicto armado en Colombia (59).

La literatura muestra que para el análisis de datos composicionales se prefiere la transformación RLI porque sus componentes son ortogonales y por consiguiente están menos correlacionados (204). En general en nuestro estudio el modelo 5 con la transformación RLI mostró el mejor ajuste (menor valor del estadístico DIC). No obstante, la literatura también concuerda en afirmar que usando la transformación RLI la interpretación de los coeficientes de regresión ($\hat{\beta}_{kj}$) asociados a las covariables no es sencilla (200,202,204). En este sentido, los modelos que usan la transformación RLA tienen la ventaja que permiten interpretar los coeficientes de regresión del modelo como medidas de efecto sobre la transformación como se hizo en la Tabla 31.

Un estudio que usó modelos de regresión con estructura espacial para estudiar la relación entre la distribución etaria del primer hijo (p_1 : 15-18 años; p_2 : 19-29 años y p_3 : 30+ años) y el índice de pobreza en São Paulo (Brasil) usó las transformaciones RLA y RLI reportando mejor ajuste del modelo basado en RLI (mayor LPML, log-pseudo marginal likelihood), aunque realmente los resultados fueron muy similares con ambas transformaciones (200). En ese estudio los autores consiguieron graficar las proporciones originales (p_1 , p_2 y p_3) a partir de los modelos de regresión basados en las transformaciones RLA y RLI con una covariable X (índice de pobreza), encontrando que el índice de pobreza se correlacionó positivamente con p_1 y negativamente con p_3 . En nuestro estudio también se consiguió graficar las composiciones y los indicadores socioeconómicos a partir de la transformación RLA (Apéndice K), sin embargo por tratarse de un modelo de regresión múltiple con doce covariables las tendencias no fueron muy claras.

En este estudio el análisis de datos composicionales con los datos de mortalidad proporcional por causa específica en la región Pacífico enfrentó una situación donde no todos los x_{ik} fueron mayores que cero, debido a que en algunos grupos de mortalidad, municipios y años la mortalidad fue nula. Por la naturaleza de las transformaciones RLA y RLI, las observaciones con algún valor nulo ($x_{ik} = 0$) son eliminadas del análisis (porque logaritmo natural de cero es indeterminado), razón por la cual del total de observaciones disponibles ($n=2.478$) fueron analizadas en el modelo 1 un total de 2.068 para y_{i1} (83,5%); 2.224 para y_{i2} (89,7%); 2.293 para y_{i3} (92,5%); 1.682 para y_{i4} (67,9%) y 2.266 para y_{i5} (91,4%). Es decir que la utilización modelación de datos composicionales con la información de mortalidad proporcional por grandes causas en la región Pacífico (modelo 1) tuvo como gran limitación la eliminación de entre el 7,5% y 32,1% de las observaciones.

En general, el modelo 1 ajustado bajo el enfoque clásico no mostró un buen ajuste. El mejor ajuste se presentó para la respuesta Y_4 [$Y_4 = \log$ (proporción muertes por afecciones originadas en el periodo perinatal ÷ proporción muertes por todas las demás causas)] explicando cerca del 48% de la variabilidad total en función de las variables contenidas en el modelo. El segundo mejor ajuste fue el modelo para Y_1 [$Y_1 = \log$ (proporción muertes por enfermedades transmisibles ÷ proporción muertes por

todas las demás causas)] donde las covariables del modelo explicaron una cuarta parte de la variabilidad total. Para las otras respuestas (Y_2 , Y_3 y Y_5) los coeficientes de determinación fueron respectivamente 4,65%, 7,15% y 9,11%. No obstante, los supuestos en la modelación clásica fueron validados mediante el análisis de los residuales los cuales mostraron una distribución normal con media cero y varianza constante, además de no encontrar evidencia de autocorrelación.

En los métodos de análisis de datos composicionales se reconoce que la presencia de ceros impide el uso de las transformaciones basadas en Razón-Log, pero también la eliminación de registros con valores de cero puede sesgar los resultados (204,219). Para tratar con ceros en el análisis de datos composicionales se han propuesto varias alternativas y métodos de imputación reconociendo que no hay uno ideal (220). Un estudio sobre pronósticos de causas de muerte usando análisis de datos composicionales reemplazó los ceros por media unidad, es decir por una constante $c=0,5$ (197).

En este estudio para tratar de conservar la mayor información disponible y poder usar la transformación RLA (5) y RLI (7) nosotros modificamos ligeramente su fórmula original y adicionamos una constante ($c=0,000001$) en el numerador y denominador como fue presentado en la ecuación (12). Su efecto inmediato en el modelo 1 fue la reducción de los coeficientes de determinación en un rango de 2,32% a 9,28%, además de la violación de los supuestos del modelo. Por esta razón decidimos no incluir los resultados del modelo 1 en este estudio.

Las transformaciones RLA y RLI modificadas también se usaron bajo un enfoque Bayesiano: el modelo 2 usó RLA asumiendo independencia entre los y_{ik} ; el modelo 3 usó RLA asumiendo dependencia entre los y_{ik} ; el modelo 4 usó RLI asumiendo independencia entre los y_{ik} ; y el modelo 5 usó RLI asumiendo dependencia entre los y_{ik} . Para ambas transformaciones RLA y RLI los resultados de sus modelos fueron similares. Es decir usando la transformación RLA los resultados de sus modelos (2 y 3) fueron similares para todos los y_{ik} ($k=1,\dots,5$), pero con el modelo 3 mostrando un mejor ajuste al presentar menores valores del estadístico DIC (Tablas 34 a 38). Usando la transformación RLI los resultados de sus modelos (4 y 5) también fueron similares (Tablas 39 a 43) con mejor ajuste del modelo 5 (menor DIC) en todos los componentes excepto Y_3 .

La transformación RLA fue usada con los modelos de regresión bajo el enfoque clásico (modelo 1) y Bayesiano (modelo 3). Cuando se compararon los resultados entre el modelo 1 y el modelo 3 (Tablas 34 a 38) se percibe que los hallazgos no fueron muy concordantes en la estimación de los parámetros ($\hat{\beta}_{ki}$) lo que puede tener varias explicaciones.

Primero, el modelo 1 usó la transformación RLA original (5) donde son eliminados del análisis los registros con cero muertes en algún grupo de causa, municipio y año,

mientras que el modelo 3 usó la transformación RLA modificada (12). De aquí, el tamaño de muestra para el modelo 1 fue menor que para el modelo 3. En el modelo 1 la eliminación de observaciones sin muertes posiblemente correspondió a los municipios más pequeños y sesgó las estimaciones de los parámetros. Por esto los resultados del modelo 1 deberían ser analizados con precaución.

Segundo, para evitar la eliminación de registros sin defunciones nosotros modificamos la transformación RLA al adicionar una constante c ($c=0,000001$) en su numerador y denominador (12). El efecto matemático de esta modificación fue que registros sin defunciones en un grupo G_i (numerador) y con alta proporción de mortalidad por todas las demás causas (denominador) produjeron en y_{ik} (12) valores muy negativos. Sin embargo, esto es coherente indicando menor peso relativo del grupo G_i y mayor peso del grupo de todas las demás causas. De igual forma, altas proporciones de mortalidad de un grupo G_i (numerador) y sin defunciones por todas las demás causas (denominador) produjeron en y_{ik} (12) valores muy positivos indicando mayor peso relativo del grupo G_i en comparación con todas las demás causas.

Finalmente, los resultados Bayesianos (modelo 3) también pueden ser diferentes del modelo 1 por el efecto de las distribuciones a priori. Aunque en general, se esperan mejores resultados del modelo 3 con la captura de la dependencia entre las respuestas composicionales.

A continuación se exponen algunas debilidades percibidas en este capítulo. La primera de ellas está asociada con el uso de datos secundarios como se ha discutido en los capítulos anteriores. Los datos de mortalidad provienen de las Estadísticas Vitales del DANE, que pesar de ser oficiales y consolidados, es reconocido que tienen problemas de calidad y cobertura (221). Segundo, del total de defunciones registradas en el periodo de estudio (502.233) fueron eliminadas el 2,45% (12.314/502.233) porque no tenían la información de variables relevantes como sexo, edad, municipio de residencia/ocurrencia y principalmente causa básica de la defunción (1,8%). Por esta razón las proporciones (x_{ik} ; $k=1, \dots, 6$) fueron calculadas sobre un menor denominador alterando ligeramente su valor. Sin embargo no hay razón para pensar que se hayan sesgado las proporciones a favor o en contra de un grupo de mortalidad en particular. Tercero, los indicadores socioeconómicos fueron considerados constantes para el periodo de estudio básicamente porque la gran mayoría fueron calculados con la información del último censo en Colombia (año 2005), aunque es de esperarse que las condiciones socioeconómicas municipales hayan variado durante el periodo de estudio. Finalmente, se modificaron las transformaciones RLA y RLI mediante la adición de una constante ($c=0,000001$) en su numerador y denominador para conservar la mayor cantidad de registros, no obstante los resultados fueron coherentes con los análisis preliminares (descriptivos) y el conocimiento en salud pública. Futuros estudios podrían explorar la sensibilidad de los resultados al modificar el valor de la constante (c).

Como fortalezas se destaca la utilización de modelos de regresión multivariados para el análisis de la mortalidad proporcional, donde además se exploraron dos transformaciones y dos alternativas de modelación que mostraron resultados muy similares, pero con mejor ajuste de los modelos que consideraron la dependencia entre las observaciones. También se resalta el uso de información de mortalidad para un periodo de 14 años que permitió observar la tendencia de la mortalidad proporcional para las seis grandes causas de muerte consideradas.

A pesar de las diferencias y limitaciones de los enfoques clásico y Bayesiano utilizados en este estudio, los resultados globales (análisis descriptivo, análisis de correlación y modelación clásica y Bayesiana) mostraron hallazgos de gran interés para el campo de la salud pública y consistentes con la teoría de las desigualdades sociales en salud.

Conclusión

En la región Pacífico de Colombia las ENT fueron responsables de más del 90% de la mortalidad durante el periodo 2002-2014. Las principales causas de muerte fueron las enfermedades del sistema circulatorio, seguida de todas las demás causas, causas externas, neoplasias, enfermedades transmisibles y ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal.

Se observó un marcado descenso en la mortalidad proporcional por causas externas, y uno menor de las enfermedades no transmisibles y las afecciones originadas en el periodo perinatal. Por el contrario, se observaron incrementos en la mortalidad proporcional por todas las demás causas, enfermedades del sistema circulatorio y neoplasias.

Las condiciones socioeconómicas de los municipios de la región Pacífico mostraron mucha variabilidad y en general altos niveles de pobreza de acuerdo con indicadores de IMP, NBI y DEVI.

La mortalidad proporcional por grandes causas se correlacionó con los indicadores socioeconómicos de la región. En general, las enfermedades transmisibles, ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal y causas externas tuvieron mayor relevancia en los municipios menos favorecidos social y económicamente, mientras que las enfermedades del sistema circulatorio y las neoplasias mostraron mayor presencia en las regiones más favorecidas.

Los modelos de regresión basados en las transformaciones RLA y RLI permitieron identificar indicadores socioeconómicos asociados a la mortalidad proporcional por grandes causas de muerte en la región Pacífico de Colombia mostrando su aplicabilidad en el campo de la salud pública. Los modelos con mejor ajuste fueron aquellos que consideraron la dependencia y los basados en la transformación RLI, pero las interpretaciones de los coeficientes de regresión fueron más sencillas usando la transformación RLA.

5 Capítulo 5: ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE LA MORTALIDAD GENERAL Y ESPECIFICA EN LA REGIÓN PACIFICO DE COLOMBIA, 2002-2015

5.1 INTRODUCCIÓN DEL CAPITULO

Este capítulo es una continuación del anterior donde se introdujo el tema de las desigualdades sociales en la salud (DSS). Mas concretamente, el interés está centrado en las desigualdades sociales en la mortalidad y su relación con el contexto socioeconómico de los municipios de la región Pacífico durante el periodo de estudio (2002-2015).

Anteriormente se abordaron las desigualdades sociales en la mortalidad proporcional usando modelos de regresión para datos composicionales por medio de las transformaciones Razón Log-Aditiva (RLA) y Razón Log-Isométrica (RLI). En este último capítulo se aborda el tema de las desigualdades en la mortalidad general y específica usando modelos jerárquicos Bayesianos que consideran la posible dependencia espacial y temporal de los datos.

En este capítulo se utilizó el geoprocésamiento con una aplicación espacial en el campo de la salud pública, integrando herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), modelamiento estadístico Bayesiano, información de mortalidad e indicadores socioeconómicos en la región Pacífico de Colombia. Los SIG son herramientas tecnológicas importantes para la medición de las DSS e identificación de áreas rezagadas y con mayores problemas de salud (222).

El consenso en salud pública define las DSS como diferencias injustas, innecesarias y evitables en el estado de salud entre grupos cuando se comparan por características demográficas, socioeconómicas o geográficas. La preocupación de las DSS también presenta el “espacio” como una categoría de interés en el campo de la salud pública. El interés por conocer la relación entre territorio y salud se aprecia desde la revolución industrial en Inglaterra (finales del siglo XVIII) cuando el gobierno se preocupó por llamadas “clases peligrosas” concentradas en ciertos espacios de las ciudades (153).

Desde la década de los 50's, con el surgimiento de la corriente denominada nueva geografía (o geografía teórica) y la reconstrucción del objeto de estudio, se resalta la importancia del espacio humano como producto de una organización económica y social. La geografía no solo se ocupa de la descripción del paisaje, sino también de comprender los procesos socioeconómicos empleando un enfoque interdisciplinar.

En la década de los 70's se encuentran estudios que ligaban la salud con la posición social individual dando importancia a las características del área de residencia (153). Se encontró que vivir en áreas pobres tenía un impacto negativo en la salud, aun si el nivel socioeconómico del individuo no era bajo (223).

El área geográfica es un espacio social donde convergen las condiciones de vida de una comunidad. La utilización de un “conglomerado espacial” es adecuada cuando no se dispone de información a nivel individual pero sí se conocen características socioeconómicas del lugar de residencia de las personas. Esta situación conlleva a diseñar estudios ecológicos donde se estudia la relación entre indicadores de morbi-mortalidad en un área con la posición social de la misma o estudios multinivel que combinan datos a nivel individual con datos a nivel contextual. Trabajos de la epidemiología social con estas características se apoyan con herramientas tecnológicas como los SIG y la modelación estadística avanzada (153,224).

En la literatura revisada se encuentra evidencia que países como España comenzaron con estudios territoriales de desigualdades en salud a nivel de provincia (224), y luego bajaron a los niveles de municipio, zona básica (aprox. 25.000 personas) y sección censal (aprox. 2.000 personas) (153). El análisis de conglomerados por área geográfica tiene la ventaja que las poblaciones que habitan un mismo espacio, generalmente, tienen características sociodemográficas similares y están expuestas a los mismos factores de riesgo. Los primeros estudios en España fueron descriptivos y luego avanzaron en la incorporación de SIG y técnicas de modelación Bayesiana para evitar el problema de áreas pequeñas.

En Colombia se encontraron diversos estudios que han relacionan el espacio geográfico con algunos indicadores de mortalidad a diferentes niveles de agregación, por ejemplo departamento (187,190,192), subregión (181), municipio (47,179,185,194), o localidad (189). Sin embargo, son pocos los estudios que consideraron la posible dependencia espacial de la información por medio de técnicas de análisis espacial.

5.2 OBJETIVOS DEL CAPITULO

5.2.1 General

Estudiar espacial y temporalmente las desigualdades sociales en la mortalidad (general y específica) y su relación con indicadores socioeconómicos en los municipios de región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015.

5.2.2 Objetivos específicos:

- 1) Describir la tendencia espacial y temporal de la mortalidad (general y específica) en la región Pacífico colombiana durante el periodo 2002-2015.
- 2) Describir las condiciones socioeconómicas de los municipios de la región Pacífico durante el periodo 2002-2015.

- 3) Determinar la relación entre la mortalidad (general y específica) y las condiciones socioeconómicas de los municipios de la región Pacífico durante el periodo 2002-2015.

5.3 METODOLOGÍA DEL CAPITULO

5.3.1 Tipo de estudio, periodo y área de estudio

Estudio ecológico longitudinal en los municipios de la región Pacífico de Colombia, donde se estudió la distribución espacial y temporal de la mortalidad (general y específica) durante el periodo 2002-2015 y su relación con el nivel socioeconómico de los municipios. La unidad de análisis fue el municipio (177 en total).

5.3.2 Área de estudio

La región Pacífico de Colombia (Figura 1) está conformada por los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca, comprende cerca del 11,5% del territorio de Colombia y contiene aproximadamente el 18% de la población del país (30). En el 2005, año del último censo en Colombia al inicio de este estudio y donde fueron calculados varios de los indicadores socioeconómicos usados, el número de municipios por departamento era de 41 en Cauca, 30 en Chocó, 64 en Nariño y 42 en Valle del Cauca (177 en total).

5.3.3 Fuentes de información

Para el estudio espacio-temporal de las desigualdades sociales en la mortalidad (general y específica) y su relación con indicadores socioeconómicos en los municipios de región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015, se usaron datos secundarios provenientes de diferentes fuentes de información.

Los datos de mortalidad provienen de las Estadísticas Vitales del DANE, de acceso público en su portal <https://www.dane.gov.co/>, donde se consolida la información de certificados de defunción del país (11). Se usaron las variables fecha de la defunción, lugar de residencia del fallecido, lugar de ocurrencia de la muerte y causa básica de la defunción codificada según la CIE-10 (12). Durante el periodo 2002-2015 fueron registradas en el DANE 502.233 defunciones en el área de estudio, de las cuales se eliminaron el 0,6% (3.043/502.233) de ellas por tener datos faltantes en las variables municipio (N=1.150), sexo (N=59) y edad (N=1.844). Nosotros analizamos 499.180 defunciones en los municipios de la región Pacífico.

Los datos de tamaños de población y número de nacidos vivos (N.V.) también fueron obtenidos del DANE en su componente de Proyecciones de Población (30) y

Nacimientos, respectivamente. Estos datos demográficos estuvieron disponibles a nivel de municipio para cada año del periodo 2002-2015.

Los indicadores socioeconómicos de los 177 municipios provienen de varias fuentes de información (Tabla 44). Ellos fueron seleccionados por tener relevancia en el estudio de las desigualdades sociales en salud y por estar disponibles a nivel de municipio.

Todas las covariables, excepto la “Categorización de los municipios” fueron de carácter numérico.

Tabla 44. Indicadores sociales y económicos para los municipios del área de estudio

Indicador	Descripción del Indicador	Unidad	Periodo	Fuente
Categorización de los municipios	Clasificación de los municipios de acuerdo con el número de habitantes y a sus Ingresos Corrientes de Libre Destinación (ICLD). Su codificación inicial fue de 0 a 6, donde 0 corresponde a las grandes ciudades y 6 los municipios menores. Este indicador se analizó como una variable dicotómica codificada con 0 para los 161 municipios pequeños (categoría 6) y 1 para los 16 municipios no pequeños (categorías 0 a 5).	0 a 6	1993-2012 (constante)	DNP
Índice de desarrollo municipal (IDM)	Mediana de los años 2002-2009. Calculado por el DNP, mide de manera sintética el comportamiento de los municipios en variables de tipo social (servicios públicos, condiciones de vida, educación, etc.) y financiero. El IDM mide el nivel de desarrollo alcanzado por cada municipio, donde menores valores indica menor desarrollo (207). Ver Anexo C.	0 a 1 (0-100)	2002-2009	DNP-DANE
Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)	Usa cinco indicadores simples, para determinar si las necesidades básicas de la población se encuentran cubiertas para clasificarlas como pobres. El indicador NBI indica el porcentaje de la población que presenta al menos una NBI de acuerdo con los indicadores seleccionados: viviendas inadecuadas, viviendas con hacinamiento crítico, viviendas con servicios inadecuados, viviendas con alta dependencia económica, viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela. Mayores valores indican mayor pobreza.	%	2005	DANE
Índice de Pobreza Multidimensional (IPM)	Mide el grado de privación de la población en un conjunto de cinco dimensiones relacionadas con condiciones educativas del hogar, condiciones de la niñez y juventud, trabajo, salud y acceso a servicios públicos domiciliarios y condiciones de la vivienda. Una persona es multidimensionalmente pobre si no supera la tercera parte de las dimensiones seleccionadas (5/15) o no supera el 33,3% según la ponderación asignada. Mayores valores indican mayor pobreza.	%	2005	DNP
Déficit de Vivienda (DEVI)	El indicador DEVI mide los hogares en Colombia que se encuentran en déficit de vivienda, ya sea cuantitativo o cualitativo. Este indicador corresponde a la suma de déficit de vivienda cuantitativo + déficit de vivienda cualitativo. Mayores valores indican mayor déficit de vivienda. <ul style="list-style-type: none"> El DEVI Cuantitativo mide si la cantidad de viviendas existentes es insuficiente para albergar a la totalidad de la población del país. El DEVI Cualitativo mide si las viviendas existentes no cumplen con estándares mínimos de calidad y por ende no ofrecen una calidad de vida adecuada a sus moradores. 	%	2005	DANE
Cobertura en salud (%)	Mide el porcentaje de la población que posee aseguramiento en salud. Mayores valores indican mayor proporción de población asegurada.	%	2005	DNP
Tasa de alfabetismo (%)	Mide el porcentaje de la población de 15 años o más que declaran saber leer y escribir, con base al censo 2005.	%	2005	DANE

Fuente: elaboración propia.

DPN: Departamento Nacional de Planeación; DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística

También se obtuvo del Geoportal del DANE (<https://geoportal.dane.gov.co/>) la cartografía digital de Colombia, vigente al 2005, en formato Shapefile para la elaboración de los mapas.

5.3.4 Procesamiento

La información de mortalidad del DANE fue desagregada por municipio y año durante el periodo 2002-2015. La causa básica de la defunción se encuentra codificada según el CIE-10. La mortalidad general incluyó todas las defunciones en el municipio y año específico. La mortalidad específica fue definida de acuerdo con la lista corta de mortalidad 6/67 de la OMS/OPS para seis grandes grupos de causas de muerte y un grupo residual como se describió en la Tabla 1.

- 1) Enfermedades transmisibles
- 2) Neoplasias (Tumores)
- 3) Enfermedades del sistema circulatorio
- 4) Ciertas afecciones originadas en el período perinatal
- 5) Causas externas
- 6) Todas las demás enfermedades
- 7) Signos, síntomas y afecciones mal definidas

Usando la fecha de la defunción se definió el año del evento. Usando el lugar de residencia del fallecido (o de la madre en el caso de la mortalidad infantil) se asignaron las defunciones a un municipio de análisis, excepto para las causas externas que fueron asignadas de acuerdo con el lugar de ocurrencia de la defunción.

Todos los indicadores sociodemográficos (Tabla 44), excepto la variable “Déficit de Vivienda”, contenían la información completa para los 177 municipios. Se encontraron seis municipios con datos perdidos para la variable DEVI que fueron los siguientes: Santa Bárbara en Nariño; Argelia y Piamonte en Cauca; y Medio Atrato, Atrato y El Litoral del San Juan en Chocó.

Para cada uno de los seis municipios con datos perdidos se realizó imputación del dato usando el promedio de sus respectivos vecinos como se muestra en la Tabla 45.

Tabla 45. Información de los seis municipios donde se realizó imputación de datos para la variable déficit de vivienda (DEVI)

#	Departamento	Municipio	DEVI	DEVI cuantitativo	DEVI cualitativo
1	Cauca	Argelia	ND	ND	ND
	Vecinos:				
	Cauca	Balboa	74,61	10,24	64,37
	Cauca	El Tambo	78,68	13,39	65,29
	Cauca	Guapi	99,67	14,23	85,45
	Cauca	Timbiquí	90,92	6,97	83,96
	Cauca	Patía	43,90	9,610	34,29
	Nariño	El Charco	99,98	9,43	90,55
	Promedio		81,29	10,65	70,65
2	Nariño	Santa Bárbara	ND	ND	ND
	Vecinos:				
	Cauca	Guapi	99,67	14,23	85,45
	Nariño	El Charco	99,98	9,43	90,55
	Promedio		99,83	11,83	88,00
3	Cauca	Piamonte	ND	ND	ND
	Vecino:				
	Cauca	Santa Rosa	91,47	20,25	71,22
	Promedio		91,47	20,25	71,22
4	Chocó	Medio Atrato	ND	ND	ND
	Vecino:				
	Chocó	Quibdó	94,81	11,73	83,08
	Promedio		94,81	11,73	83,08
5	Chocó	Atrato	ND	ND	ND
	Vecinos:				
	Chocó	Río Quito	100,00	6,78	93,22
	Chocó	Quibdó	94,81	11,73	83,08
	Chocó	Cértegui	99,81	16,27	83,54
	Chocó	Lloró	96,73	4,51	92,21
	Promedio		97,84	9,82	88,01
6	Chocó	El Litoral del San Juan	ND	ND	ND
	Vecinos:				
	Chocó	Sipí	75,30	3,96	71,33
	Valle del Cauca	Bolívar	40,77	6,12	34,64
	Valle del Cauca	Buenaventura	54,41	11,17	43,24
	Valle del Cauca	Calima	31,39	12,00	19,39
	Valle del Cauca	Riofrío	33,21	12,13	21,08
	Valle del Cauca	Trujillo	40,40	8,75	31,65
	Chocó	Bajo Baudó	97,56	19,22	78,34
	Chocó	Istmina	97,38	5,45	91,94
	Promedio		58,80	9,85	48,95

Fuente: elaboración propia.

DEVI: Déficit de vivienda; ND: No dato/Sin dato

La información fue organizada en una hoja electrónica de Excel, bajo el esquema de una base de datos con 177 filas (una fila por municipio) y las siguientes columnas:

- ID del municipio: Consecutivo del 1 al 177
- Datos de identificación del municipio: nombre del departamento y municipio; y código DANE del departamento y municipio
- Población anual (Nº habitantes) para cada año del periodo 2002-2015
- Población total del periodo 2002-2015
- Nº de nacimientos anuales para cada año del periodo 2002-2015
- Nº nacimientos totales del periodo 2002-2015
- Nº total de muertes en el periodo 2002-2015, general y para cada una de las grandes causas
- Nº de defunciones anuales: general y específica, para cada una de las grandes causas, para cada año del periodo 2002-2015
- Indicadores socioeconómicos

Para explorar las tendencias de la mortalidad (general y específicas para los seis grandes grupos de causas de muerte) durante el periodo de estudio se calcularon tasas crudas de mortalidad por departamento. La tasa de mortalidad se obtuvo mediante el cociente entre el número de defunciones (numerador) y la población municipal (denominador). Solo para la tasa de mortalidad del cuarto grupo (ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal) el denominador fue el número de nacimientos. Para facilitar su interpretación, la tasa de mortalidad general y por afecciones originadas en el periodo perinatal fueron ampliadas $\times 1.000$; y todas las demás tasas específicas de mortalidad se ampliaron $\times 100.000$. También se calcularon tasas estandarizadas de mortalidad usando el método directo y con población de referencia Colombia 2005.

En el software R la información de mortalidad e indicadores socioeconómicos fue ligada al mapa shapefile de los municipios usando el código DANE del municipio como llave principal para enlazar la información.

5.3.5 Análisis estadístico

5.3.5.1 Análisis descriptivo

Se realizó un análisis descriptivo de los indicadores socioeconómicos de la Tabla 44 utilizando indicadores de centramiento (promedio y mediana), de dispersión (desviación estándar y rango) y de posición (mínimo, percentil 25/Cuartil 1, percentil 75/Cuartil 3 y máximo).

Se realizaron mapas temáticos (o mapas cloropeta) para describir la tendencia espacial y temporal de la de la mortalidad general y específica. También se usaron

mapas cloropeta para describir las condiciones sociales y económicas de los municipios del área de estudio. En todos los mapas se usaron quintiles de las variables para definir las categorías de los mapas. Todos los mapas fueron realizados en R.

5.3.5.2 Análisis espacio-temporal

El análisis espacial y temporal de las desigualdades sociales en la mortalidad (general y específica) y su relación con indicadores socioeconómicos en la región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015 fue realizado mediante técnicas de análisis espacial.

El modelamiento espacio-temporal fue basado en Achcar et al. 2011 (225). La variable respuesta Y_{ij} fue el número de muertes (por todas las causas o por causa específica) en el municipio i ($i=1, 2, \dots, n$) ($n=177$ municipios) y en el año j ($j=1, 2, \dots, T$) ($T=14$ años) (correspondiente a los años 2002 a 2015), N_{ij} es el número de habitantes en el municipio i y año j , y θ_{ij} es la tasa anual de mortalidad que se obtiene al dividir el número de muertes entre el número de habitantes del municipio i , es decir, $\theta_{ij} = Y_{ij}/N_{ij}$.

El modelo estadístico asume que Y_{ij} es una variable aleatoria que sigue una distribución de Poisson con parámetro λ_{ij} . Formalmente se escribe:

$$Y_{ij} | \lambda_{ij} \sim \text{Poisson}(\lambda_{ij}) \quad ; \quad i=1, \dots, n; j=1, \dots, T \quad (1)$$

Se consideraron como covariables los indicadores socioeconómicos municipales presentados en la Tabla 44 denotados así:

- X_{1i} : Categoría del municipio i (0: Pequeños; 1: No pequeños)
- X_{2i} : IDM (promedio 2002-2009) en el municipio i
- X_{3i} : NBI (año 2005) en el municipio i
- X_{4i} : IPM (año 2005) en el municipio i
- X_{5i} : Déficit de vivienda (año 2005) en el municipio i
- X_{6i} : Cobertura en salud (año 2005) en el municipio i
- X_{7i} : Tasa de alfabetismo (año 2005) en el municipio i

Todas las covariables (indicadores socioeconómicos) fueron centradas, restando su valor promedio.

Considerando las covariables X_1 a X_7 se asume el siguiente modelo de regresión para la distribución Poisson presentada en (1):

$$\log(\lambda_{ij}) = \log N_{ij} + \beta_{0j} + \beta_{1j}(X_{1i}) + \beta_{2j}(X_{2i} - \bar{X}_2) + \beta_{3j}(X_{3i} - \bar{X}_3) + \beta_{4j}(X_{4i} - \bar{X}_4) + \beta_{5j}(X_{5i} - \bar{X}_5) + \beta_{6j}(X_{6i} - \bar{X}_6) + \beta_{7j}(X_{7i} - \bar{X}_7) + b_i + W_{ij} \quad (2)$$

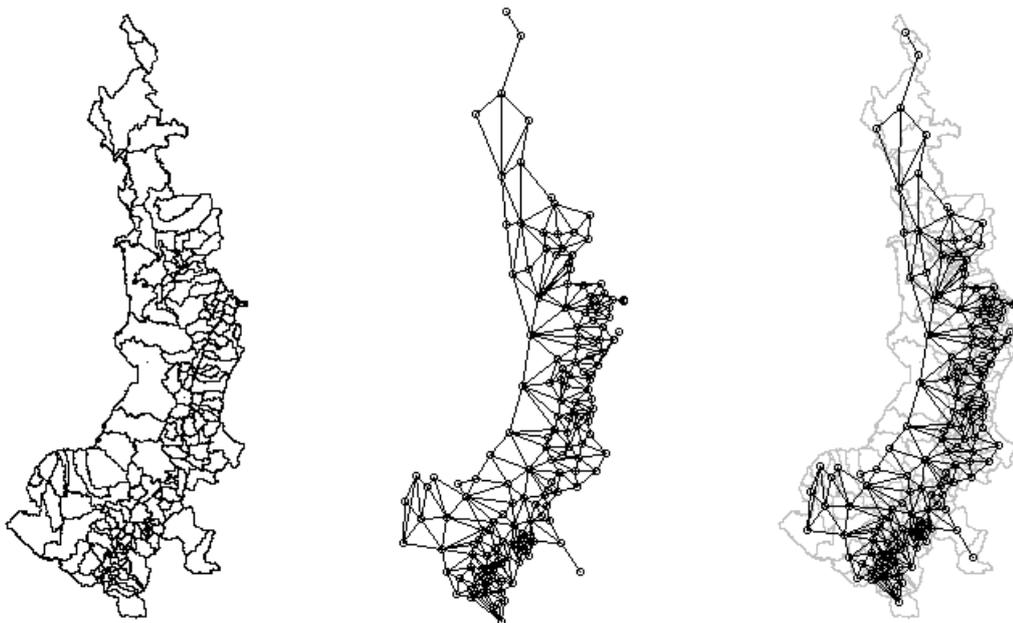
para $i=1, \dots, 177$ (municipios) y $j=1, \dots, 14$ (años); N_{ij} es el número de habitantes en el municipio i y año j ; \bar{X}_l , $l=2, \dots, k$ ($k=7$) denota el promedio de la covariable X_l . Los parámetros β_{0j} a β_{7j} son los coeficientes de regresión (efectos fijos) y los coeficientes β_{1j} a β_{7j} representan los efectos fijos de las respectivas covariables X_1 a X_7 . El componente b_i es un efecto aleatorio asociado al i -ésimo municipio que captura la posible correlación espacial entre la mortalidad de los municipios vecinos. Y el componente W_{ij} representa un efecto aleatorio para capturar la tendencia temporal de los 14 años.

Se asumió que b_i tiene una distribución a priori espacial normal con estructura Autorregresiva Condicional (CAR), es decir:

$$b_i | \{b_j, i \neq j, j \in A^*(i)\}, \sigma_b^2 \sim N\left(\bar{\eta}_i, \frac{\sigma_b^2}{n_i}\right) \quad (3)$$

Donde $A^*(i)$ denota el conjunto de municipios vecinos al municipio i , n_i denota el número de elementos en $A^*(i)$ o número de municipios vecinos al municipio i , $\bar{\eta}_i$ es la media de los efectos aleatorios b_i de los municipios vecinos al municipio i y σ_b^2 es un parámetro desconocido que representa la varianza de la distribución. La notación $N(a,b)$ representa una distribución normal con media a y varianza b . El criterio usado para la definición de la matriz de vecinos fue el de adyacencia (matriz Queen de contigüidad), donde los municipios se consideran vecinos si hacen frontera unos con otros (Figura 42).

Figura 42. Vecinos por criterio de adyacencia (matriz Queen de contigüidad)



Fuente: elaboración propia.

En el modelo de regresión (2) W_{ij} representa un efecto aleatorio para capturar la tendencia temporal de los 14 años, el cual es asumido como un proceso Gaussiano con distribución normal multivariada (NM) dada por:

$$W_{ij} \sim NM(\vec{0}; \Sigma) \quad (4)$$

donde $\vec{0}$ es un vector de medias (vector de ceros) 14×1 y Σ es la matriz de varianza-covarianza 14×14 :

$$\Sigma = [Cov(W_{ij}, W_{ij^*})] \quad (5)$$

donde los elementos de (5) son:

$$Cov(W_{ij}, W_{ij^*}) = \theta_1 \exp\left(-\sum_{k=2}^K \theta_k |j - j^*|^{k-1}\right) \quad (6)$$

para $j=1, \dots, 14$, $k=1, 2, \dots, K$. El valor de K fue fijo ($K=2$) después de asumir varios valores. El parámetro θ_k es desconocido. El modelo (6) es una generalización de la tendencia longitudinal introducida por Branscum et al. (226).

A partir de la ecuación (2) se analizaron siete modelos de regresión con las siguientes variables respuesta:

- 1) Modelo 1: Y_{ij} fue el número de muertes por todas las causas (general)
- 2) Modelo 2: Y_{ij} fue el número de muertes por enfermedades transmisibles
- 3) Modelo 3: Y_{ij} fue el número de muertes por neoplasias
- 4) Modelo 4: Y_{ij} fue el número de muertes por enfermedades del sistema circulatorio
- 5) Modelo 5: Y_{ij} fue el número de muertes por ciertas afecciones originadas en el período perinatal; N_{ij} fue el número de nacidos vivos en el municipio i y año j
- 6) Modelo 6: Y_{ij} fue el número de muertes por causas externas
- 7) Modelo 7: Y_{ij} fue el número de muertes por todas las demás enfermedades

El ajuste del modelo fue realizado bajo un enfoque Bayesiano usando el programa computacional OpenBUGS versión 3.2.3 (40).

Se asumieron las siguientes distribuciones a priori para los parámetros del modelo (2):

- Para los parámetros β_{ij} ($l=0, 1, \dots, 7$ y $j=1, \dots, 14$) una distribución normal no informativa con media cero y varianza c_{ij}^2 , es decir $\beta_{ij} \sim N(0; c_{ij}^2)$. Se asumió el hiperparámetro $c_{ij}=0,01$.
- Para σ_b^2 se asumió una distribución Gamma con media a/b y varianza a/b^2 , es decir $\sigma_b^2 \sim Gamma(a; b)$. Se asumió $a=b=10$.

- Para θ_k ($k=1,2,\dots,K$) se asumió una distribución uniforme entre cero y d_k , es decir, $\theta_k \sim U(0; d_k)$, donde d_k es un hiperparámetro que tomó valores $d_1=1$ y $d_2=5$. También se usó $d_2=0,1$ obteniendo iguales resultados.
- Para el efecto aleatorio que captura la estructura espacial (b_i) se asumió una distribución espacial normal con estructura Autorregresiva Condicional (CAR) como se especificó en (3)
- Para el efecto aleatorio que captura la estructura temporal (W_{ij}) se asumió una distribución normal multivariada con la estructura de covarianza especificada en (6)

Las distribuciones condicionales a posteriori fueron estimadas por medio del algoritmo Monte Carlo en Cadenas de Márkov (MCMC) [ver por ejemplo Gelfand & Smith 1990 (38) o Chib & Greenberg 1995 (39)]. Los estadísticos resumen de la distribución a posteriori conjunta [media, desviación estándar (DE) e intervalos de credibilidad del 95%, $IC_{cred95\%}$] se obtuvieron simulando grandes muestras. Fueron generadas 1.100.000 muestras de cada parámetro de interés, siendo descartadas las primeras 100.000 para evitar el efecto de los valores iniciales (burn-in samples). Posteriormente, para la obtención de los estimadores de Monte Carlo de las medias a posteriori de interés (estimadores Bayesianos), se generaron 1.000.000 de muestras y se escogieron 10.000 (con saltos de 100 para evitar correlación entre las muestras generadas sucesivamente).

La convergencia de los algoritmos de simulación se verificó a partir de la inspección de gráficos (traceplots).

5.4 RESULTADOS DEL CAPITULO

5.4.1 Análisis descriptivo de los indicadores socioeconómicos

La Figura 43 y la Tabla 46 muestran respectivamente la distribución y resumen descriptivo de los indicadores socioeconómicos de los 177 municipios de la región Pacífico de Colombia. Claramente se observa gran variabilidad en todos los indicadores socioeconómicos indicando diferencias municipales importantes en todos los indicadores utilizados, siendo estas más homogéneas en la tasa de alfabetismo ($CV=12,7\%$) y más heterogéneas para el índice de necesidades básicas insatisfechas ($CV=47,1\%$).

Para el periodo 2002-2009 el promedio del índice de desarrollo humano mediano fue de 39,4; con un valor mínimo de 14,2 (municipio de Argelia en Cauca) y un máximo de 76,5 (municipio de Yumbo en Valle del Cauca).

El índice de necesidades básicas insatisfechas 2005 tuvo un valor promedio de 51,4% con un valor mínimo de 11,0% (Cali en Valle del Cauca) y un valor máximo de 100% compartido por los municipios de Argelia y Piamonte en Cauca; Medio Atrato y Medio

Baudó en Chocó; y Cumbitara en Nariño. Este fue el indicador que mostró la mayor heterogeneidad en la región Pacífico de Colombia.

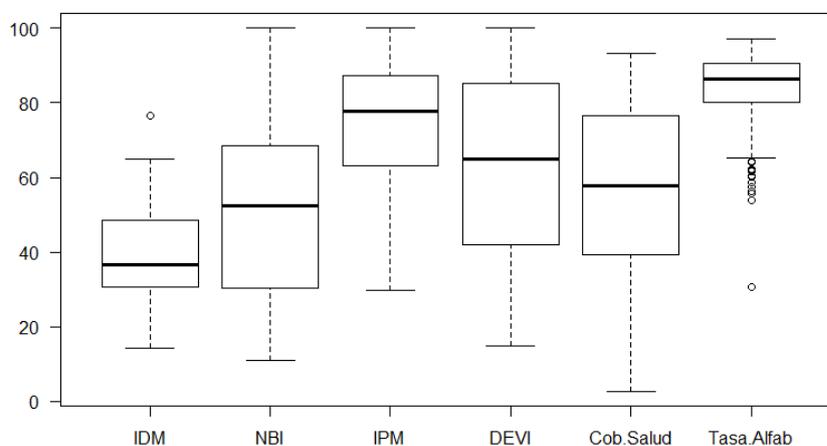
El índice de pobreza multidimensional 2005 tuvo un valor promedio de 74,0%, con un valor mínimo de 29,8% (Palmira en Valle del Cauca) y un máximo de 100% (Argelia en Cauca y Medio Atrato en Chocó).

El déficit de vivienda 2005 tuvo un valor promedio de 62,8% con un valor mínimo de 15,0% (Guadalajara de Buga en Valle del Cauca) y un máximo de 100% en tres municipios de Choco (Bojaya, Río Quito y Riosucio).

La cobertura en salud 2005 tuvo un promedio de 56,0%, con un mínimo de 2,8% (Argelia en Cauca) y un máximo de 93,1% (Ancuyá en Nariño).

La tasa de alfabetismo 2005 tuvo un promedio de 83,3% con un valor mínimo de 30,8% (Argelia en Cauca) y un máximo de 97,0% (Cali en Valle del Cauca).

Figura 43. Distribución de los indicadores socioeconómicos municipales de la región Pacífico de Colombia (IDM: Índice de desarrollo municipal; NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas; IPM: Índice de Pobreza Multidimensional; DEVI: Déficit de vivienda; Cob.Salud: Cobertura en salud; Tasa.Alfab: Tasa de Alfabetismo)



Fuente: elaboración propia.

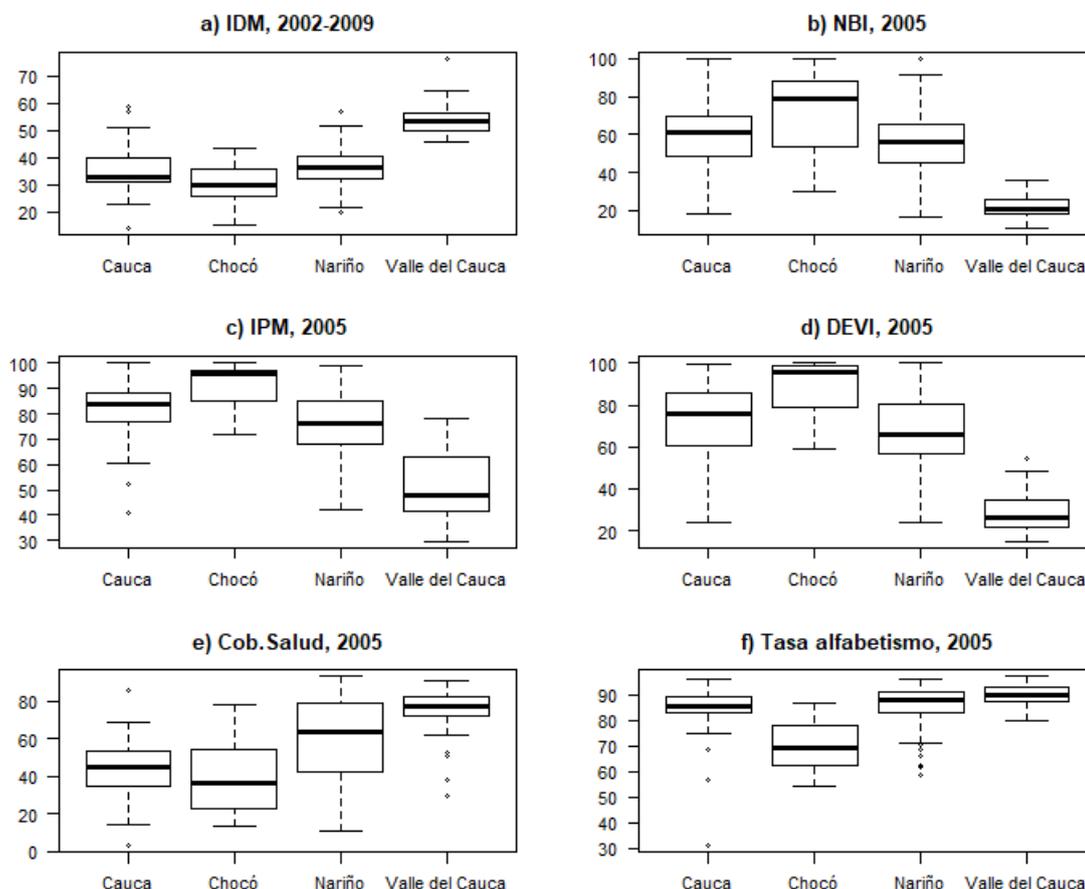
Tabla 46. Estadísticas descriptivas de los indicadores socioeconómicos de los 177 municipios de la región Pacífico de Colombia

Variable	Prom	DE	CV	Min	Q ₁	Med	Q ₃	Max
Índice de desarrollo humano municipal, 2002-2009 ^a	39,4	11,3	28,7	14,2	30,8	36,7	48,6	76,5
Necesidades Básicas Insatisfechas, 2005	51,4	24,2	47,1	11,0	30,4	52,6	68,4	100,0
Índice de Pobreza Multidimensional, 2005	74,0	18,0	24,3	29,8	63,3	77,9	87,3	100,0
Déficit de Vivienda, 2005	62,8	25,9	41,2	15,0	42,1	65,1	85,1	100,0
Cobertura en salud, 2005	56,0	22,1	39,5	2,8	39,4	57,8	76,4	93,1
Tasa de alfabetismo, 2005	83,3	10,6	12,7	30,8	80,2	86,4	90,5	97,0

Fuente: Elaboración propia usando las fuentes secundarias reportadas en la **Tabla 44**
 Prom: Promedio; DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación (%); Q₁: Cuartil 1; Med: Mediana; Q₃: Cuartil 3; Min: Mínimo; Max: Máximo.
^a Mediana de los años 2002-2009

Un panorama global de los indicadores socioeconómicos municipales por departamento (Figura 44) muestra que las mejores condiciones sociales y económicas están en el Valle del Cauca y las peores en Chocó. La categorización de los municipios con base en el número de habitantes e ICLD mostró predominio de municipios pequeños (91%; 161/177). Por departamentos, se encontraron municipios pequeños en el 73,8% (31/42) del Valle del Cauca, 95,1% (39/41) del Cauca, 95,3% (61/64) de Nariño y 100% (30/30) del Chocó.

Figura 44. Distribución de los indicadores socioeconómicos municipales de la región Pacífico de Colombia, según departamento (IDM: Índice de desarrollo municipal; NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas; IPM: Índice de Pobreza Multidimensional; DEVI: Déficit de vivienda; Cob.Salud: Cobertura en salud)



Fuente: elaboración propia.

5.4.2 Tendencias de la mortalidad general y específica

Las tendencias de mortalidad general y específicas del periodo 2002-2015 por departamento se presentan en el Apéndice I. En general se observó un descenso en las tasas estandarizadas de mortalidad general, excepto en Chocó donde parece estable (Figura 54b). Las tasas estandarizadas de mortalidad por enfermedades transmisibles mostraron una tendencia descendente en Cauca, Nariño y Valle del Cauca, mientras en Chocó hubo varias oscilaciones pero que parece no descender (Figura 54d). Las tasas de mortalidad por neoplasias crudas (Figura 54e) y estandarizadas (Figura 54f) mostraron una tendencia ascendente en Cauca, Chocó y Nariño. Aunque en el Valle del Cauca las tasas crudas de mortalidad por neoplasias parecen en ascenso, las tasas estandarizadas muestran un comportamiento descendente. Las tasas estandarizadas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio (Figura 54h) muestran una tendencia descendente en Cauca y Valle del Cauca y estable en Chocó y Nariño. Las tasas crudas de mortalidad por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (Figura 54i) mostraron una tendencia

descendente en los cuatro departamentos, al igual que las tasas estandarizadas de mortalidad por causas externas (Figura 54k). Finalmente, las tasas estandarizadas de mortalidad por todas las demás causas (Figura 54m) mostraron diferentes patrones en los departamentos, siendo descendente en Valle del Cauca, ascendente en Nariño y estable en Cauca y Chocó.

5.4.3 Análisis espacial de los indicadores socioeconómicos

La Figura 45 muestra la distribución espacial de los indicadores socioeconómicos en los 177 municipios de la región Pacífico de Colombia. Con respecto a la categoría de los municipios (Figura 45a) se observó predominio, en más del 90% de la región, de la categoría 6 que corresponde a municipios menores. Cuando se dicotomizó la categoría de los municipios (Figura 45b) en municipios pequeños (categoría=0) y no pequeños (categoría=1) se aprecia mejor el predominio de municipios pequeños. También se aprecia que los municipios no pequeños predominan en el Valle del Cauca, en contraste con el norte de la región (departamento de Chocó) donde todos los municipios son pequeños.

Con relación al IDM (Figura 45c), los municipios más desarrollados se encuentran en el centro de la región (Valle del Cauca) y corresponde a los municipios de Cali (tercera mayor ciudad de Colombia) y sus vecinos Palmira y Yumbo. Por el contrario, los municipios menos desarrollados se encuentran en el norte de la región que corresponde al departamento del Chocó.

La distribución espacial del NBI en la región Pacífico (Figura 45d) muestra predominio de municipios con altas necesidades básicas insatisfechas en el norte de la región que corresponde al departamento del Chocó, aunque también en algunos municipios del sur que corresponde a Cauca y Nariño. Por el contrario, los municipios con menores NBI pertenecieron al Valle del Cauca.

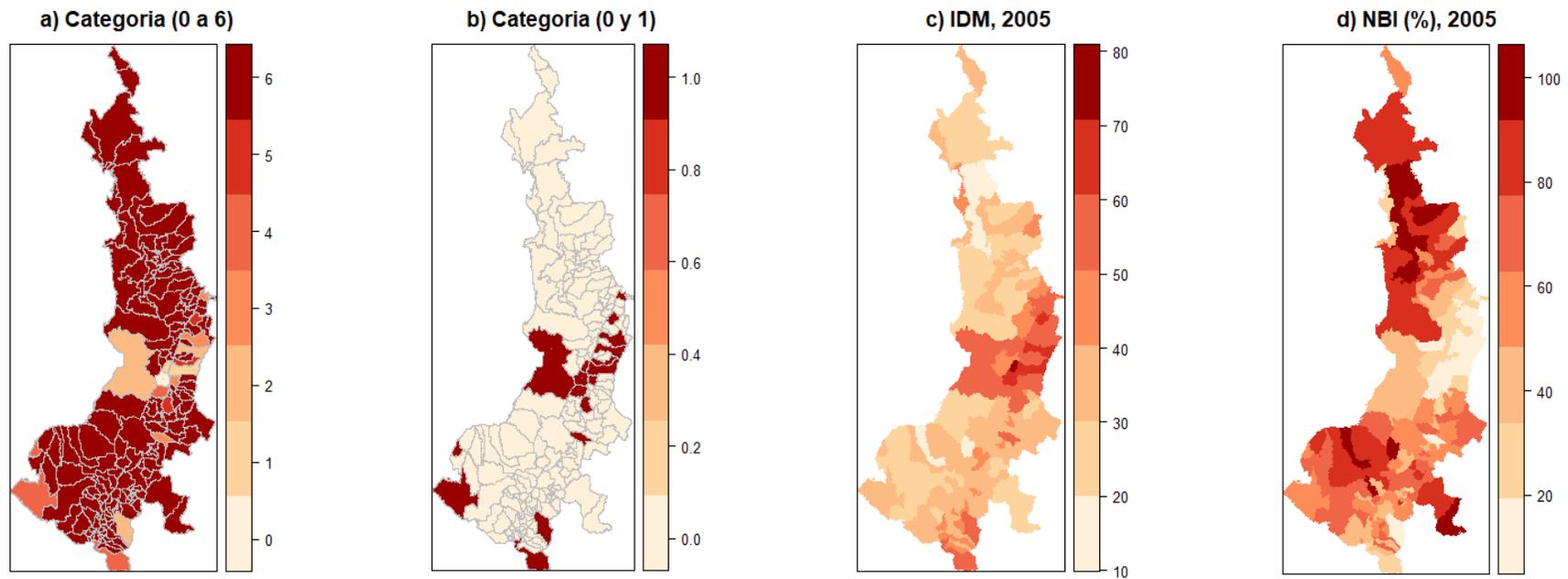
El IPM (Figura 45e) mostró resultados similares que el NBI en cuanto a su distribución espacial, mostrando que los municipios con mayor pobreza multidimensional se encuentran en el norte de la región Pacífico que corresponde al departamento de Chocó, y también al sur en Cauca y Nariño. El Valle del Cauca mostró los mejores resultados de este indicador.

La distribución espacial del indicador DEVI (Figura 45f) también mostró los peores resultados en el norte de la región (Chocó) y en municipios del sur (Cauca y Nariño). Los mejores resultados en cuestión de vivienda se encontraron en el Valle del Cauca.

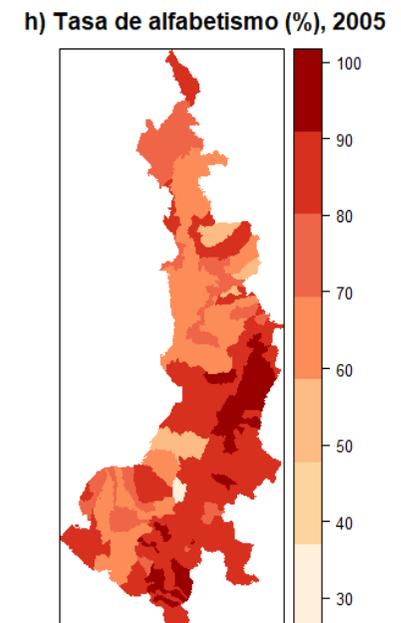
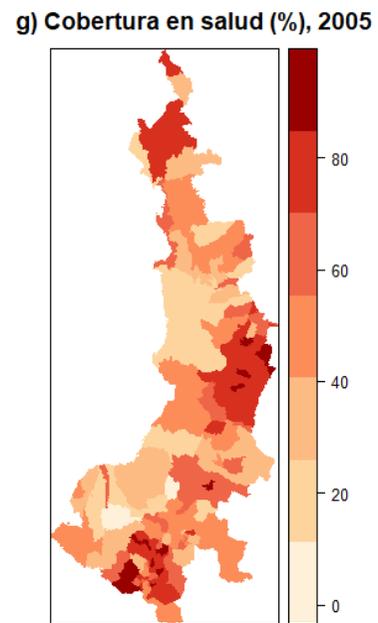
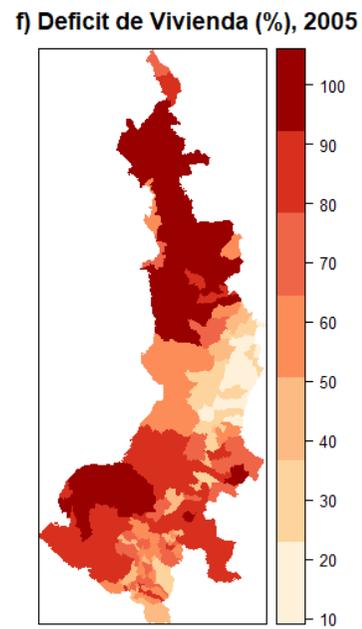
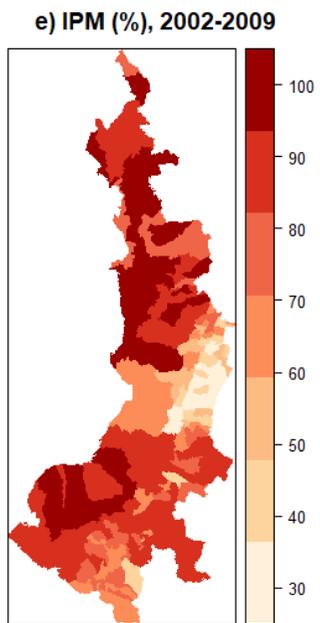
Con relación a la tasa de cobertura en salud (Figura 45g) se observaron las mayores coberturas en los municipios del Valle del Cauca, seguidas de Nariño. En el resto de la región las coberturas de salud fueron muy heterogéneas.

La distribución espacial de la tasa de alfabetismo (Figura 45h) mostró, en general, altas coberturas en toda la región Pacífico, aunque estas fueron mayores en el Valle del Cauca.

Figura 45. Descripción espacial de los indicadores socioeconómicos de los 177 municipios de la región Pacífico de Colombia. IDM: Índice de desarrollo municipal; NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas; IPM: Índice de Pobreza Multidimensional

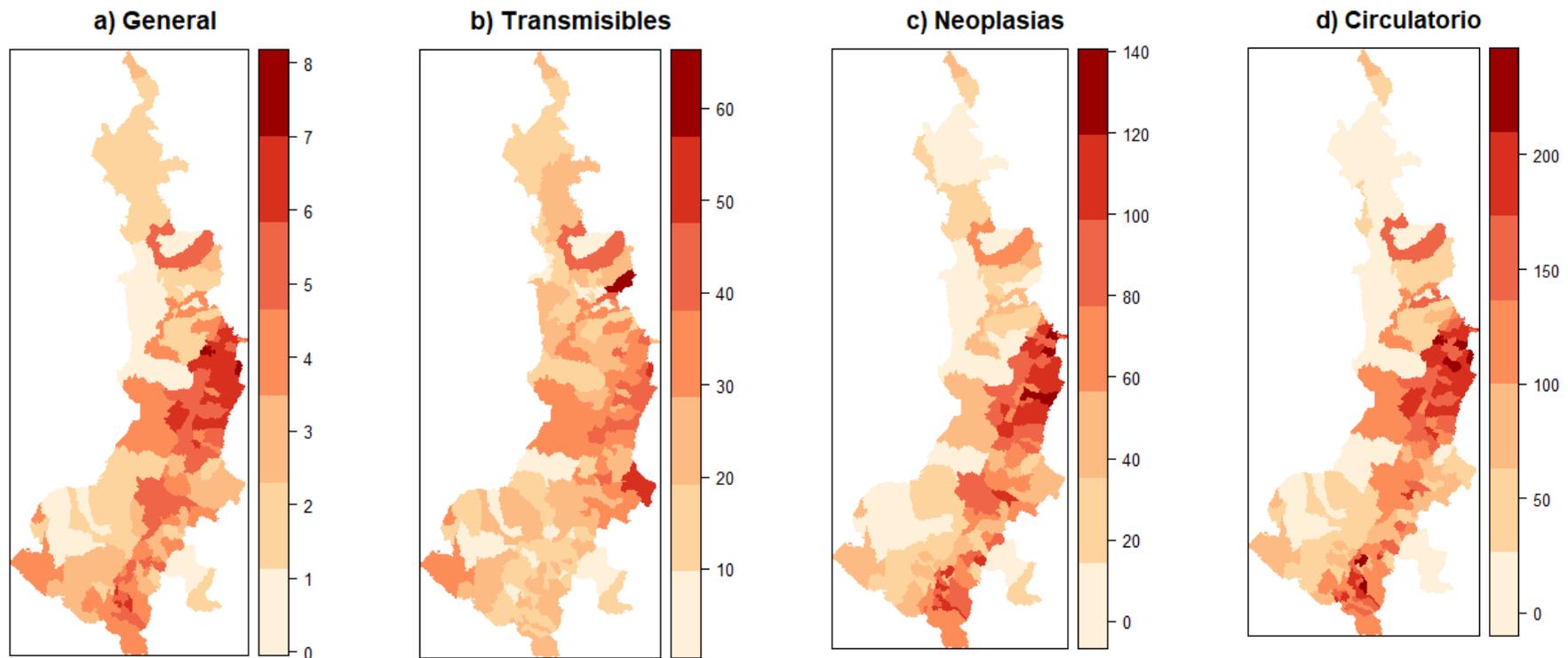


0: Municipios pequeños
1: Municipios no pequeños

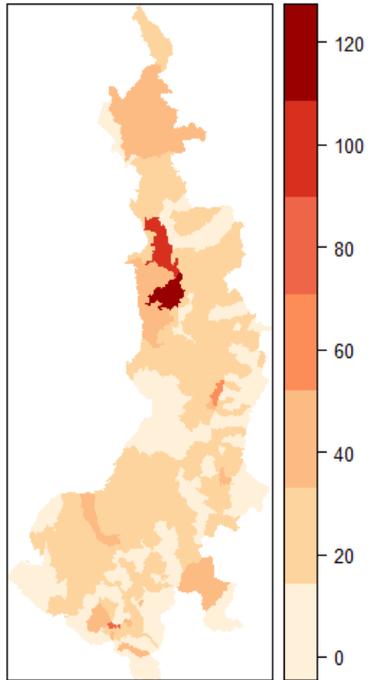


Fuente: elaboración propia.

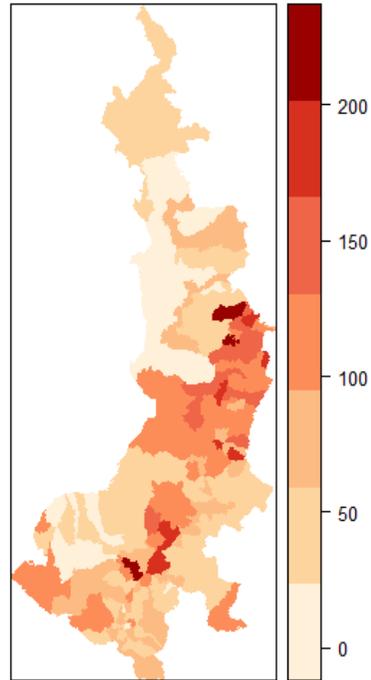
Figura 46. Distribución espacial de la mortalidad en los 177 municipios de la región Pacífico de Colombia [tasa cruda de mortalidad $\times 1.000$ en a) y e); y demás $\times 100.000$] promedio del periodo 2002-2015: a) General; b) Enfermedades transmisibles; c) Neoplasias; d) Enfermedades del sistema circulatorio; e) Ciertas afecciones originadas en el período perinatal; f) Causas externas; g) Todas las demás enfermedades; h) Signos, síntomas y afecciones mal definidas



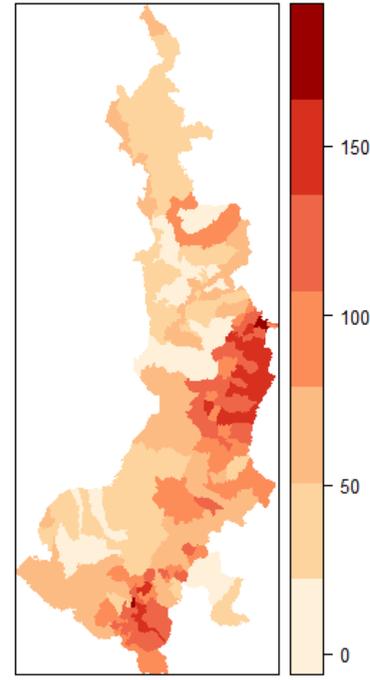
e) Perinatal



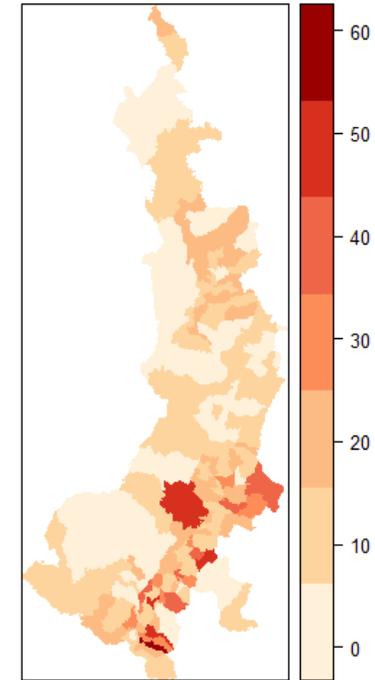
f) Externas



g) Demas causas



h) Mal definidas



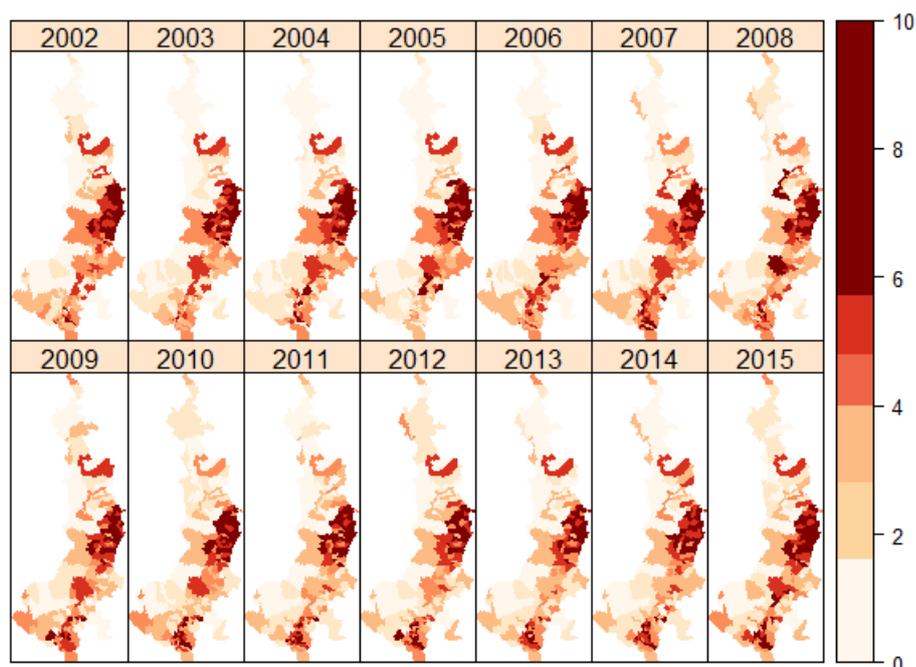
5.4.4 Descripción espacial y temporal de la mortalidad general

La distribución espacial de la mortalidad promedio del periodo 2002-2015 se presenta en la Figura 46 tanto para la mortalidad general (Figura 46a) como específica por enfermedades transmisibles (Figura 46b), neoplasias (Figura 46c), enfermedades del sistema circulatorio (Figura 46d), ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (Figura 46e), causas externas (Figura 46f), todas las demás causas (Figura 46g) y causas mal definidas (Figura 46h).

En general, se destaca que en el Valle del Cauca se observaron las mayores tasas de mortalidad general (Figura 46a), neoplasias (Figura 46c), enfermedades del sistema circulatorio (Figura 46d), causas externas (Figura 46f) y todas las demás causas (Figura 46g). Por otro lado en Chocó se observaron las mayores tasas de afecciones originadas en el periodo perinatal (Figura 46e).

Las tasas de mortalidad anuales (2002 al 2015) se presentan en las Figuras 46 a 52. En general, durante el periodo 2002-2015 los mayores descensos se perciben en las tasas de mortalidad general (Figura 47) y las tasas de mortalidad específica por enfermedades transmisibles (Figura 48) y causas externas (Figura 52).

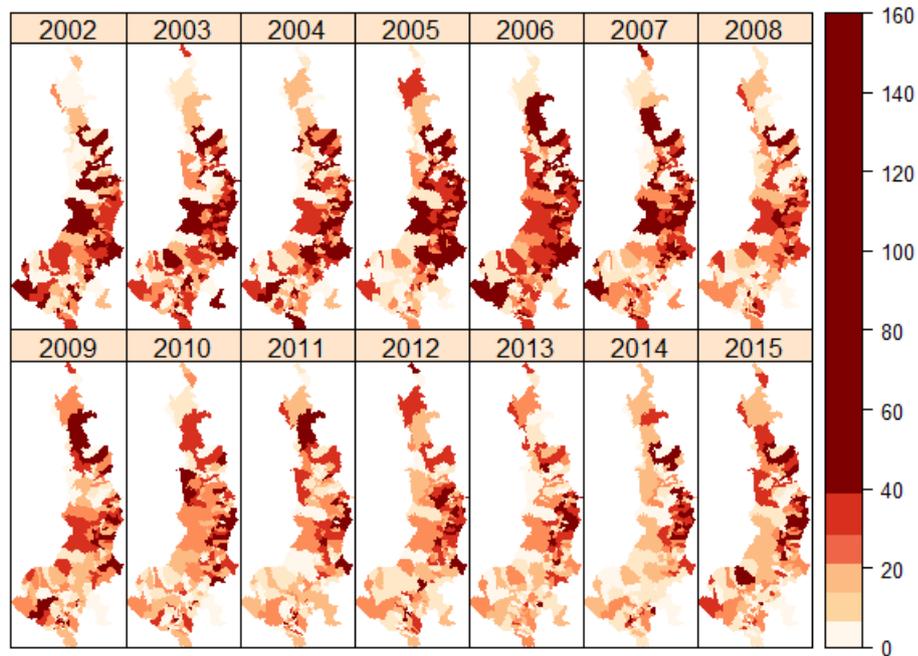
Figura 47. Distribución espacial de la mortalidad general en los 177 municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda \times 1.000 habitantes para cada año del periodo de estudio)



Fuente: elaboración propia.

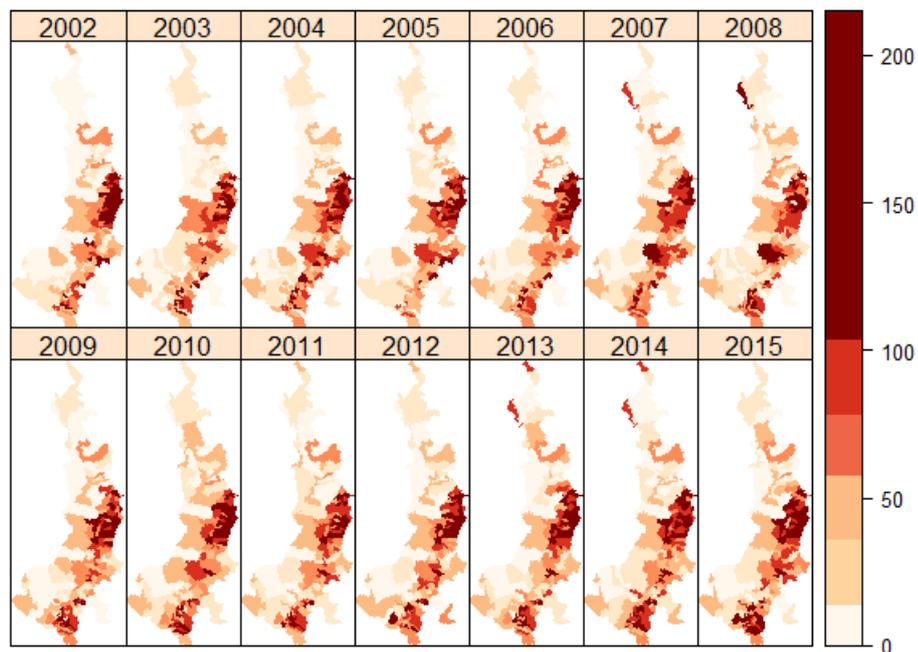
5.4.5 Descripción espacial y temporal de la mortalidad específica

Figura 48. Distribución espacial de la mortalidad por enfermedades transmisibles en los municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda \times 100.000 habitantes) para cada año del periodo de estudio



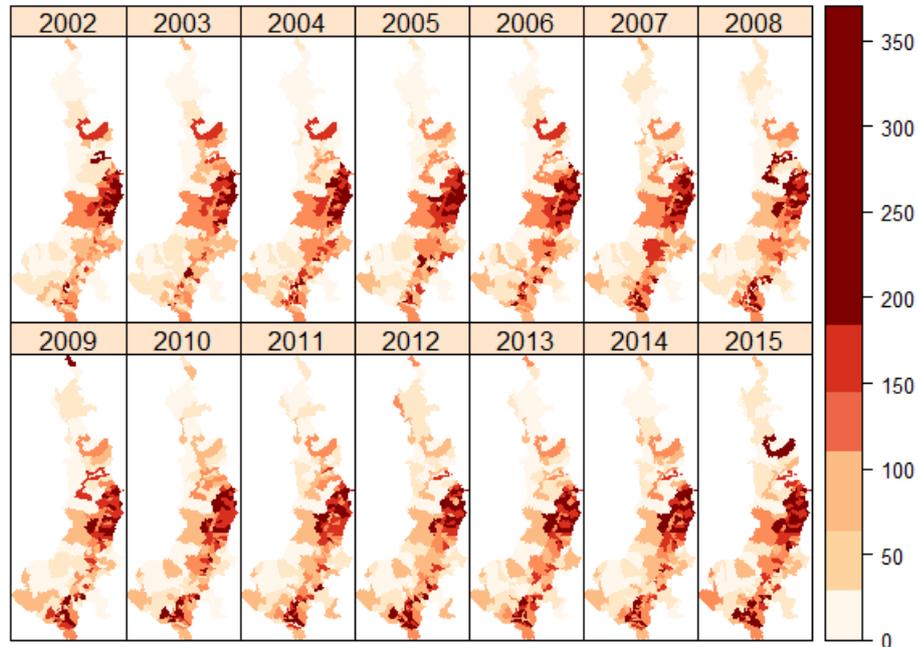
Fuente: elaboración propia.

Figura 49. Distribución espacial de la mortalidad por neoplasias en los municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda \times 100.000 habitantes) para cada año del periodo de estudio



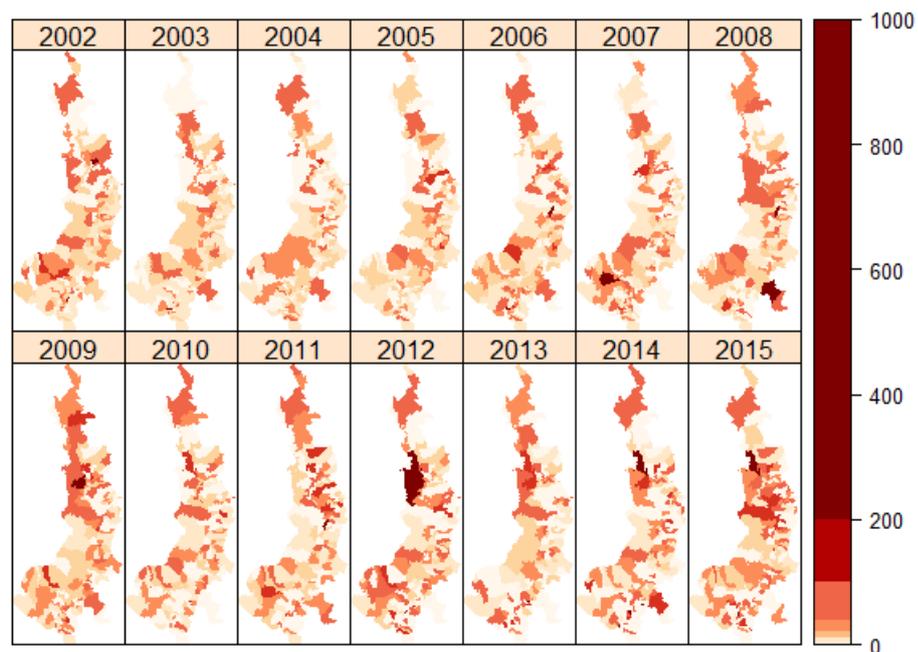
Fuente: elaboración propia.

Figura 50. Distribución espacial de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en los municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda \times 100.000 habitantes) para cada año del periodo de estudio



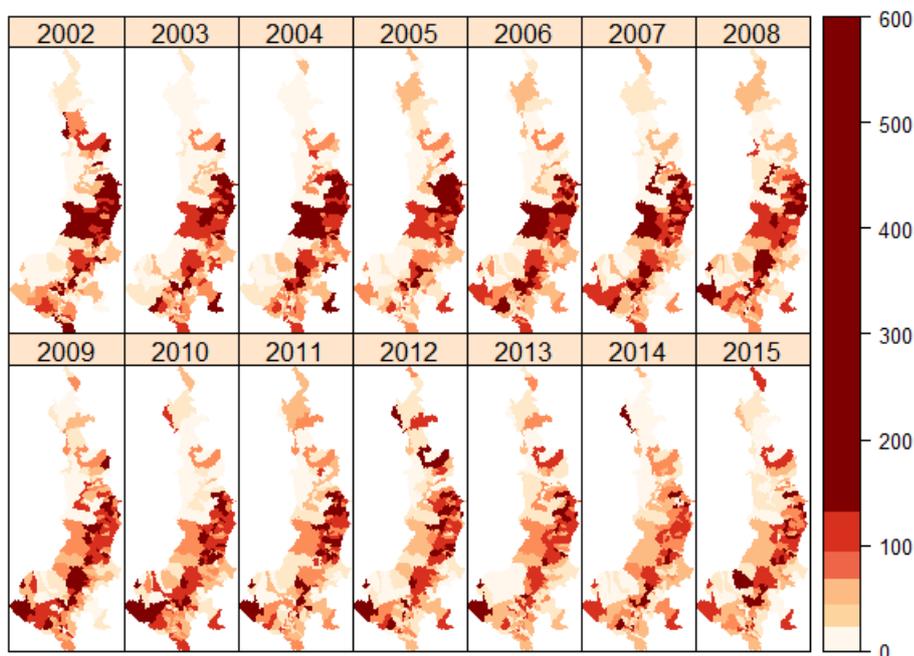
Fuente: elaboración propia.

Figura 51. Distribución espacial de la mortalidad por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal en los municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda \times 1.000 NV) para cada año del periodo de estudio



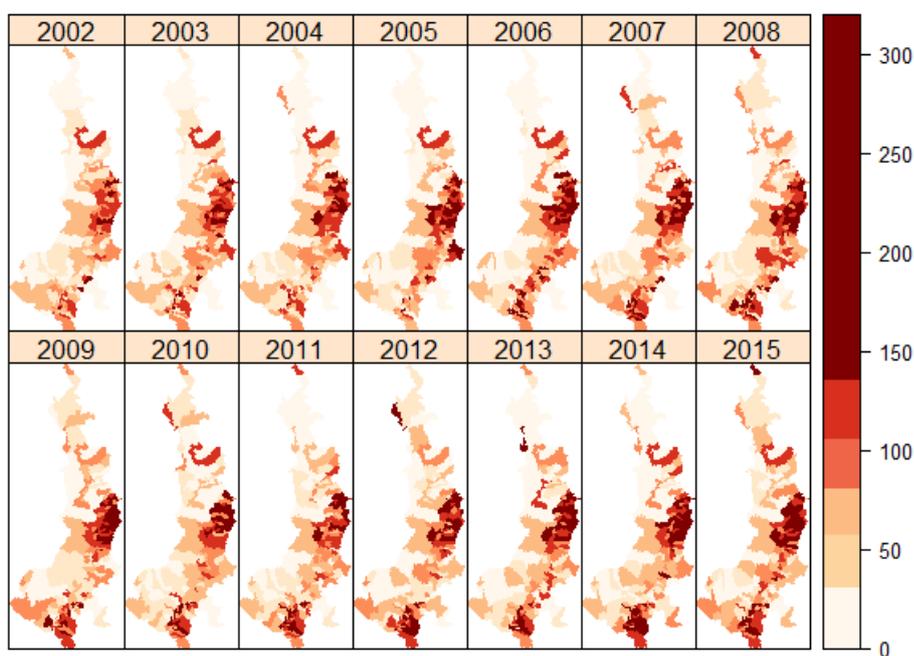
Fuente: elaboración propia.

Figura 52. Distribución espacial de la mortalidad por causas externas en los municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda \times 100.000 habitantes) para cada año del periodo de estudio



Fuente: elaboración propia.

Figura 53. Distribución espacial de la mortalidad por todas las demás causas en los municipios de la región Pacífico de Colombia (Tasa cruda \times 100.000 habitantes para cada año del periodo de estudio



Fuente: elaboración propia.

5.4.6 Análisis espacio-temporal de la mortalidad general y específica

Los estadísticos resumen para los parámetros del modelo espacio-temporal de la ecuación (2) con variable respuesta mortalidad general y específica para las grandes causas de muerte se presentan en la Tabla 47 (modelos 1 a 3), Tabla 48 (modelo 4 y 5) y Tabla 49 (modelo 6 y 7).

Para determinar la relación entre la mortalidad (general y específica) y las condiciones socioeconómicas de los municipios de la región Pacífico durante el periodo 2002-2015 el interés se centró en los efectos de las covariables X_1 a X_7 representado por los coeficientes β_{1j} a β_{7j} , respectivamente. Bajo el enfoque Bayesiano los parámetros (β_{kj}) se consideran con efecto significativo cuando su IC95%_{Cred} no contiene el cero.

5.4.6.1 Mortalidad general (modelo 1)

En el modelo 1 (Tabla 47) la covariable X_1 (categoría del municipio) mostró un efecto significativo ($\hat{\beta}_{1j}$ no contiene el cero incluido en su IC_{Cred}95%) y negativo ($\hat{\beta}_{1j}<0$) sobre la mortalidad general en todo el periodo indicando mayor mortalidad general promedio en los municipios pequeños (categoría=0) comparados con los no pequeños (categoría=1).

La covariable X_2 (IDM) presentó estimaciones negativas para β_{2j} ($\hat{\beta}_{2j}<0$) durante todo el periodo de estudio lo que se interpreta como una tendencia a observar mayor mortalidad general promedio en los municipios menos desarrollados en comparación con los más desarrollados. Sin embargo, su efecto solo fue significativo en el año 2014: $\hat{\beta}_{213} = -0,1894$ (-0,361 ; -0,016).

El efecto de la covariable X_3 (NBI) fue significativo en 11 de los 14 años del periodo de estudio ($\hat{\beta}_{3j}$ no incluye cero en el IC_{Cred}95%) y con estimaciones positivas para β_{3j} ($\hat{\beta}_{3j}>0$) desde el año 2003. Esto se interpreta como una tendencia a observar mayor mortalidad general en los municipios más pobres, es decir con mayores necesidades básicas no satisfechas, en comparación con los más favorecidos (menor NBI).

La covariable X_4 (IPM), al igual que el NBI (X_3), mostró estimaciones positivas para β_{4j} ($\hat{\beta}_{4j}>0$), pero esta vez durante todo el periodo de estudio. Para ocho años las estimaciones fueron significativas (2002, 2003, 2007, 2009-2013). La interpretación de estos resultados indica una tendencia a encontrar mayor mortalidad general en los municipios con mayor pobreza multidimensional (mayor IPM) en comparación con los municipios más favorecidos (menor IPM).

La covariable X_5 (DEVI) fue otro de los indicadores socioeconómicos que mostró estimaciones positivas para β_{5j} ($\hat{\beta}_{5j}>0$) las cuales fueron significativas para los años

2002, 2006-2010 y 2012-2015 (diez años). Estas estimaciones positivas se interpretan como mayor mortalidad general promedio en los municipios con mayor déficit de vivienda (cuantitativo y cualitativo) en comparación con los municipios más favorecidos.

La covariable X_6 (cobertura en salud) mostró estimaciones negativas para β_{6j} ($\hat{\beta}_{6j} < 0$) durante el periodo de estudio 2002-2013, aunque estas fueron significativas solo para los años 2004 y 2005. Esto indica, en promedio, mayor mortalidad general en aquellos municipios con menor cobertura en salud en comparación con aquellos de mejores coberturas.

La covariable X_7 (tasa de alfabetismo) arrojó estimaciones negativas para β_{7j} ($\hat{\beta}_{7j} < 0$) durante todo el periodo de estudio, las cuales fueron significativas solo para los años 2008, 2009 y 2011. En estos años el hallazgo indica una tendencia a encontrar mayor mortalidad general en los municipios con menores tasas de alfabetismo en comparación con aquellos más alfabetizados.

5.4.6.2 Enfermedades transmisibles (modelo 2)

Con respecto al modelo de regresión espacio-temporal para la mortalidad por enfermedades transmisibles (modelo 2) (Tabla 47), la covariable X_1 (categoría del municipio) mostró estimaciones negativas para β_{1j} ($\hat{\beta}_{1j} < 0$) durante todo el periodo de estudio siendo todas significativas. Esto se interpreta como una tendencia de mayor mortalidad promedio por enfermedades transmisibles en los municipios pequeños (categoría=0) en comparación con los municipios no pequeños (categoría=1).

La covariable X_2 (IDM) mostró estimaciones negativas para β_{2j} ($\hat{\beta}_{2j} < 0$) durante todo el periodo de estudio lo que se interpreta como una tendencia a mayor mortalidad promedio por enfermedades transmisibles en los municipios menos desarrollados en comparación con los más desarrollados. Sin embargo, la estimación para la covariable IDM solo fue significativa en el año 2004: $\hat{\beta}_{23} = -0,1986$ (-0,391 ; -0,005).

Las covariables X_3 (NBI) y X_4 (IPM) mostraron estimaciones positivas para los parámetros β_{3j} ($\hat{\beta}_{3j} > 0$) y β_{4j} ($\hat{\beta}_{4j} > 0$) durante todo el periodo de estudio. Todas las estimaciones de β_{3j} fueron significativas y casi todas (11 de 14) las de β_{4j} . Estos resultados se interpretan como una tendencia promedio de mayor mortalidad por enfermedades transmisibles en los municipios más pobres, en comparación con los más favorecidos. En otras palabras, se encontró mayor mortalidad por enfermedades transmisibles en los municipios con mayor NBI y mayor IPM.

La covariable X_5 (DEVI) también mostró estimaciones positivas para β_{5j} ($\hat{\beta}_{5j} > 0$) durante todo el periodo de estudio siendo significativas para todos los años del periodo

2002-2015. Esto indica que, en promedio, se encontró mayor mortalidad por enfermedades transmisibles en aquellos municipios con mayor déficit de vivienda, en comparación con los que tienen menor déficit habitacional.

La covariable X_6 (cobertura en salud) mostró estimaciones negativas para β_{6j} ($\hat{\beta}_{6j} < 0$) en nueve de los catorce años del periodo de estudio. Las estimaciones de β_{6j} fueron negativas durante el periodo 2002-2008 y para los años 2010 y 2012; y positivas para los demás años (2009, 2011 y 2013-2015). Sin embargo, las estimaciones solo fueron significativas para los años 2002 [$\hat{\beta}_{61} = -0,3049$ (-0,477 ; -0,132)] y 2006 [$\hat{\beta}_{65} = -0,1772$ (-0,352 ; -0,009)]. Luego, solo en los años 2002 y 2006 hubo, en promedio, mayor mortalidad por enfermedades transmisibles en los municipios con menor cobertura en salud, en comparación con los de mayor cobertura.

La covariable X_7 (tasa de alfabetismo) mostró estimaciones negativas para β_{7j} ($\hat{\beta}_{7j} < 0$) durante todo el periodo de estudio indicando, en promedio, mayor mortalidad por enfermedades transmisibles en los municipios con menores tasas de alfabetización, en comparación con los de mayor educación. Sin embargo, en ninguno de los 14 años del periodo de estudio las estimaciones fueron significativas.

5.4.6.3 Neoplasias (modelo 3)

En el modelo 3 (Tabla 47) la covariable X_1 (categoría del municipio) mostró estimaciones negativas para β_{1j} ($\hat{\beta}_{1j} < 0$) y significativas durante todo el periodo de estudio lo que se interpreta como una tendencia promedio de encontrar mayor mortalidad por neoplasias en los municipios pequeños (categoría=0) comparados con los no pequeños (categoría=1).

Nuevamente la covariable X_2 (IDM) presentó estimaciones negativas para β_{2j} ($\hat{\beta}_{2j} < 0$) durante todo el periodo de estudio, sugiriendo una tendencia promedio de mayor mortalidad por neoplasias en los municipios menos desarrollados. Sin embargo, solo para el año 2015 la estimación fue significativa: $\hat{\beta}_{214} = -0,2264$ (-0,408 ; -0,041).

La covariable X_3 (NBI) tuvo estimaciones positivas para β_{3j} ($\hat{\beta}_{3j} > 0$) durante todo el periodo de estudio las cuales fueron significativas de 2003 al 2015. Este hallazgo se interpreta como una tendencia promedio a encontrar mayor mortalidad por neoplasias en los municipios con mayores necesidades básicas no satisfechas, en comparación con los más favorecidos (menor NBI).

La covariable X_4 (IPM) también mostró estimaciones positivas para β_{4j} ($\hat{\beta}_{4j} > 0$) durante todo el periodo de estudio, siendo significativas en todos los años excepto en 2005. La interpretación es que, en promedio, se observó una mayor mortalidad por

neoplasias en los municipios con mayor pobreza multidimensional (mayor IPM) en comparación con los municipios menos pobres (más favorecidos o con menor IPM).

La covariable X_5 (DEVI) mostró estimaciones positivas y significativas para β_{5j} ($\hat{\beta}_{5j}>0$) durante todo el periodo de estudio. Esto se interpreta como una tendencia promedio de encontrar mayor mortalidad por neoplasias en los municipios con mayor déficit de vivienda (cuantitativo y cualitativo) en comparación con los municipios más favorecidos (menor DEVI).

La covariable X_6 (cobertura en salud) mostró estimaciones negativas para β_{6j} ($\hat{\beta}_{6j}<0$) durante todo el periodo de estudio, aunque estas fueron significativas solo para el año 2005: $\hat{\beta}_{64} = -0,1659$ (-0,320 ; -0,005). Esto indica, en promedio, se observó mayor mortalidad por neoplasias en 2005 en aquellos municipios con menor cobertura en salud en comparación con los municipios de mejores coberturas.

La covariable X_7 (tasa de alfabetismo) mostró estimaciones negativas para β_{7j} ($\hat{\beta}_{7j}<0$) durante todo el periodo de estudio. Aunque este hallazgo sugiere una tendencia de mayor mortalidad por neoplasias en los municipios con menores tasas de alfabetismo, en comparación con los municipios más alfabetizados, en ninguno de los años la estimación fue significativa.

5.4.6.4 Enfermedades del sistema circulatorio (modelo 4)

Los resultados del modelo 4 se presentan en la Tabla 48. La covariable X_1 (categoría del municipio) mostró estimaciones negativas para β_{1j} ($\hat{\beta}_{1j}<0$) durante todo el periodo 2002-2015, además todas fueron significativas. Este hallazgo indica una tendencia de mayor mortalidad promedio por enfermedades del sistema circulatorio en los municipios pequeños (categoría=0) en comparación con los municipios no pequeños (categoría=1).

La covariable X_2 (IDM) también mostró estimaciones negativas para β_{2j} ($\hat{\beta}_{2j}<0$) durante todo el periodo de estudio, lo que indicaría una tendencia a mayor mortalidad promedio por enfermedades del sistema circulatorio en los municipios menos desarrollados en comparación con los más desarrollados. Sin embargo, las estimaciones solo fueron significativas para los años 2014 [$\hat{\beta}_{213} = -0,1866$ (-0,371 ; -0,003)] y 2015 [$\hat{\beta}_{214} = -0,1880$ (-0,367 ; -0,004)].

Las covariables que miden los niveles de pobreza [X_3 (NBI) y X_4 (IPM)] mostraron estimaciones positivas para los parámetros β_{3j} ($\hat{\beta}_{3j}>0$) y β_{4j} ($\hat{\beta}_{4j}>0$), respectivamente, durante todo el periodo 2002-2015. Las estimaciones de β_{3j} (asociadas con NBI) fueron significativas en todos los años, excepto en 2003 y 2010. Las estimaciones de β_{4j} (asociadas con IPM) fueron significativas en todos los años, excepto en 2005, 2006

y 2009. Estos resultados indican una tendencia promedio de mayor mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en los municipios más pobres, en comparación con los más favorecidos. En otras palabras, se encontró mayor mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en los municipios con mayor NBI y mayor IPM.

La covariable X_5 (DEVI) también mostró estimaciones positivas para β_{5j} ($\hat{\beta}_{5j}>0$) durante todo el periodo de estudio siendo significativas para los años del periodo 2003-2015. Esto se interpreta como una tendencia promedio de mayor mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en aquellos municipios con mayor déficit de vivienda, en comparación con los que tienen menor déficit.

La covariable X_6 (cobertura en salud) mostró estimaciones negativas para β_{6j} ($\hat{\beta}_{6j}<0$) para el periodo 2002-2014. Sin embargo, las estimaciones solo fueron significativas para los años 2003 y 2005-2007. En estos años se puede decir que, en promedio, se observó mayor mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en los municipios menor cobertura en salud, en comparación con los de mayor cobertura.

La covariable X_7 (tasa de alfabetismo) mostró estimaciones negativas para β_{7j} ($\hat{\beta}_{7j}<0$) en todos los años del periodo, excepto en 2006, sugiriendo mayor mortalidad promedio por enfermedades del sistema circulatorio en los municipios con menores tasas de alfabetización, en comparación con los de más alfabetización. Sin embargo, en ninguno de los 14 años del periodo de estudio las estimaciones fueron significativas.

5.4.6.5 Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (modelo 5)

El modelo de regresión con variable respuesta mortalidad específica por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (modelo 5) se presenta en la Tabla 48. La covariable X_1 (categoría del municipio) mostró estimaciones negativas para β_{1j} ($\hat{\beta}_{1j}<0$) durante todo el periodo de estudio, las cuales fueron significativas para los años del periodo 2005-2015. Esto puede interpretarse como una tendencia promedio de mayor mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal en los municipios pequeños (categoría=0) en comparación con los municipios no pequeños (categoría=1).

La covariable X_2 (IDM) mostró estimaciones negativas para β_{2j} ($\hat{\beta}_{2j}<0$) durante todo el periodo de estudio, excepto en 2004. Esto muestra una tendencia de mayor mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal en los municipios menos desarrollados en comparación con los más desarrollados. Sin embargo, para ningún año las estimaciones fueron significativas.

La covariable X_3 (NBI) tuvo estimaciones positivas para β_{3j} ($\hat{\beta}_{3j}>0$) durante todo el periodo de estudio, excepto en los años 2011 y 2014. Aunque esto sugiere una tendencia promedio a encontrar mayor mortalidad por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal en los municipios más pobres (mayor NBI), en comparación con los menos pobres (menor NBI), en ninguno de los años las estimaciones fueron significativas.

La covariable X_4 (IPM) mostró estimaciones positivas para los parámetros β_{4j} ($\hat{\beta}_{4j}>0$) durante todo el periodo de estudio, excepto en 2004. Estos resultados sugieren mayor mortalidad perinatal en los municipios más pobres (mayor IPM), en comparación con los más favorecidos (menor IPM). Sin embargo, estas estimaciones no fueron significativas.

La covariable X_5 (DEVI) mostró estimaciones positivas para β_{5j} ($\hat{\beta}_{5j}>0$) durante todo el periodo de estudio, excepto en 2014. Estos resultados sugieren en promedio mayor mortalidad por afecciones originadas en el periodo perinatal en aquellos municipios con mayor déficit de vivienda, en comparación con los que tienen menor déficit habitacional. Sin embargo, en ningún año del periodo las estimaciones fueron significativas.

La covariable X_6 (cobertura en salud) mostró estimaciones negativas para β_{6j} ($\hat{\beta}_{6j}<0$) en nueve de los catorce años del periodo de estudio. Las estimaciones de β_{6j} fueron negativas durante el periodo 2002-2009 y 2012; y positivas para los demás años (2010-2011 y 2013-2015). Aunque predominó una tendencia de observar mayor mortalidad perinatal en los municipios con menor cobertura en salud, en comparación con los de mayor cobertura, estas estimaciones no fueron significativas.

La covariable X_7 (tasa de alfabetismo) mostró estimaciones negativas para β_{7j} ($\hat{\beta}_{7j}<0$) durante todo el periodo de estudio indicando, en promedio, mayor mortalidad por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal en los municipios con menores tasas de alfabetización, en comparación con los de mayor educación. Sin embargo, en ninguno de los 14 años del periodo de estudio las estimaciones fueron significativas.

5.4.6.6 Causas externas (modelo 6)

Los resultados del modelo 6 se presentan en la Tabla 49. La covariable X_1 (categoría del municipio) presentó estimaciones negativas para β_{1j} ($\hat{\beta}_{1j}<0$) durante todo el periodo de estudio, siendo además todas ellas significativas. Esto se interpreta como una tendencia promedio de encontrar mayor mortalidad por causas externas en los municipios pequeños (categoría=0) comparados con los no pequeños (categoría=1).

La covariable X_2 (IDM) presentó estimaciones negativas para β_{2j} ($\hat{\beta}_{2j} < 0$) durante todo el periodo de estudio, sugiriendo una tendencia promedio de mayor mortalidad por causas externas en los municipios menos desarrollados, en comparación con los más desarrollados. Sin embargo, las estimaciones solo fueron significativas para los años 2008 [$\hat{\beta}_{27} = -0,1999$ (-0,388 ; -0,017)] y 2009 [$\hat{\beta}_{28} = -0,2054$ (-0,389 ; -0,022)].

La covariable X_3 (NBI) mostró estimaciones positivas para β_{3j} ($\hat{\beta}_{3j} > 0$) durante el periodo 2003-2015 que además fueron significativas desde el 2006. Esto puede interpretarse como una tendencia promedio a encontrar mayor mortalidad por causas externas en los municipios más pobres o con mayores necesidades básicas insatisfechas, en comparación con los más favorecidos (menor NBI).

La covariable X_4 (IPM) arrojó estimaciones positivas para β_{4j} ($\hat{\beta}_{4j} > 0$) durante todo el periodo de estudio, excepto en 2004. Las estimaciones fueron significativas para ocho años del periodo de estudio (2002, 2006-2010, 2014-2015). La interpretación de esto es que, en promedio, se observó una mayor mortalidad por causas externas en los municipios con mayor pobreza multidimensional (mayor IPM) en comparación con los municipios menos pobres (más favorecidos o con menor IPM).

La covariable X_5 (DEVI) mostró estimaciones positivas para β_{5j} ($\hat{\beta}_{5j} > 0$) durante todo el periodo de estudio, excepto en 2004. Las estimaciones fueron significativas desde 2006 indicando una tendencia promedio de encontrar mayor mortalidad por causas externas en los municipios con mayor déficit de vivienda (cuantitativo y cualitativo) en comparación con aquellos más favorecidos (menor DEVI).

La covariable X_6 (cobertura en salud) mostró estimaciones negativas para β_{6j} ($\hat{\beta}_{6j} < 0$) en diez de los catorce años del periodo de estudio, siendo las estimaciones positivas para los años 2002, 2006, 2012 y 2015. Las estimaciones negativas fueron significativas en los años 2009, 2010 y 2013. La tendencia fue observar mayor mortalidad por causas externas en aquellos municipios con menor cobertura en salud en comparación con los municipios de mejores coberturas. No obstante, en 2002 la estimación fue positiva [$\beta_{61} = 0,1745$ (0,024 ; 0,323)].

La covariable X_7 (tasa de alfabetismo) mostró estimaciones negativas para β_{7j} ($\hat{\beta}_{7j} < 0$) en diez de los catorce años del periodo de estudio. Aunque este hallazgo sugiere una tendencia de mayor mortalidad por causas externas en los municipios con menores tasas de alfabetismo, en comparación con los municipios más alfabetizados, las estimaciones solo fueron significativas en los años 2009 [$\beta_{78} = -0,1792$ (-0,360 ; -0,004)] y 2011 [$\beta_{710} = -0,2391$ (-0,419 ; -0,058)].

5.4.6.7 Todas las demás causas (modelo 7)

El modelo de regresión espacio-temporal de la mortalidad por todas las demás causas (modelo 3) se presenta en la Tabla 49. La covariable X_1 (categoría del municipio) presentó estimaciones negativas y significativas para β_{1j} ($\hat{\beta}_{1j} < 0$) durante todo el periodo de estudio. Esto puede interpretarse como una tendencia promedio de encontrar mayor mortalidad por todas las demás causas en los municipios pequeños (categoría=0) comparados con aquellos no pequeños (categoría=1).

La covariable X_2 (IDM) mostró estimaciones negativas para β_{2j} ($\hat{\beta}_{2j} < 0$) durante todo el periodo 2002-2015, sugiriendo una tendencia promedio de mayor mortalidad por todas las demás causas en los municipios menos desarrollados, en comparación con aquellos más desarrollados. Sin embargo, las estimaciones solo fueron significativas en tres años: 2011, 2012 y 2014.

La covariable X_3 (NBI) arrojó estimaciones positivas para β_{3j} ($\hat{\beta}_{3j} > 0$) durante los años 2002 a 2015, las cuales fueron significativas en todo el periodo excepto para los años excepto en 2009 y 2011. Esto se interpreta como una tendencia a encontrar mayor mortalidad promedio por todas las demás causas en los municipios más pobres (mayor NBI) o con mayores necesidades básicas insatisfechas, en comparación con los más favorecidos (menor NBI).

La covariable X_4 (IPM) mostró estimaciones positivas para β_{4j} ($\hat{\beta}_{4j} > 0$) durante todo el periodo de estudio que además fueron significativas excepto en los años 2005, 2006 y 2010. Esto puede interpretarse como una tendencia promedio de mayor mortalidad por todas las demás causas en los municipios con mayor pobreza multidimensional (mayor IPM) en comparación con aquellos menos pobres (menor IPM).

La covariable X_5 (DEVI) mostró estimaciones positivas para β_{5j} ($\hat{\beta}_{5j} > 0$) durante todo el periodo de estudio 2002-2015 las cuales fueron significativas en todos los años excepto en 2011. Esto se interpreta como una tendencia promedio de encontrar mayor mortalidad por todas las demás causas en los municipios con mayor déficit de vivienda (cuantitativo y cualitativo) en comparación con los más favorecidos (menor DEVI).

La covariable X_6 (cobertura en salud) mostró estimaciones negativas para β_{6j} ($\hat{\beta}_{6j} < 0$) en once de los catorce años del periodo de estudio, siendo las estimaciones positivas para los años 2008, 2014 y 2015. Sin embargo, las estimaciones negativas solo fueron significativas para los años 2002, 2004 y 2005, indicando que la tendencia en estos años fue observar mayor mortalidad por todas las demás causas en los municipios con menor cobertura en salud en comparación con aquellos de mejores coberturas.

La covariable X_7 (tasa de alfabetismo) presentó estimaciones negativas para β_{7j} ($\hat{\beta}_{7j} < 0$) durante todo el periodo de estudio. Aunque este hallazgo sugiere una

tendencia de mayor mortalidad por todas las demás causas en los municipios con menores tasas de alfabetismo, en comparación con los municipios más alfabetizados, las estimaciones no fueron significativas en ninguno de los años.

Tabla 47. Estadísticos resumen de la distribución a posteriori para los parámetros del modelo espacio-temporal con variable respuesta: mortalidad general (modelo 1); enfermedades transmisibles (modelo 2); y neoplasias (modelo 3)

Descripción	Parámetro	Modelo 1 (General)			Modelo 2 (Transmisibles)			Modelo 3 (Neoplasias)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)
Intercepto, año 2002	β_{01}	-0,6579	0,028	-0,6580 (-0,712 ; -0,602)	-0,8192	0,043	-0,8188 (-0,903 ; -0,736)	-0,8820	0,040	-0,8821 (-0,961 ; -0,804)
Intercepto, año 2003	β_{02}	-0,6630	0,028	-0,6627 (-0,718 ; -0,608)	-0,7600	0,042	-0,7603 (-0,843 ; -0,677)	-0,8865	0,039	-0,8867 (-0,963 ; -0,809)
Intercepto, año 2004	β_{03}	-0,6467	0,028	-0,6466 (-0,702 ; -0,593)	-0,8238	0,042	-0,8235 (-0,906 ; -0,743)	-0,8706	0,040	-0,8706 (-0,949 ; -0,793)
Intercepto, año 2005	β_{04}	-0,6957	0,028	-0,6959 (-0,750 ; -0,642)	-0,7939	0,042	-0,7942 (-0,876 ; -0,713)	-0,9298	0,040	-0,9296 (-1,009 ; -0,853)
Intercepto, año 2006	β_{05}	-0,5809	0,028	-0,5808 (-0,636 ; -0,526)	-0,7148	0,041	-0,7143 (-0,795 ; -0,635)	-0,8454	0,039	-0,8451 (-0,920 ; -0,770)
Intercepto, año 2007	β_{06}	-0,5898	0,028	-0,5897 (-0,644 ; -0,535)	-0,7836	0,042	-0,7835 (-0,866 ; -0,702)	-0,7840	0,039	-0,7843 (-0,860 ; -0,708)
Intercepto, año 2008	β_{07}	-0,5901	0,027	-0,5901 (-0,644 ; -0,537)	-0,9748	0,044	-0,9742 (-1,062 ; -0,891)	-0,8346	0,039	-0,8346 (-0,911 ; -0,758)
Intercepto, año 2009	β_{08}	-0,5623	0,027	-0,5622 (-0,617 ; -0,509)	-0,9811	0,044	-0,9810 (-1,067 ; -0,895)	-0,8352	0,039	-0,8351 (-0,912 ; -0,759)
Intercepto, año 2010	β_{09}	-0,5777	0,027	-0,5775 (-0,632 ; -0,524)	-1,0340	0,044	-1,0330 (-1,120 ; -0,947)	-0,7595	0,038	-0,7594 (-0,835 ; -0,685)
Intercepto, año 2011	β_{010}	-0,6082	0,028	-0,6080 (-0,663 ; -0,554)	-1,1110	0,044	-1,1110 (-1,199 ; -1,024)	-0,8647	0,039	-0,8649 (-0,942 ; -0,787)
Intercepto, año 2012	β_{011}	-0,6311	0,027	-0,6308 (-0,685 ; -0,578)	-1,0690	0,044	-1,0690 (-1,154 ; -0,982)	-0,8669	0,039	-0,8668 (-0,945 ; -0,790)
Intercepto, año 2013	β_{012}	-0,6272	0,028	-0,6272 (-0,681 ; -0,572)	-1,0790	0,045	-1,0790 (-1,168 ; -0,990)	-0,7908	0,039	-0,7912 (-0,866 ; -0,715)
Intercepto, año 2014	β_{013}	-0,5921	0,028	-0,5921 (-0,648 ; -0,538)	-1,0770	0,044	-1,0770 (-1,163 ; -0,991)	-0,7447	0,038	-0,7445 (-0,821 ; -0,669)
Intercepto, año 2015	β_{014}	-0,5524	0,028	-0,5524 (-0,608 ; -0,499)	-1,0270	0,044	-1,0270 (-1,115 ; -0,943)	-0,7165	0,038	-0,7166 (-0,790 ; -0,642)
Categoría, año 2002	β_{11}	-0,4583	0,039	-0,4583 (-0,537 ; -0,382)*	-0,6457	0,057	-0,6462 (-0,757 ; -0,533)*	-0,7279	0,048	-0,7282 (-0,820 ; -0,634)*
Categoría, año 2003	β_{12}	-0,4194	0,038	-0,4197 (-0,492 ; -0,344)*	-0,6525	0,055	-0,6530 (-0,759 ; -0,545)*	-0,5582	0,048	-0,5589 (-0,652 ; -0,462)*
Categoría, año 2004	β_{13}	-0,4118	0,037	-0,4118 (-0,484 ; -0,339)*	-0,6503	0,055	-0,6496 (-0,757 ; -0,542)*	-0,5762	0,047	-0,5762 (-0,667 ; -0,483)*
Categoría, año 2005	β_{14}	-0,4238	0,036	-0,4238 (-0,495 ; -0,354)*	-0,6601	0,054	-0,6598 (-0,766 ; -0,556)*	-0,6081	0,048	-0,6081 (-0,701 ; -0,512)*
Categoría, año 2006	β_{15}	-0,3769	0,035	-0,3770 (-0,446 ; -0,307)*	-0,6639	0,054	-0,6641 (-0,771 ; -0,556)*	-0,5598	0,047	-0,5601 (-0,654 ; -0,468)*
Categoría, año 2007	β_{16}	-0,3608	0,035	-0,3612 (-0,429 ; -0,292)*	-0,6511	0,054	-0,6510 (-0,758 ; -0,545)*	-0,6027	0,047	-0,6032 (-0,695 ; -0,511)*
Categoría, año 2008	β_{17}	-0,3637	0,035	-0,3635 (-0,432 ; -0,294)*	-0,6606	0,057	-0,6607 (-0,770 ; -0,551)*	-0,5566	0,047	-0,5565 (-0,647 ; -0,465)*
Categoría, año 2009	β_{18}	-0,3860	0,035	-0,3857 (-0,454 ; -0,319)*	-0,6609	0,056	-0,6613 (-0,770 ; -0,552)*	-0,5910	0,046	-0,5902 (-0,680 ; -0,501)*
Categoría, año 2010	β_{19}	-0,4263	0,035	-0,4259 (-0,496 ; -0,358)*	-0,6817	0,056	-0,6818 (-0,791 ; -0,570)*	-0,6579	0,046	-0,6578 (-0,748 ; -0,570)*
Categoría, año 2011	β_{110}	-0,4221	0,035	-0,4219 (-0,492 ; -0,354)*	-0,6341	0,057	-0,6346 (-0,745 ; -0,520)*	-0,5616	0,047	-0,5611 (-0,653 ; -0,470)*
Categoría, año 2012	β_{111}	-0,3994	0,036	-0,3989 (-0,471 ; -0,329)*	-0,6253	0,056	-0,6252 (-0,734 ; -0,517)*	-0,5475	0,047	-0,5473 (-0,638 ; -0,456)*
Categoría, año 2013	β_{112}	-0,4459	0,036	-0,4459 (-0,517 ; -0,374)*	-0,6529	0,057	-0,6529 (-0,767 ; -0,541)*	-0,6006	0,046	-0,6009 (-0,690 ; -0,511)*
Categoría, año 2014	β_{113}	-0,4734	0,038	-0,4733 (-0,546 ; -0,400)*	-0,8391	0,058	-0,8394 (-0,952 ; -0,725)*	-0,6076	0,045	-0,6082 (-0,695 ; -0,518)*
Categoría, año 2015	β_{114}	-0,4772	0,039	-0,4772 (-0,555 ; -0,402)*	-0,6448	0,057	-0,6446 (-0,756 ; -0,535)*	-0,6170	0,046	-0,6169 (-0,708 ; -0,527)*

Continúa

Descripción	Parámetro	Modelo 1 (General)			Modelo 2 (Transmisibles)			Modelo 3 (Neoplasias)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred95%})	Media	DE	Mediana (IC _{Cred95%})	Media	DE	Mediana (IC _{Cred95%})
IDM, año 2002	β_{21}	-0,0320	0,091	-0,0326 (-0,210 ; 0,147)	-0,1859	0,097	-0,1857 (-0,375 ; 0,005)	-0,1263	0,095	-0,1264 (-0,313 ; 0,062)
IDM, año 2003	β_{22}	-0,1188	0,090	-0,1187 (-0,293 ; 0,058)	-0,1705	0,097	-0,1706 (-0,359 ; 0,021)	-0,1593	0,095	-0,1598 (-0,343 ; 0,026)
IDM, año 2004	β_{23}	-0,0958	0,088	-0,0960 (-0,266 ; 0,078)	-0,1981	0,098	-0,1986 (-0,391 ; -0,005)*	-0,1449	0,095	-0,1447 (-0,332 ; 0,043)
IDM, año 2005	β_{24}	0,0708	0,089	0,0707 (-0,101 ; 0,245)	-0,1154	0,098	-0,1154 (-0,309 ; 0,077)	-0,0686	0,095	-0,0691 (-0,253 ; 0,121)
IDM, año 2006	β_{25}	-0,1134	0,088	-0,1121 (-0,285 ; 0,058)	-0,1645	0,096	-0,1651 (-0,353 ; 0,024)	-0,1289	0,095	-0,1296 (-0,316 ; 0,058)
IDM, año 2007	β_{26}	-0,1175	0,088	-0,1185 (-0,287 ; 0,055)	-0,1396	0,097	-0,1398 (-0,331 ; 0,048)	-0,1557	0,095	-0,1558 (-0,341 ; 0,030)
IDM, año 2008	β_{27}	-0,1284	0,088	-0,1300 (-0,299 ; 0,045)	-0,1304	0,097	-0,1301 (-0,317 ; 0,058)	-0,1442	0,096	-0,1451 (-0,332 ; 0,045)
IDM, año 2009	β_{28}	-0,1201	0,088	-0,1197 (-0,294 ; 0,051)	-0,1449	0,096	-0,1444 (-0,335 ; 0,044)	-0,1237	0,096	-0,1242 (-0,311 ; 0,065)
IDM, año 2010	β_{29}	-0,1205	0,088	-0,1208 (-0,293 ; 0,051)	-0,1264	0,097	-0,1251 (-0,321 ; 0,060)	-0,1701	0,095	-0,1690 (-0,356 ; 0,015)
IDM, año 2011	β_{210}	-0,0788	0,089	-0,0790 (-0,253 ; 0,094)	-0,1281	0,097	-0,1291 (-0,319 ; 0,062)	-0,1254	0,095	-0,1250 (-0,313 ; 0,062)
IDM, año 2012	β_{211}	-0,1401	0,088	-0,1397 (-0,315 ; 0,033)	-0,1488	0,098	-0,1477 (-0,343 ; 0,040)	-0,1455	0,096	-0,1460 (-0,333 ; 0,044)
IDM, año 2013	β_{212}	-0,0062	0,089	-0,0057 (-0,182 ; 0,169)	-0,1364	0,097	-0,1363 (-0,325 ; 0,055)	-0,1281	0,095	-0,1282 (-0,313 ; 0,057)
IDM, año 2014	β_{213}	-0,1890	0,088	-0,1894 (-0,361 ; -0,016)*	-0,1468	0,096	-0,1476 (-0,337 ; 0,041)	-0,1373	0,095	-0,1366 (-0,320 ; 0,050)
IDM, año 2015	β_{214}	-0,1661	0,089	-0,1664 (-0,341 ; 0,006)	-0,1699	0,098	-0,1694 (-0,360 ; 0,018)	-0,2261	0,094	-0,2264 (-0,408 ; -0,041)*
NBI, año 2002	β_{31}	-0,0305	0,074	-0,0304 (-0,176 ; 0,115)	0,3093	0,088	0,3087 (0,136 ; 0,483)*	0,1649	0,086	0,1649 (-0,004 ; 0,337)
NBI, año 2003	β_{32}	0,1453	0,073	0,1453 (0,005 ; 0,289)*	0,3028	0,089	0,3039 (0,127 ; 0,476)*	0,3089	0,087	0,3089 (0,136 ; 0,480)*
NBI, año 2004	β_{33}	0,1920	0,072	0,1922 (0,048 ; 0,332)*	0,2343	0,087	0,2350 (0,067 ; 0,408)*	0,2358	0,086	0,2355 (0,068 ; 0,405)*
NBI, año 2005	β_{34}	0,1430	0,071	0,1424 (0,005 ; 0,284)*	0,2106	0,088	0,2110 (0,038 ; 0,385)*	0,2476	0,086	0,2477 (0,078 ; 0,417)*
NBI, año 2006	β_{35}	0,2279	0,072	0,2281 (0,087 ; 0,371)*	0,2746	0,088	0,2753 (0,102 ; 0,447)*	0,2850	0,086	0,2859 (0,117 ; 0,455)*
NBI, año 2007	β_{36}	0,1871	0,070	0,1872 (0,049 ; 0,323)*	0,2346	0,089	0,2350 (0,062 ; 0,409)*	0,2263	0,086	0,2253 (0,057 ; 0,393)*
NBI, año 2008	β_{37}	0,1494	0,071	0,1495 (0,011 ; 0,288)*	0,2230	0,088	0,2229 (0,050 ; 0,397)*	0,2315	0,087	0,2318 (0,059 ; 0,398)*
NBI, año 2009	β_{38}	0,1112	0,070	0,1116 (-0,027 ; 0,249)	0,2870	0,089	0,2891 (0,109 ; 0,459)*	0,2418	0,085	0,2423 (0,073 ; 0,409)*
NBI, año 2010	β_{39}	0,0967	0,071	0,096 (-0,043 ; 0,238)	0,1951	0,089	0,1951 (0,022 ; 0,368)*	0,1908	0,085	0,1912 (0,023 ; 0,360)*
NBI, año 2011	β_{310}	0,1890	0,071	0,1889 (0,052 ; 0,329)*	0,2484	0,090	0,2478 (0,071 ; 0,426)*	0,2690	0,086	0,2698 (0,099 ; 0,435)*
NBI, año 2012	β_{311}	0,2294	0,072	0,2302 (0,086 ; 0,369)*	0,2050	0,088	0,2052 (0,034 ; 0,377)*	0,1827	0,086	0,1825 (0,014 ; 0,351)*
NBI, año 2013	β_{312}	0,1610	0,071	0,1609 (0,020 ; 0,300)*	0,2070	0,089	0,2075 (0,032 ; 0,382)*	0,2249	0,086	0,2252 (0,059 ; 0,394)*
NBI, año 2014	β_{313}	0,1826	0,072	0,1826 (0,040 ; 0,324)*	0,1757	0,089	0,1753 (0,0004 ; 0,353)*	0,2432	0,085	0,2430 (0,078 ; 0,412)*
NBI, año 2015	β_{314}	0,2344	0,072	0,2354 (0,093 ; 0,379)*	0,2641	0,089	0,2643 (0,088 ; 0,443)*	0,2235	0,086	0,2244 (0,053 ; 0,390)*
IPM, año 2002	β_{41}	0,2589	0,082	0,2590 (0,095 ; 0,421)*	0,4333	0,092	0,4332 (0,254 ; 0,616)*	0,2459	0,088	0,2458 (0,074 ; 0,421)*
IPM, año 2003	β_{42}	0,1795	0,080	0,1798 (0,022 ; 0,335)*	0,3196	0,092	0,3191 (0,139 ; 0,502)*	0,3026	0,088	0,3033 (0,131 ; 0,477)*
IPM, año 2004	β_{43}	0,0803	0,079	0,0796 (-0,074 ; 0,236)	0,2943	0,090	0,2948 (0,118 ; 0,469)*	0,2714	0,089	0,2711 (0,100 ; 0,447)*
IPM, año 2005	β_{44}	0,0187	0,080	0,0177 (-0,136 ; 0,178)	0,2804	0,092	0,2810 (0,099 ; 0,459)*	0,1195	0,089	0,1204 (-0,053 ; 0,292)
IPM, año 2006	β_{45}	0,1360	0,079	0,1369 (-0,018 ; 0,289)	0,3140	0,092	0,3140 (0,136 ; 0,493)*	0,2385	0,089	0,2391 (0,063 ; 0,411)*
IPM, año 2007	β_{46}	0,2045	0,080	0,2041 (0,050 ; 0,363)*	0,2618	0,090	0,2622 (0,085 ; 0,435)*	0,2605	0,089	0,2607 (0,088 ; 0,432)*

Continua

Descripción	Parámetro	Modelo 1 (General)			Modelo 2 (Transmisibles)			Modelo 3 (Neoplasias)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)
IPM, año 2008	β_{47}	0,1218	0,080	0,1215 (-0,034 ; 0,279)	0,2428	0,092	0,2419 (0,064 ; 0,424)*	0,2800	0,087	0,2786 (0,112 ; 0,449)*
IPM, año 2009	β_{48}	0,1796	0,079	0,1794 (0,025 ; 0,334)	0,2041	0,091	0,2040 (0,024 ; 0,378)*	0,1789	0,089	0,1786 (0,005 ; 0,354)*
IPM, año 2010	β_{49}	0,1625	0,080	0,1617 (0,004 ; 0,322)*	0,1970	0,090	0,1968 (0,021 ; 0,371)*	0,1939	0,088	0,1930 (0,019 ; 0,368)*
IPM, año 2011	β_{410}	0,1791	0,079	0,1790 (0,025 ; 0,337)*	0,1628	0,092	0,1640 (-0,019 ; 0,339)	0,2097	0,089	0,2106 (0,033 ; 0,383)*
IPM, año 2012	β_{411}	0,1608	0,080	0,1614 (0,001 ; 0,317)*	0,1678	0,090	0,1682 (-0,010 ; 0,348)	0,2339	0,089	0,2319 (0,059 ; 0,407)*
IPM, año 2013	β_{412}	0,2276	0,080	0,2277 (0,068 ; 0,385)*	0,1854	0,090	0,1847 (0,010 ; 0,362)*	0,2318	0,088	0,2322 (0,056 ; 0,407)*
IPM, año 2014	β_{413}	0,1511	0,080	0,1504 (-0,005 ; 0,309)	0,1565	0,091	0,1567 (-0,023 ; 0,335)	0,2338	0,088	0,2339 (0,060 ; 0,409)*
IPM, año 2015	β_{414}	0,1404	0,082	0,1399 (-0,02 ; 0,302)	0,1932	0,091	0,1931 (0,017 ; 0,374)*	0,2585	0,088	0,2578 (0,088 ; 0,430)*
DEVI, año 2002	β_{51}	0,1570	0,072	0,1571 (0,018 ; 0,298)*	0,4343	0,085	0,4349 (0,267 ; 0,602)*	0,1933	0,082	0,1932 (0,032 ; 0,354)*
DEVI, año 2003	β_{52}	0,0892	0,071	0,0882 (-0,049 ; 0,230)	0,3230	0,084	0,3233 (0,159 ; 0,490)*	0,3013	0,082	0,3022 (0,139 ; 0,461)*
DEVI, año 2004	β_{53}	0,0738	0,070	0,0739 (-0,064 ; 0,209)	0,2842	0,084	0,2828 (0,123 ; 0,450)*	0,2954	0,082	0,2951 (0,135 ; 0,456)*
DEVI, año 2005	β_{54}	0,1249	0,069	0,1252 (-0,010 ; 0,259)	0,2625	0,084	0,2634 (0,096 ; 0,429)*	0,2262	0,082	0,2264 (0,063 ; 0,387)*
DEVI, año 2006	β_{55}	0,2640	0,068	0,2647 (0,130 ; 0,398)*	0,3500	0,084	0,3501 (0,186 ; 0,514)*	0,2872	0,082	0,2871 (0,127 ; 0,447)*
DEVI, año 2007	β_{56}	0,1749	0,069	0,1747 (0,041 ; 0,308)*	0,3028	0,084	0,3032 (0,139 ; 0,467)*	0,3427	0,081	0,3422 (0,186 ; 0,503)*
DEVI, año 2008	β_{57}	0,2604	0,068	0,2604 (0,126 ; 0,394)*	0,2785	0,085	0,2776 (0,113 ; 0,446)*	0,3218	0,080	0,3213 (0,164 ; 0,480)*
DEVI, año 2009	β_{58}	0,2668	0,067	0,2668 (0,135 ; 0,399)*	0,2865	0,084	0,2867 (0,120 ; 0,449)*	0,2238	0,082	0,2243 (0,061 ; 0,385)*
DEVI, año 2010	β_{59}	0,2126	0,068	0,2123 (0,080 ; 0,345)*	0,2017	0,085	0,2023 (0,036 ; 0,367)*	0,2480	0,081	0,2477 (0,088 ; 0,409)*
DEVI, año 2011	β_{510}	0,0977	0,068	0,0982 (-0,036 ; 0,232)	0,1971	0,086	0,1973 (0,026 ; 0,361)*	0,2629	0,081	0,2627 (0,109 ; 0,426)*
DEVI, año 2012	β_{511}	0,1651	0,069	0,1651 (0,026 ; 0,298)*	0,2173	0,085	0,2186 (0,050 ; 0,386)*	0,2486	0,081	0,2481 (0,088 ; 0,408)*
DEVI, año 2013	β_{512}	0,1688	0,069	0,1689 (0,035 ; 0,303)*	0,1915	0,085	0,1903 (0,025 ; 0,358)*	0,2139	0,080	0,2142 (0,057 ; 0,368)*
DEVI, año 2014	β_{513}	0,1912	0,069	0,1914 (0,053 ; 0,325)*	0,1670	0,085	0,1660 (0,003 ; 0,334)*	0,2603	0,080	0,2614 (0,103 ; 0,416)*
DEVI, año 2015	β_{514}	0,2156	0,071	0,2150 (0,076 ; 0,354)*	0,2155	0,085	0,2144 (0,050 ; 0,381)*	0,2279	0,081	0,2274 (0,067 ; 0,388)*
Cob.Salud, año 2002	β_{61}	-0,0546	0,062	-0,0546 (-0,177 ; 0,066)	-0,3047	0,088	-0,3049 (-0,477 ; -0,132)*	-0,1536	0,080	-0,1541 (-0,310 ; 0,006)
Cob.Salud, año 2003	β_{62}	-0,0834	0,060	-0,0831 (-0,200 ; 0,036)	-0,1245	0,087	-0,1251 (-0,295 ; 0,046)	-0,0623	0,080	-0,0615 (-0,221 ; 0,093)
Cob.Salud, año 2004	β_{63}	-0,1161	0,059	-0,1160 (-0,234 ; -0,00002)*	-0,1488	0,088	-0,1478 (-0,323 ; 0,022)	-0,0465	0,079	-0,0458 (-0,202 ; 0,107)
Cob.Salud, año 2005	β_{64}	-0,2307	0,059	-0,2312 (-0,349 ; -0,115)*	-0,1641	0,088	-0,1640 (-0,335 ; 0,008)	-0,1647	0,080	-0,1659 (-0,320 ; -0,005)*
Cob.Salud, año 2006	β_{65}	-0,0472	0,058	-0,0474 (-0,16 ; 0,066)	-0,1779	0,087	-0,1772 (-0,352 ; -0,009)*	-0,0754	0,079	-0,0742 (-0,232 ; 0,076)
Cob.Salud, año 2007	β_{66}	-0,0903	0,057	-0,0905 (-0,204 ; 0,021)	-0,0503	0,087	-0,0509 (-0,220 ; 0,120)	-0,0983	0,078	-0,0984 (-0,251 ; 0,055)
Cob.Salud, año 2008	β_{67}	-0,0230	0,057	-0,0222 (-0,137 ; 0,09)	-0,1061	0,088	-0,1063 (-0,281 ; 0,066)	-0,0502	0,079	-0,0511 (-0,203 ; 0,106)
Cob.Salud, año 2009	β_{68}	-0,1041	0,057	-0,1026 (-0,218 ; 0,006)	0,0122	0,088	0,0111 (-0,157 ; 0,187)	-0,1116	0,079	-0,1117 (-0,263 ; 0,043)
Cob.Salud, año 2010	β_{69}	-0,0895	0,057	-0,0892 (-0,202 ; 0,023)	-0,0438	0,089	-0,0430 (-0,221 ; 0,130)	-0,1164	0,078	-0,1170 (-0,268 ; 0,038)
Cob.Salud, año 2011	β_{610}	-0,0357	0,057	-0,0356 (-0,148 ; 0,077)	0,0308	0,089	0,0310 (-0,142 ; 0,205)	-0,0439	0,078	-0,0438 (-0,197 ; 0,110)
Cob.Salud, año 2012	β_{611}	-0,0001	0,058	-0,0009 (-0,112 ; 0,114)	-0,0332	0,089	-0,0329 (-0,209 ; 0,141)	-0,1086	0,079	-0,1081 (-0,263 ; 0,044)
Cob.Salud, año 2013	β_{612}	-0,0140	0,059	-0,0135 (-0,130 ; 0,101)	0,0192	0,089	0,0193 (-0,155 ; 0,193)	-0,0253	0,077	-0,0256 (-0,179 ; 0,125)
Cob.Salud, año 2014	β_{613}	0,0180	0,060	0,0176 (-0,100 ; 0,136)	0,0404	0,089	0,0410 (-0,137 ; 0,215)	-0,0996	0,078	-0,0990 (-0,253 ; 0,057)
Cob.Salud, año 2015	β_{614}	0,0869	0,060	0,0873 (-0,033 ; 0,206)	0,0060	0,088	0,0059 (-0,167 ; 0,178)	-0,0223	0,078	-0,0223 (-0,176 ; 0,130)

Continúa

Conclusión

Descripción	Parámetro	Modelo 1 (General)			Modelo 2 (Transmisibles)			Modelo 3 (Neoplasias)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)
Tasa.Alfab, año 2002	β_{71}	-0,0215	0,088	-0,0207 (-0,193 ; 0,148)	-0,0570	0,097	-0,0562 (-0,243 ; 0,132)	-0,0870	0,097	-0,0870 (-0,276 ; 0,101)
Tasa.Alfab, año 2003	β_{72}	-0,0524	0,087	-0,0531 (-0,221 ; 0,118)	-0,0725	0,096	-0,0730 (-0,263 ; 0,117)	-0,0867	0,097	-0,0875 (-0,275 ; 0,107)
Tasa.Alfab, año 2004	β_{73}	0,0919	0,086	0,0926 (-0,079 ; 0,261)	-0,0778	0,098	-0,0807 (-0,267 ; 0,116)	-0,0875	0,096	-0,0891 (-0,275 ; 0,106)
Tasa.Alfab, año 2005	β_{74}	-0,0655	0,087	-0,065 (-0,237 ; 0,104)	-0,0423	0,097	-0,0424 (-0,230 ; 0,147)	-0,0542	0,097	-0,0533 (-0,247 ; 0,132)
Tasa.Alfab, año 2006	β_{75}	0,0693	0,085	0,0700 (-0,098 ; 0,235)	-0,0895	0,097	-0,0885 (-0,283 ; 0,101)	-0,0392	0,096	-0,0392 (-0,226 ; 0,153)
Tasa.Alfab, año 2007	β_{76}	-0,0066	0,084	-0,0075 (-0,169 ; 0,158)	-0,0446	0,098	-0,0444 (-0,235 ; 0,145)	-0,0696	0,096	-0,0697 (-0,257 ; 0,123)
Tasa.Alfab, año 2008	β_{77}	-0,1915	0,084	-0,1912 (-0,358 ; -0,029)*	-0,0754	0,098	-0,0749 (-0,266 ; 0,116)	-0,1418	0,096	-0,1413 (-0,334 ; 0,049)
Tasa.Alfab, año 2009	β_{78}	-0,1911	0,084	-0,1911 (-0,353 ; -0,028)*	-0,1057	0,098	-0,1049 (-0,300 ; 0,085)	-0,0535	0,097	-0,0540 (-0,245 ; 0,137)
Tasa.Alfab, año 2010	β_{79}	-0,1360	0,084	-0,1357 (-0,303 ; 0,027)	-0,1002	0,097	-0,1000 (-0,287 ; 0,090)	-0,1385	0,096	-0,1392 (-0,325 ; 0,048)
Tasa.Alfab, año 2011	β_{710}	-0,2136	0,084	-0,2123 (-0,381 ; -0,052)*	-0,0822	0,098	-0,0826 (-0,274 ; 0,106)	-0,0500	0,097	-0,0506 (-0,241 ; 0,142)
Tasa.Alfab, año 2012	β_{711}	-0,0260	0,085	-0,0252 (-0,192 ; 0,140)	-0,0557	0,098	-0,0555 (-0,247 ; 0,138)	-0,0334	0,097	-0,0345 (-0,223 ; 0,160)
Tasa.Alfab, año 2013	β_{712}	0,0450	0,086	0,0447 (-0,123 ; 0,213)	-0,0409	0,098	-0,0399 (-0,237 ; 0,151)	-0,1064	0,097	-0,1069 (-0,299 ; 0,084)
Tasa.Alfab, año 2014	β_{713}	-0,0076	0,086	-0,0087 (-0,176 ; 0,160)	-0,1084	0,098	-0,1092 (-0,301 ; 0,083)	-0,0503	0,096	-0,0515 (-0,240 ; 0,135)
Tasa.Alfab, año 2015	β_{714}	-0,0162	0,086	-0,0153 (-0,190 ; 0,151)	-0,1427	0,097	-0,1429 (-0,334 ; 0,052)	-0,0728	0,098	-0,0723 (-0,267 ; 0,122)
Varianza b_i (estructura CAR)	σ_b^2	0,00026	0,00003	0,00026 (0,00021 ; 0,00031)	0,00009	0,00001	0,00009 (0,00008 ; 0,00011)	0,00012	0,00001	0,00012 (0,00009 ; 0,00014)
	θ_1	1,00000	0,00001	1,00000 (1,00000 ; 1,00000)	1,00000	0,00003	1,00000 (0,99990 ; 1,00000)	1,00000	0,00005	1,00000 (0,99970 ; 1,00000)
	θ_2	0,00077	0,00002	0,00076 (0,00074 ; 0,00081)	0,00014	0,00004	0,00012 (0,00010 ; 0,00026)	0,00013	0,00004	0,00012 (0,00010 ; 0,00025)

Fuente: elaboración propia.

DE: Desviación estándar; IC_{Cred}95%: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo (el intervalo de credibilidad del 95% no contiene el cero)

Tabla 48. Estadísticos resumen de la distribución a posteriori para los parámetros del modelo espacio-temporal con variable respuesta: enfermedades del sistema circulatorio (modelo 4) y ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (modelo 5)

Descripción	Parámetro	Modelo 4 (Enfermedades del sistema circulatorio)			Modelo 5 (Afecciones originadas en el periodo perinatal)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred95%})	Media	DE	Mediana (IC _{Cred95%})
Intercepto, año 2002	β_{01}	-0,8783	0,034	-0,8784 (-0,947 ; -0,809)	-0,4028	0,052	-0,4035 (-0,505 ; -0,301)
Intercepto, año 2003	β_{02}	-0,8693	0,034	-0,8696 (-0,935 ; -0,802)	-0,5378	0,053	-0,5368 (-0,642 ; -0,434)
Intercepto, año 2004	β_{03}	-0,8159	0,034	-0,8158 (-0,883 ; -0,750)	-0,4662	0,052	-0,4656 (-0,570 ; -0,365)
Intercepto, año 2005	β_{04}	-0,8589	0,034	-0,8587 (-0,924 ; -0,793)	-0,4707	0,053	-0,4708 (-0,578 ; -0,368)
Intercepto, año 2006	β_{05}	-0,7537	0,033	-0,7537 (-0,820 ; -0,689)	-0,3785	0,052	-0,3784 (-0,481 ; -0,274)
Intercepto, año 2007	β_{06}	-0,7604	0,033	-0,7611 (-0,824 ; -0,695)	-0,4215	0,055	-0,4223 (-0,529 ; -0,313)
Intercepto, año 2008	β_{07}	-0,7287	0,033	-0,7287 (-0,794 ; -0,665)	-0,4262	0,054	-0,4261 (-0,533 ; -0,320)
Intercepto, año 2009	β_{08}	-0,7693	0,033	-0,7694 (-0,834 ; -0,704)	-0,3614	0,054	-0,3613 (-0,468 ; -0,256)
Intercepto, año 2010	β_{09}	-0,7332	0,033	-0,7333 (-0,799 ; -0,668)	-0,5360	0,056	-0,5351 (-0,645 ; -0,427)
Intercepto, año 2011	β_{010}	-0,7590	0,033	-0,7589 (-0,825 ; -0,694)	-0,4750	0,057	-0,4752 (-0,588 ; -0,362)
Intercepto, año 2012	β_{011}	-0,7507	0,033	-0,7511 (-0,817 ; -0,685)	-0,3800	0,056	-0,3801 (-0,489 ; -0,270)
Intercepto, año 2013	β_{012}	-0,7204	0,033	-0,7204 (-0,784 ; -0,655)	-0,5264	0,057	-0,5261 (-0,638 ; -0,416)
Intercepto, año 2014	β_{013}	-0,6790	0,033	-0,6793 (-0,743 ; -0,614)	-0,4886	0,058	-0,4883 (-0,602 ; -0,377)
Intercepto, año 2015	β_{014}	-0,6323	0,033	-0,6322 (-0,696 ; -0,569)	-0,3958	0,057	-0,3959 (-0,508 ; -0,282)
Categoría, año 2002	β_{11}	-0,4862	0,043	-0,4860 (-0,570 ; -0,402)*	-0,0111	0,066	-0,0105 (-0,141 ; 0,117)
Categoría, año 2003	β_{12}	-0,4712	0,043	-0,4714 (-0,554 ; -0,387)*	-0,0611	0,067	-0,0616 (-0,193 ; 0,070)
Categoría, año 2004	β_{13}	-0,4569	0,042	-0,4569 (-0,539 ; -0,376)*	-0,0779	0,065	-0,0783 (-0,208 ; 0,049)
Categoría, año 2005	β_{14}	-0,4725	0,042	-0,4726 (-0,554 ; -0,390)*	-0,1560	0,066	-0,1569 (-0,282 ; -0,023)*
Categoría, año 2006	β_{15}	-0,5044	0,041	-0,5043 (-0,587 ; -0,424)*	-0,2624	0,068	-0,2629 (-0,395 ; -0,126)*
Categoría, año 2007	β_{16}	-0,4931	0,041	-0,4935 (-0,574 ; -0,412)*	-0,2461	0,068	-0,2462 (-0,378 ; -0,115)*
Categoría, año 2008	β_{17}	-0,5424	0,042	-0,5425 (-0,624 ; -0,461)*	-0,2277	0,068	-0,2282 (-0,360 ; -0,093)*
Categoría, año 2009	β_{18}	-0,4767	0,041	-0,4767 (-0,559 ; -0,396)*	-0,3475	0,068	-0,3478 (-0,478 ; -0,213)*
Categoría, año 2010	β_{19}	-0,5474	0,041	-0,5479 (-0,625 ; -0,466)*	-0,2832	0,070	-0,2827 (-0,420 ; -0,146)*

Continua

Descripción	Parámetro	Modelo 4 (Enfermedades del sistema circulatorio)			Modelo 5 (Afecciones originadas en el periodo perinatal)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)
Categoría, año 2011	β_{110}	-0,5382	0,041	-0,5375 (-0,621 ; -0,458)*	-0,3234	0,070	-0,3223 (-0,459 ; -0,184)*
Categoría, año 2012	β_{111}	-0,5270	0,041	-0,5266 (-0,607 ; -0,448)*	-0,4089	0,071	-0,4084 (-0,550 ; -0,273)*
Categoría, año 2013	β_{112}	-0,5574	0,041	-0,5584 (-0,638 ; -0,477)*	-0,3648	0,071	-0,3652 (-0,505 ; -0,225)*
Categoría, año 2014	β_{113}	-0,5833	0,042	-0,5831 (-0,665 ; -0,502)*	-0,4057	0,072	-0,4064 (-0,547 ; -0,263)*
Categoría, año 2015	β_{114}	-0,5478	0,042	-0,5476 (-0,633 ; -0,467)*	-0,4052	0,072	-0,4057 (-0,546 ; -0,265)*
IDM, año 2002	β_{21}	-0,0924	0,095	-0,0924 (-0,280 ; 0,092)	-0,0729	0,098	-0,0718 (-0,265 ; 0,120)
IDM, año 2003	β_{22}	-0,1178	0,095	-0,1187 (-0,301 ; 0,068)	-0,0350	0,097	-0,0351 (-0,222 ; 0,155)
IDM, año 2004	β_{23}	-0,0970	0,094	-0,0954 (-0,282 ; 0,083)	0,0053	0,098	0,0050 (-0,185 ; 0,201)
IDM, año 2005	β_{24}	-0,0002	0,094	0,0008 (-0,187 ; 0,185)	-0,0206	0,099	-0,0214 (-0,214 ; 0,174)
IDM, año 2006	β_{25}	-0,0659	0,094	-0,0655 (-0,250 ; 0,116)	-0,0705	0,098	-0,0700 (-0,262 ; 0,119)
IDM, año 2007	β_{26}	-0,0951	0,094	-0,0948 (-0,280 ; 0,090)	-0,0141	0,099	-0,0142 (-0,204 ; 0,177)
IDM, año 2008	β_{27}	-0,1467	0,093	-0,1470 (-0,329 ; 0,034)	-0,0304	0,096	-0,0294 (-0,220 ; 0,161)
IDM, año 2009	β_{28}	-0,0922	0,094	-0,0914 (-0,274 ; 0,089)	-0,0797	0,098	-0,0797 (-0,272 ; 0,111)
IDM, año 2010	β_{29}	-0,1771	0,092	-0,1773 (-0,357 ; 0,005)	-0,0581	0,098	-0,0593 (-0,245 ; 0,139)
IDM, año 2011	β_{210}	-0,1706	0,094	-0,1707 (-0,356 ; 0,014)	-0,0667	0,098	-0,0666 (-0,260 ; 0,128)
IDM, año 2012	β_{211}	-0,1774	0,093	-0,1765 (-0,359 ; 0,005)	-0,0554	0,096	-0,0561 (-0,244 ; 0,131)
IDM, año 2013	β_{212}	-0,1134	0,094	-0,1140 (-0,296 ; 0,071)	-0,0470	0,097	-0,0473 (-0,239 ; 0,148)
IDM, año 2014	β_{213}	-0,1862	0,094	-0,1866 (-0,371 ; -0,003)*	-0,0566	0,099	-0,0568 (-0,252 ; 0,133)
IDM, año 2015	β_{214}	-0,1878	0,093	-0,1880 (-0,367 ; -0,004)*	-0,0579	0,099	-0,0554 (-0,256 ; 0,130)
NBI, año 2002	β_{31}	0,1788	0,083	0,1785 (0,017 ; 0,342)*	0,0647	0,091	0,0633 (-0,111 ; 0,244)
NBI, año 2003	β_{32}	0,1526	0,082	0,1539 (-0,007 ; 0,314)	0,0711	0,092	0,0709 (-0,107 ; 0,251)
NBI, año 2004	β_{33}	0,2067	0,083	0,2067 (0,042 ; 0,371)*	0,0744	0,091	0,0755 (-0,105 ; 0,252)
NBI, año 2005	β_{34}	0,1728	0,083	0,1732 (0,010 ; 0,337)*	0,1110	0,091	0,1101 (-0,069 ; 0,289)
NBI, año 2006	β_{35}	0,2680	0,082	0,2679 (0,108 ; 0,429)*	0,1248	0,091	0,1257 (-0,054 ; 0,302)
NBI, año 2007	β_{36}	0,1675	0,081	0,1673 (0,010 ; 0,330)*	0,0530	0,090	0,0543 (-0,123 ; 0,226)
NBI, año 2008	β_{37}	0,1905	0,082	0,1906 (0,029 ; 0,351)*	0,0687	0,092	0,0687 (-0,106 ; 0,246)

Continua

Descripción	Parámetro	Modelo 4 (Enfermedades del sistema circulatorio)			Modelo 5 (Afecciones originadas en el periodo perinatal)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)
NBI, año 2009	β_{38}	0,2203	0,083	0,2199 (0,056 ; 0,382)*	0,1189	0,091	0,1195 (-0,060 ; 0,295)
NBI, año 2010	β_{39}	0,1380	0,081	0,1384 (-0,023 ; 0,299)	0,0845	0,092	0,0844 (-0,097 ; 0,263)
NBI, año 2011	β_{310}	0,2288	0,083	0,2284 (0,069 ; 0,392)*	-0,0067	0,090	-0,0065 (-0,180 ; 0,170)
NBI, año 2012	β_{311}	0,2546	0,081	0,2540 (0,098 ; 0,414)*	0,0903	0,091	0,0883 (-0,086 ; 0,271)
NBI, año 2013	β_{312}	0,1964	0,081	0,1962 (0,038 ; 0,354)*	0,0472	0,091	0,0476 (-0,130 ; 0,224)
NBI, año 2014	β_{313}	0,1806	0,081	0,1813 (0,020 ; 0,340)*	-0,0180	0,091	-0,0169 (-0,201 ; 0,158)
NBI, año 2015	β_{314}	0,2629	0,082	0,2630 (0,100 ; 0,422)*	0,0477	0,093	0,0479 (-0,136 ; 0,232)
IPM, año 2002	β_{41}	0,1717	0,088	0,1710 (0,0005 ; 0,346)*	0,1137	0,094	0,1135 (-0,073 ; 0,297)
IPM, año 2003	β_{42}	0,1878	0,086	0,1875 (0,022 ; 0,355)*	0,0492	0,094	0,0491 (-0,132 ; 0,234)
IPM, año 2004	β_{43}	0,1737	0,086	0,1734 (0,003 ; 0,343)*	-0,0077	0,093	-0,0065 (-0,191 ; 0,173)
IPM, año 2005	β_{44}	0,0946	0,086	0,0943 (-0,073 ; 0,265)	0,0652	0,093	0,0655 (-0,117 ; 0,242)
IPM, año 2006	β_{45}	0,1155	0,085	0,1158 (-0,054 ; 0,283)	0,0886	0,094	0,0882 (-0,093 ; 0,275)
IPM, año 2007	β_{46}	0,2360	0,085	0,2358 (0,068 ; 0,402)*	0,0470	0,094	0,0471 (-0,140 ; 0,234)
IPM, año 2008	β_{47}	0,1876	0,085	0,1885 (0,022 ; 0,354)*	0,0241	0,094	0,0230 (-0,159 ; 0,209)
IPM, año 2009	β_{48}	0,1650	0,085	0,1652 (-0,001 ; 0,332)	0,0931	0,094	0,0935 (-0,097 ; 0,276)
IPM, año 2010	β_{49}	0,2520	0,086	0,2517 (0,083 ; 0,421)*	0,0497	0,093	0,0506 (-0,134 ; 0,233)
IPM, año 2011	β_{410}	0,1976	0,086	0,1977 (0,027 ; 0,366)*	0,0910	0,095	0,0902 (-0,089 ; 0,281)
IPM, año 2012	β_{411}	0,2627	0,086	0,2628 (0,097 ; 0,434)*	0,0968	0,094	0,0974 (-0,087 ; 0,282)
IPM, año 2013	β_{412}	0,2527	0,086	0,2532 (0,085 ; 0,420)*	0,1106	0,094	0,1108 (-0,075 ; 0,296)
IPM, año 2014	β_{413}	0,2663	0,085	0,2669 (0,097 ; 0,433)*	0,0928	0,096	0,0931 (-0,093 ; 0,278)
IPM, año 2015	β_{414}	0,2395	0,086	0,2401 (0,069 ; 0,405)*	0,1202	0,095	0,1184 (-0,067 ; 0,309)
DEVI, año 2002	β_{51}	0,1561	0,079	0,1561 (-0,003 ; 0,309)	0,1194	0,089	0,1201 (-0,054 ; 0,292)
DEVI, año 2003	β_{52}	0,1803	0,079	0,1803 (0,026 ; 0,334)*	0,0875	0,089	0,0865 (-0,085 ; 0,265)
DEVI, año 2004	β_{53}	0,2628	0,078	0,2625 (0,107 ; 0,417)*	0,0546	0,088	0,0553 (-0,122 ; 0,221)
DEVI, año 2005	β_{54}	0,1796	0,078	0,1800 (0,026 ; 0,331)*	0,1207	0,089	0,1215 (-0,052 ; 0,292)
DEVI, año 2006	β_{55}	0,2692	0,077	0,2699 (0,119 ; 0,419)*	0,1453	0,087	0,1443 (-0,024 ; 0,316)

Continua

Descripción	Parámetro	Modelo 4 (Enfermedades del sistema circulatorio)			Modelo 5 (Afecciones originadas en el periodo perinatal)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)
DEVI, año 2007	β_{56}	0,2120	0,077	0,2131 (0,059 ; 0,361)*	0,0623	0,089	0,0622 (-0,109 ; 0,237)
DEVI, año 2008	β_{57}	0,2618	0,077	0,2621 (0,111 ; 0,413)*	0,0595	0,089	0,0611 (-0,118 ; 0,235)
DEVI, año 2009	β_{58}	0,2816	0,078	0,2812 (0,127 ; 0,435)*	0,1093	0,089	0,1101 (-0,063 ; 0,286)
DEVI, año 2010	β_{59}	0,2217	0,078	0,2216 (0,069 ; 0,372)*	0,0508	0,090	0,0510 (-0,125 ; 0,224)
DEVI, año 2011	β_{510}	0,1560	0,078	0,1565 (0,001 ; 0,308)*	0,0097	0,090	0,0104 (-0,166 ; 0,186)
DEVI, año 2012	β_{511}	0,1800	0,076	0,1795 (0,029 ; 0,331)*	0,0705	0,090	0,0703 (-0,103 ; 0,243)
DEVI, año 2013	β_{512}	0,2293	0,076	0,2296 (0,078 ; 0,378)*	0,0512	0,089	0,0506 (-0,122 ; 0,224)
DEVI, año 2014	β_{513}	0,2431	0,077	0,2429 (0,093 ; 0,394)*	-0,0090	0,090	-0,0077 (-0,193 ; 0,167)
DEVI, año 2015	β_{514}	0,3136	0,077	0,3135 (0,163 ; 0,470)*	0,0634	0,091	0,0623 (-0,114 ; 0,245)
Cob.Salud, año 2002	β_{61}	-0,0270	0,075	-0,0263 (-0,175 ; 0,118)	-0,0923	0,095	-0,0937 (-0,277 ; 0,095)
Cob.Salud, año 2003	β_{62}	-0,1914	0,074	-0,1925 (-0,336 ; -0,041)*	-0,0160	0,092	-0,0166 (-0,197 ; 0,166)
Cob.Salud, año 2004	β_{63}	-0,0449	0,073	-0,0446 (-0,187 ; 0,097)	-0,0504	0,093	-0,0498 (-0,235 ; 0,130)
Cob.Salud, año 2005	β_{64}	-0,2090	0,072	-0,2095 (-0,351 ; -0,069)*	-0,0253	0,092	-0,0258 (-0,204 ; 0,152)
Cob.Salud, año 2006	β_{65}	-0,1541	0,072	-0,1542 (-0,295 ; -0,011)*	-0,0046	0,092	-0,0037 (-0,185 ; 0,175)
Cob.Salud, año 2007	β_{66}	-0,1817	0,071	-0,1819 (-0,322 ; -0,044)*	-0,0435	0,093	-0,0450 (-0,227 ; 0,139)
Cob.Salud, año 2008	β_{67}	-0,0277	0,071	-0,0277 (-0,170 ; 0,115)	-0,0405	0,094	-0,0422 (-0,222 ; 0,145)
Cob.Salud, año 2009	β_{68}	0,0377	0,072	0,0380 (-0,104 ; 0,179)	-0,0022	0,095	-0,0032 (-0,185 ; 0,184)
Cob.Salud, año 2010	β_{69}	-0,0725	0,072	-0,0735 (-0,211 ; 0,070)	0,0079	0,095	0,0079 (-0,175 ; 0,193)
Cob.Salud, año 2011	β_{610}	-0,0862	0,072	-0,0856 (-0,228 ; 0,059)	0,0049	0,095	0,0035 (-0,182 ; 0,187)
Cob.Salud, año 2012	β_{611}	-0,0602	0,071	-0,0603 (-0,200 ; 0,081)	-0,0407	0,097	-0,0408 (-0,227 ; 0,151)
Cob.Salud, año 2013	β_{612}	-0,0866	0,071	-0,0876 (-0,226 ; 0,054)	0,0391	0,095	0,0401 (-0,149 ; 0,225)
Cob.Salud, año 2014	β_{613}	-0,0098	0,071	-0,0095 (-0,152 ; 0,128)	0,0486	0,095	0,0488 (-0,139 ; 0,231)
Cob.Salud, año 2015	β_{614}	0,0600	0,071	0,0614 (-0,082 ; 0,199)	0,0366	0,095	0,0358 (-0,149 ; 0,227)

Continua

Conclusión

Descripción	Parámetro	Modelo 4 (Enfermedades del sistema circulatorio)			Modelo 5 (Afecciones originadas en el periodo perinatal)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred95%})	Media	DE	Mediana (IC _{Cred95%})
Tasa.Alfab, año 2002	β_{71}	-0,1224	0,095	-0,1222 (-0,310 ; 0,062)	-0,0709	0,098	-0,0708 (-0,261 ; 0,122)
Tasa.Alfab, año 2003	β_{72}	-0,1325	0,096	-0,1321 (-0,319 ; 0,054)	-0,0111	0,098	-0,0114 (-0,205 ; 0,184)
Tasa.Alfab, año 2004	β_{73}	-0,0243	0,095	-0,0251 (-0,210 ; 0,162)	0,0182	0,098	0,0167 (-0,172 ; 0,209)
Tasa.Alfab, año 2005	β_{74}	-0,0493	0,095	-0,0490 (-0,238 ; 0,135)	-0,0069	0,098	-0,0071 (-0,198 ; 0,186)
Tasa.Alfab, año 2006	β_{75}	0,0011	0,096	0,0004 (-0,186 ; 0,189)	-0,0312	0,099	-0,0297 (-0,223 ; 0,159)
Tasa.Alfab, año 2007	β_{76}	-0,0969	0,096	-0,0964 (-0,284 ; 0,091)	0,0102	0,098	0,0101 (-0,181 ; 0,207)
Tasa.Alfab, año 2008	β_{77}	-0,1171	0,095	-0,1165 (-0,304 ; 0,069)	-0,0160	0,099	-0,0164 (-0,211 ; 0,180)
Tasa.Alfab, año 2009	β_{78}	-0,0604	0,095	-0,0622 (-0,246 ; 0,129)	-0,0153	0,099	-0,0160 (-0,208 ; 0,178)
Tasa.Alfab, año 2010	β_{79}	-0,0688	0,094	-0,0680 (-0,251 ; 0,117)	-0,0271	0,098	-0,0255 (-0,216 ; 0,166)
Tasa.Alfab, año 2011	β_{710}	-0,1021	0,094	-0,1018 (-0,288 ; 0,084)	-0,0412	0,098	-0,0399 (-0,237 ; 0,148)
Tasa.Alfab, año 2012	β_{711}	-0,0226	0,096	-0,0228 (-0,209 ; 0,164)	-0,0326	0,100	-0,0341 (-0,229 ; 0,160)
Tasa.Alfab, año 2013	β_{712}	-0,0212	0,096	-0,0215 (-0,211 ; 0,165)	-0,0338	0,099	-0,0339 (-0,227 ; 0,164)
Tasa.Alfab, año 2014	β_{713}	-0,0572	0,094	-0,0580 (-0,240 ; 0,130)	-0,0470	0,097	-0,0487 (-0,234 ; 0,143)
Tasa.Alfab, año 2015	β_{714}	-0,0563	0,094	-0,0556 (-0,240 ; 0,126)	-0,0336	0,099	-0,0333 (-0,224 ; 0,160)
Varianza b_i (estructura CAR)	σ_b^2	0,00018	0,00002	0,00018 (0,00015 ; 0,00022)	0,00109	0,00011	0,00108 (0,00088 ; 0,00132)
	θ_1	1,00000	0,00003	1,00000 (0,99990 ; 1,00000)	0,99990	0,00005	0,99990 (0,99980 ; 1,00000)
	θ_2	0,00034	0,00009	0,00029 (0,00027 ; 0,00056)	0,00036	0,00003	0,00036 (0,00031 ; 0,00043)

Fuente: elaboración propia.

DE: Desviación estándar; IC_{Cred95%}: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo (el intervalo de credibilidad del 95% no contiene el cero)

Tabla 49. Estadísticos resumen de la distribución a posteriori para los parámetros del modelo espacio-temporal con variable respuesta: causas externas (modelo 6) y todas las demás causas (modelo 7)

Descripción	Parámetro	Modelo 6 (Causas externas)			Modelo 7 (Todas las demás causas)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)
Intercepto, año 2002	β_{01}	-0,6802	0,034	-0,6805 (-0,748 ; -0,612)	-0,9260	0,036	-0,9263 (-0,997 ; -0,857)
Intercepto, año 2003	β_{02}	-0,7846	0,035	-0,7848 (-0,853 ; -0,715)	-0,8489	0,034	-0,8488 (-0,919 ; -0,783)
Intercepto, año 2004	β_{03}	-0,7571	0,035	-0,7567 (-0,825 ; -0,688)	-0,8792	0,035	-0,8791 (-0,947 ; -0,811)
Intercepto, año 2005	β_{04}	-0,8423	0,035	-0,8424 (-0,910 ; -0,774)	-0,8897	0,035	-0,8895 (-0,957 ; -0,822)
Intercepto, año 2006	β_{05}	-0,7578	0,034	-0,7581 (-0,825 ; -0,691)	-0,7456	0,034	-0,7456 (-0,814 ; -0,678)
Intercepto, año 2007	β_{06}	-0,7834	0,034	-0,7836 (-0,851 ; -0,716)	-0,7811	0,034	-0,7810 (-0,848 ; -0,714)
Intercepto, año 2008	β_{07}	-0,8080	0,034	-0,8081 (-0,876 ; -0,741)	-0,7341	0,034	-0,7344 (-0,801 ; -0,669)
Intercepto, año 2009	β_{08}	-0,6720	0,034	-0,6720 (-0,739 ; -0,605)	-0,7802	0,035	-0,7804 (-0,848 ; -0,713)
Intercepto, año 2010	β_{09}	-0,7648	0,034	-0,765 (-0,832 ; -0,697)	-0,7488	0,034	-0,7491 (-0,815 ; -0,682)
Intercepto, año 2011	β_{010}	-0,7868	0,034	-0,7866 (-0,854 ; -0,719)	-0,7664	0,034	-0,7660 (-0,834 ; -0,701)
Intercepto, año 2012	β_{011}	-0,8423	0,034	-0,8426 (-0,909 ; -0,774)	-0,7893	0,034	-0,7893 (-0,856 ; -0,722)
Intercepto, año 2013	β_{012}	-0,9085	0,035	-0,9086 (-0,975 ; -0,840)	-0,7689	0,034	-0,7691 (-0,835 ; -0,702)
Intercepto, año 2014	β_{013}	-0,9754	0,035	-0,9751 (-1,045 ; -0,907)	-0,7075	0,034	-0,7074 (-0,773 ; -0,640)
Intercepto, año 2015	β_{014}	-0,8887	0,035	-0,8887 (-0,956 ; -0,819)	-0,6917	0,033	-0,6918 (-0,758 ; -0,627)
Categoría, año 2002	β_{11}	-0,6012	0,043	-0,6009 (-0,687 ; -0,518)*	-0,4856	0,046	-0,4860 (-0,574 ; -0,396)*
Categoría, año 2003	β_{12}	-0,6335	0,043	-0,6336 (-0,720 ; -0,549)*	-0,5167	0,044	-0,5164 (-0,601 ; -0,430)*
Categoría, año 2004	β_{13}	-0,6178	0,042	-0,6175 (-0,701 ; -0,535)*	-0,5055	0,044	-0,5049 (-0,592 ; -0,420)*
Categoría, año 2005	β_{14}	-0,5946	0,043	-0,5948 (-0,679 ; -0,511)*	-0,5372	0,044	-0,5371 (-0,623 ; -0,450)*
Categoría, año 2006	β_{15}	-0,4346	0,042	-0,4344 (-0,517 ; -0,352)*	-0,6031	0,043	-0,6036 (-0,686 ; -0,519)*
Categoría, año 2007	β_{16}	-0,3973	0,043	-0,3973 (-0,480 ; -0,313)*	-0,5492	0,043	-0,5492 (-0,632 ; -0,466)*
Categoría, año 2008	β_{17}	-0,4456	0,042	-0,4454 (-0,530 ; -0,363)*	-0,5076	0,043	-0,5072 (-0,592 ; -0,423)*
Categoría, año 2009	β_{18}	-0,5378	0,042	-0,5378 (-0,621 ; -0,456)*	-0,5414	0,043	-0,5420 (-0,625 ; -0,456)*
Categoría, año 2010	β_{19}	-0,4556	0,042	-0,4558 (-0,538 ; -0,374)*	-0,6071	0,042	-0,6071 (-0,689 ; -0,524)*
Categoría, año 2011	β_{110}	-0,5613	0,043	-0,5613 (-0,645 ; -0,477)*	-0,6131	0,042	-0,6133 (-0,695 ; -0,531)*

Continúa

Descripción	Parámetro	Modelo 6 (Causas externas)			Modelo 7 (Todas las demás causas)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)
Categoría, año 2012	β_{111}	-0,5361	0,043	-0,5358 (-0,620 ; -0,451)*	-0,5245	0,043	-0,5245 (-0,607 ; -0,440)*
Categoría, año 2013	β_{112}	-0,5246	0,044	-0,5246 (-0,611 ; -0,439)*	-0,5767	0,043	-0,5768 (-0,659 ; -0,494)*
Categoría, año 2014	β_{113}	-0,5255	0,045	-0,5252 (-0,615 ; -0,440)*	-0,5803	0,043	-0,5800 (-0,666 ; -0,497)*
Categoría, año 2015	β_{114}	-0,6597	0,045	-0,6590 (-0,749 ; -0,572)*	-0,5732	0,043	-0,5733 (-0,658 ; -0,489)*
IDM, año 2002	β_{21}	-0,0595	0,094	-0,0580 (-0,247 ; 0,124)	-0,0937	0,095	-0,0951 (-0,277 ; 0,095)
IDM, año 2003	β_{22}	-0,0659	0,094	-0,0653 (-0,249 ; 0,119)	-0,1243	0,095	-0,1240 (-0,309 ; 0,063)
IDM, año 2004	β_{23}	-0,0413	0,095	-0,0422 (-0,227 ; 0,147)	-0,1283	0,095	-0,1291 (-0,315 ; 0,059)
IDM, año 2005	β_{24}	-0,0584	0,094	-0,0584 (-0,245 ; 0,126)	-0,0310	0,095	-0,0313 (-0,218 ; 0,153)
IDM, año 2006	β_{25}	-0,1710	0,093	-0,1713 (-0,353 ; 0,010)	-0,1015	0,095	-0,1011 (-0,289 ; 0,085)
IDM, año 2007	β_{26}	-0,1803	0,094	-0,1806 (-0,363 ; 0,006)	-0,1364	0,095	-0,1358 (-0,322 ; 0,050)
IDM, año 2008	β_{27}	-0,2005	0,094	-0,1999 (-0,388 ; -0,017)*	-0,1315	0,095	-0,1327 (-0,320 ; 0,056)
IDM, año 2009	β_{28}	-0,2049	0,094	-0,2054 (-0,389 ; -0,022)*	-0,0991	0,093	-0,1007 (-0,280 ; 0,085)
IDM, año 2010	β_{29}	-0,1476	0,094	-0,1484 (-0,332 ; 0,037)	-0,0948	0,094	-0,0954 (-0,278 ; 0,092)
IDM, año 2011	β_{210}	-0,0653	0,094	-0,0638 (-0,250 ; 0,117)	-0,2012	0,095	-0,2008 (-0,387 ; -0,013)*
IDM, año 2012	β_{211}	-0,1192	0,095	-0,1196 (-0,306 ; 0,070)	-0,2031	0,094	-0,2027 (-0,386 ; -0,020)*
IDM, año 2013	β_{212}	-0,0901	0,094	-0,0899 (-0,277 ; 0,092)	-0,0892	0,095	-0,0891 (-0,272 ; 0,099)
IDM, año 2014	β_{213}	-0,1667	0,094	-0,1670 (-0,355 ; 0,014)	-0,2150	0,095	-0,2147 (-0,401 ; -0,029)*
IDM, año 2015	β_{214}	-0,1644	0,094	-0,1650 (-0,348 ; 0,021)	-0,1512	0,095	-0,1515 (-0,337 ; 0,035)
NBI, año 2002	β_{31}	-0,0057	0,083	-0,0053 (-0,171 ; 0,154)	0,2573	0,085	0,2577 (0,093 ; 0,424)*
NBI, año 2003	β_{32}	0,1531	0,084	0,1528 (-0,010 ; 0,315)	0,2308	0,084	0,2306 (0,070 ; 0,397)*
NBI, año 2004	β_{33}	0,1560	0,084	0,1563 (-0,006 ; 0,316)	0,2509	0,084	0,2501 (0,088 ; 0,416)*
NBI, año 2005	β_{34}	0,0944	0,084	0,0939 (-0,071 ; 0,259)	0,2607	0,085	0,2614 (0,096 ; 0,426)*
NBI, año 2006	β_{35}	0,2345	0,083	0,2346 (0,075 ; 0,397)*	0,2361	0,083	0,2354 (0,075 ; 0,402)*
NBI, año 2007	β_{36}	0,2857	0,083	0,2852 (0,123 ; 0,447)*	0,1982	0,084	0,1975 (0,036 ; 0,364)*
NBI, año 2008	β_{37}	0,2109	0,084	0,2127 (0,046 ; 0,376)*	0,1934	0,083	0,1943 (0,028 ; 0,355)*
NBI, año 2009	β_{38}	0,1724	0,083	0,1729 (0,010 ; 0,337)*	0,1163	0,084	0,1162 (-0,045 ; 0,280)
NBI, año 2010	β_{39}	0,2306	0,082	0,2306 (0,070 ; 0,391)*	0,1868	0,083	0,1864 (0,026 ; 0,351)*

Continua

Descripción	Parámetro	Modelo 6 (Causas externas)			Modelo 7 (Todas las demás causas)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)
NBI, año 2011	β_{310}	0,2141	0,082	0,2138 (0,054 ; 0,375)*	0,1213	0,085	0,1220 (-0,045 ; 0,290)
NBI, año 2012	β_{311}	0,2855	0,083	0,2852 (0,123 ; 0,445)*	0,2265	0,083	0,2265 (0,060 ; 0,389)*
NBI, año 2013	β_{312}	0,2051	0,083	0,2043 (0,045 ; 0,366)*	0,1855	0,084	0,1851 (0,026 ; 0,351)*
NBI, año 2014	β_{313}	0,2908	0,083	0,2914 (0,124 ; 0,453)*	0,2536	0,083	0,2532 (0,091 ; 0,418)*
NBI, año 2015	β_{314}	0,2940	0,084	0,2929 (0,129 ; 0,459)*	0,2367	0,083	0,2367 (0,075 ; 0,401)*
IPM, año 2002	β_{41}	0,2699	0,087	0,2700 (0,098 ; 0,439)*	0,2779	0,087	0,2780 (0,108 ; 0,451)*
IPM, año 2003	β_{42}	0,1147	0,087	0,1154 (-0,057 ; 0,284)	0,2001	0,089	0,2006 (0,028 ; 0,377)*
IPM, año 2004	β_{43}	-0,0100	0,088	-0,0105 (-0,185 ; 0,161)	0,2299	0,088	0,2293 (0,059 ; 0,399)*
IPM, año 2005	β_{44}	0,1521	0,087	0,1528 (-0,019 ; 0,323)	0,1053	0,086	0,1052 (-0,063 ; 0,275)
IPM, año 2006	β_{45}	0,3070	0,086	0,3068 (0,137 ; 0,477)*	0,1402	0,087	0,1407 (-0,030 ; 0,310)
IPM, año 2007	β_{46}	0,2776	0,086	0,2775 (0,106 ; 0,443)*	0,2034	0,087	0,2028 (0,035 ; 0,373)*
IPM, año 2008	β_{47}	0,2665	0,087	0,2663 (0,094 ; 0,437)*	0,1975	0,085	0,1973 (0,031 ; 0,361)*
IPM, año 2009	β_{48}	0,2398	0,086	0,2395 (0,068 ; 0,408)*	0,2726	0,086	0,2727 (0,103 ; 0,439)*
IPM, año 2010	β_{49}	0,2336	0,085	0,2337 (0,065 ; 0,402)*	0,1502	0,087	0,1511 (-0,023 ; 0,320)
IPM, año 2011	β_{410}	0,1433	0,087	0,1441 (-0,027 ; 0,314)	0,2427	0,086	0,2438 (0,072 ; 0,413)*
IPM, año 2012	β_{411}	0,1063	0,088	0,1062 (-0,065 ; 0,278)	0,2554	0,088	0,2553 (0,085 ; 0,432)*
IPM, año 2013	β_{412}	0,1680	0,087	0,1671 (0,0005 ; 0,340)	0,2574	0,087	0,2585 (0,083 ; 0,426)*
IPM, año 2014	β_{413}	0,2355	0,087	0,2354 (0,066 ; 0,407)*	0,2048	0,087	0,2053 (0,036 ; 0,376)*
IPM, año 2015	β_{414}	0,2445	0,088	0,2442 (0,074 ; 0,418)*	0,2059	0,088	0,2058 (0,033 ; 0,378)*
DEVI, año 2002	β_{51}	0,1183	0,079	0,1184 (-0,040 ; 0,273)	0,2986	0,080	0,2989 (0,144 ; 0,455)*
DEVI, año 2003	β_{52}	0,0140	0,079	0,0139 (-0,140 ; 0,173)	0,2585	0,080	0,2590 (0,099 ; 0,413)*
DEVI, año 2004	β_{53}	-0,1014	0,079	-0,1012 (-0,258 ; 0,053)	0,2372	0,079	0,2374 (0,083 ; 0,392)*
DEVI, año 2005	β_{54}	0,0703	0,079	0,0706 (-0,086 ; 0,225)	0,2199	0,079	0,2201 (0,063 ; 0,375)*
DEVI, año 2006	β_{55}	0,3473	0,078	0,3470 (0,198 ; 0,500)*	0,2796	0,079	0,2803 (0,124 ; 0,433)*
DEVI, año 2007	β_{56}	0,2240	0,077	0,2239 (0,075 ; 0,373)*	0,2206	0,078	0,2195 (0,068 ; 0,374)*
DEVI, año 2008	β_{57}	0,2214	0,077	0,2221 (0,070 ; 0,373)*	0,2874	0,078	0,2868 (0,133 ; 0,442)*
DEVI, año 2009	β_{58}	0,3488	0,077	0,3478 (0,199 ; 0,500)*	0,2276	0,079	0,2284 (0,073 ; 0,382)*

Continua

Descripción	Parámetro	Modelo 6 (Causas externas)			Modelo 7 (Todas las demás causas)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)	Media	DE	Mediana (IC _{Cred} 95%)
DEVI, año 2010	β_{59}	0,3550	0,077	0,3551 (0,204 ; 0,505)*	0,2132	0,078	0,2132 (0,060 ; 0,366)*
DEVI, año 2011	β_{510}	0,2042	0,078	0,2042 (0,052 ; 0,357)*	0,1441	0,079	0,1432 (-0,009 ; 0,302)
DEVI, año 2012	β_{511}	0,3163	0,078	0,3162 (0,165 ; 0,469)*	0,2086	0,078	0,2080 (0,056 ; 0,360)*
DEVI, año 2013	β_{512}	0,3451	0,078	0,3459 (0,192 ; 0,497)*	0,1779	0,078	0,1775 (0,024 ; 0,332)*
DEVI, año 2014	β_{513}	0,3246	0,078	0,3242 (0,174 ; 0,477)*	0,2493	0,079	0,2489 (0,097 ; 0,407)*
DEVI, año 2015	β_{514}	0,3338	0,079	0,3338 (0,181 ; 0,488)*	0,2628	0,079	0,2629 (0,109 ; 0,417)*
Cob.Salud, año 2002	β_{61}	0,1745	0,077	0,1745 (0,024 ; 0,323)*	-0,2032	0,077	-0,2038 (-0,352 ; -0,051)*
Cob.Salud, año 2003	β_{62}	-0,0599	0,078	-0,0592 (-0,213 ; 0,093)	-0,1494	0,076	-0,1493 (-0,302 ; 0,002)
Cob.Salud, año 2004	β_{63}	-0,1024	0,075	-0,1026 (-0,249 ; 0,046)	-0,1504	0,077	-0,1502 (-0,302 ; -0,002)*
Cob.Salud, año 2005	β_{64}	-0,0320	0,075	-0,0313 (-0,179 ; 0,115)	-0,1905	0,076	-0,1907 (-0,338 ; -0,040)*
Cob.Salud, año 2006	β_{65}	0,0176	0,076	0,0178 (-0,131 ; 0,164)	-0,0284	0,075	-0,0293 (-0,174 ; 0,119)
Cob.Salud, año 2007	β_{66}	-0,1077	0,076	-0,1073 (-0,257 ; 0,040)	-0,0709	0,074	-0,0706 (-0,216 ; 0,076)
Cob.Salud, año 2008	β_{67}	-0,1413	0,076	-0,1418 (-0,288 ; 0,008)	0,0136	0,075	0,0133 (-0,133 ; 0,160)
Cob.Salud, año 2009	β_{68}	-0,2854	0,075	-0,2862 (-0,430 ; -0,138)*	-0,1468	0,076	-0,1468 (-0,296 ; 0,002)
Cob.Salud, año 2010	β_{69}	-0,1776	0,075	-0,1777 (-0,323 ; -0,026)*	-0,0264	0,075	-0,0261 (-0,172 ; 0,121)
Cob.Salud, año 2011	β_{610}	-0,0644	0,075	-0,0646 (-0,209 ; 0,081)	-0,1100	0,074	-0,1110 (-0,252 ; 0,032)
Cob.Salud, año 2012	β_{611}	0,0084	0,077	0,0081 (-0,142 ; 0,159)	-0,0093	0,074	-0,0089 (-0,157 ; 0,137)
Cob.Salud, año 2013	β_{612}	-0,1562	0,077	-0,1570 (-0,305 ; -0,003)*	-0,0814	0,075	-0,0823 (-0,227 ; 0,065)
Cob.Salud, año 2014	β_{613}	-0,0310	0,078	-0,0316 (-0,185 ; 0,124)	0,0612	0,074	0,0617 (-0,084 ; 0,205)
Cob.Salud, año 2015	β_{614}	0,0472	0,078	0,0457 (-0,104 ; 0,202)	0,0430	0,075	0,0430 (-0,105 ; 0,195)
Tasa.Alfab, año 2002	β_{71}	0,0044	0,095	0,0041 (-0,178 ; 0,196)	-0,0878	0,095	-0,0880 (-0,275 ; 0,101)
Tasa.Alfab, año 2003	β_{72}	-0,0042	0,092	-0,0039 (-0,184 ; 0,174)	-0,0691	0,095	-0,0685 (-0,253 ; 0,119)
Tasa.Alfab, año 2004	β_{73}	0,0650	0,093	0,0657 (-0,118 ; 0,247)	-0,0737	0,095	-0,0738 (-0,259 ; 0,114)
Tasa.Alfab, año 2005	β_{74}	-0,1034	0,094	-0,1050 (-0,289 ; 0,083)	-0,0865	0,096	-0,0876 (-0,272 ; 0,101)
Tasa.Alfab, año 2006	β_{75}	-0,0222	0,094	-0,0223 (-0,205 ; 0,163)	-0,0157	0,096	-0,0149 (-0,201 ; 0,175)
Tasa.Alfab, año 2007	β_{76}	-0,1142	0,092	-0,1142 (-0,294 ; 0,067)	-0,0432	0,095	-0,0431 (-0,229 ; 0,143)
Tasa.Alfab, año 2008	β_{77}	-0,1808	0,092	-0,1814 (-0,364 ; 0,002)	-0,0596	0,095	-0,0582 (-0,247 ; 0,124)

Continua

Conclusión

Descripción	Parámetro	Modelo 6 (Causas externas)			Modelo 7 (Todas las demás causas)		
		Media	DE	Mediana (IC _{Cred95%})	Media	DE	Mediana (IC _{Cred95%})
Tasa.Alfab, año 2009	β_{78}	-0,1799	0,091	-0,1792 (-0,360 ; -0,004)*	-0,0970	0,096	-0,0971 (-0,283 ; 0,088)
Tasa.Alfab, año 2010	β_{79}	-0,0709	0,092	-0,0703 (-0,251 ; 0,110)	-0,0914	0,095	-0,0916 (-0,279 ; 0,093)
Tasa.Alfab, año 2011	β_{710}	-0,2382	0,093	-0,2391 (-0,419 ; -0,058)*	-0,0691	0,095	-0,0692 (-0,257 ; 0,118)
Tasa.Alfab, año 2012	β_{711}	-0,0825	0,094	-0,0820 (-0,268 ; 0,101)	-0,0635	0,094	-0,0631 (-0,246 ; 0,124)
Tasa.Alfab, año 2013	β_{712}	0,0257	0,093	0,0247 (-0,151 ; 0,207)	-0,0779	0,096	-0,0773 (-0,267 ; 0,110)
Tasa.Alfab, año 2014	β_{713}	0,0161	0,094	0,0159 (-0,166 ; 0,199)	-0,0678	0,096	-0,0683 (-0,257 ; 0,123)
Tasa.Alfab, año 2015	β_{714}	-0,0036	0,094	-0,0043 (-0,188 ; 0,184)	-0,0632	0,095	-0,0645 (-0,245 ; 0,124)
Varianza b_i (estructura CAR)	σ_b^2	0,00018	0,00002	0,00018 (0,00014 ; 0,00021)	0,00015	0,00002	0,00015 (0,00012 ; 0,00018)
	θ_1	1,00000	0,00001	1,00000 (1,00000 ; 1,00000)	1,00000	0,00004	1,00000 (0,99990 ; 1,00000)
	θ_2	0,00037	0,00007	0,00033 (0,00031 ; 0,00053)	0,00026	0,00009	0,00029 (0,00011 ; 0,00047)

Fuente: elaboración propia.

DE: Desviación estándar; IC_{cred95%}: intervalos de credibilidad del 95%; * Estadísticamente significativo (el intervalo de credibilidad del 95% no contiene el cero)

5.5 DISCUSIÓN DEL CAPITULO

En este capítulo se estudiaron las desigualdades sociales en la mortalidad (general y específica) de los municipios de la región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2005. Usando modelos jerárquicos Bayesianos que consideran la posible dependencia espacial y temporal de la mortalidad se correlacionaron datos de conteo de defunciones (ajustados por tamaño poblacional) con algunos indicadores socioeconómicos municipales (los presentados en la Tabla 44). Se encontraron asociaciones significativas entre los niveles de mortalidad y las condiciones socioeconómicas municipales. En general, el riesgo de mortalidad fue mayor en los municipios menos favorecidos y con menores niveles de desarrollo económico y social. Específicamente, la mayor carga de mortalidad se observó en los municipios más pequeños (categoría=0), menos desarrollados (menor IDM), más pobres (mayor NBI e IPM), con mayor déficit de vivienda, con menor cobertura en salud y menor tasa de alfabetismo. Estos resultados coinciden con diversas investigaciones realizadas por la OPS y por otros autores donde sistemáticamente se observan los peores indicadores de salud en los grupos y clases más desfavorecidas (154,227).

Son diversas las investigaciones sobre el tema de las desigualdades sociales en salud donde sus hallazgos muestran que la mortalidad general y diversas causas de muerte suelen concentrarse en las regiones más pobres y marginadas. En Colombia, las regiones con mayores niveles de pobreza y privación socioeconómica también tienen mayor riesgo de muerte reflejado en mayores tasas de mortalidad por diversas causas (47). El fenómeno que los pobres presentan peor estado de salud es mundial y con evidencia probatoria proveniente de países de ingresos bajos, medianos y altos (228).

En este capítulo se usaron algunos indicadores socioeconómicos como variables proxy de las condiciones de vida de las personas que en gran medida determinan su estado de salud y las oportunidades de llevar una vida saludable. Estos indicadores incluyen algunas dimensiones relacionadas con los determinantes sociales de la salud como las condiciones de vida, calidad de las viviendas, acceso a servicios públicos básicos, educación, ingresos, entre otros. Indicadores como el NBI e IPM generalmente son usados en estudios sobre DSS con diseños ecológicos relacionando las condiciones sociales y económicas de áreas geográficas con el estado de salud de dichos territorios.

En este estudio los niveles de mortalidad se asociaron con el IDM encontrando una tendencia promedio de mayor mortalidad general y específica en los municipios menos desarrollados ($\hat{\beta}_{2j} < 0$). Este resultado es consistente con lo reportado por la OPS en la región de las Américas para el periodo 2007-2009 donde se reportó un gradiente social en la mortalidad general de hombres y mujeres, siendo las tasas de mortalidad general mayores en los países menos desarrollados en comparación con los más desarrollados (228).

En este estudio también se encontró que las regiones más pobres, es decir con mayores niveles de NBI ($\hat{\beta}_{3j}>0$), IPM ($\hat{\beta}_{4j}>0$) y DEVI ($\hat{\beta}_{5j}>0$), también presentaron mayores niveles de mortalidad general y específica, resultado que es consistente con varios estudios nacionales.

Un estudio que analizó la mortalidad por causas externas en los municipios de Antioquia durante el periodo 2000-2010 y su asociación con las condiciones socioeconómicas de los municipios por medio de los indicadores NBI e IDH encontró un gradiente social negativo tanto en hombres como en mujeres, además de mayor riesgo de muerte por causas externas en los municipios más pobres (mayor NBI) y menos desarrollados (menor IDH) (47).

Otro estudio en el Valle del Cauca identificó desigualdades en la mortalidad por VIH y cáncer (próstata y útero) según dos indicadores socioeconómicos (NBI y valor agregado municipal) encontrando mayores tasas de mortalidad en los municipios con mayor índice de NBI (180).

Un estudio realizado en el departamento del Huila para determinar desigualdades en la mortalidad por causas específicas relacionadas con características socioeconómicas de sus municipios durante el periodo 2009-2013 encontró asociación entre mortalidad (cáncer gástrico, por enfermedades hipertensivas, homicidios y en la mortalidad en niñez) y las variables socioeconómicas evaluadas, con mayores tasas de mortalidad en los municipios menos favorecidos (con más baja cobertura en educación media y con mayores NBI) (179).

En municipios del eje cafetero de Colombia (departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda) también se encontró un estudio que comparó las desigualdades en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares (hipertensivas, isquémicas y cerebrovasculares) durante el periodo 2009-2011 con indicadores socioeconómicos de los municipios (NBI e PIB municipal per cápita) encontrando mayor riesgo de morir por enfermedad isquémica e hipertensiva en los municipios más pobres (mayor NBI) (179).

En los municipios del Pacífico colombiano la mayor carga de mortalidad general y específica fue evidente en las regiones con menor desarrollo económico y social como resultado de diversos fenómenos sociales, económicos, geográficos, culturales y políticos. En Colombia las regiones con mayor bienestar, más prosperas y desarrolladas y con mejores economías se encuentran en el centro del país, dentro del triángulo geográfico formado por sus tres principales ciudades (Bogotá, Medellín y Cali). Por el contrario, las regiones más pobres y rezagadas se ubican en la periferia del país (costa Caribe, región Pacífico, Orinoquia y Amazonia), alejadas del triángulo y donde se concentran las minorías (191,229).

Las regiones periféricas de Colombia que incluye a los departamentos de Chocó, Cauca y Nariño se caracterizan, entre otros, por presentar mayor concentración de pobreza, menores valores de PIB per cápita, menores recursos propios, mayores necesidades básicas insatisfechas, menor coberturas de servicios públicos básicos, mayores tasas de analfabetismo, mayor desplazamiento forzado, menor participación política y mayor corrupción, así como peores resultados en indicadores de salud como la tasa de mortalidad infantil y la esperanza de vida al nacer (191,229).

En la región Pacífico de Colombia se encontró predominio de municipios pequeños (91%) según su categorización basada en el número de habitantes e Ingresos Corrientes de Libre Destinación (ICLD). Además, en estos municipios pequeños se observó mayor riesgo de mortalidad general y específica en comparación con los municipios no pequeños (categoría=1) ($\hat{\beta}_{1j} < 0$). Aunque no se encontraron estudios en Colombia sobre DSS que hayan usado la “categoría del municipio” como variable independiente, esta asociación es plausible considerando que los municipios pequeños cuentan con menos recursos de inversión. Por ejemplo, algunos estudios han encontrado una relación inversa entre ingresos nacionales brutos de los países en las Américas e indicadores de mortalidad (228).

La categoría de municipio pequeño también se ve reflejada en la participación en el PIB nacional donde según cifras de las Cuentas Departamentales del DANE la mediana 2002-2015 fue de 0,4% para Chocó; 1,4% para Cauca; 1,5% para Nariño y 10,2% en Valle del Cauca. Estas cifras contrastan con la participación en el PIB nacional de otros departamentos como Antioquia (13,6%) o la capital del país, Bogotá D.C. (26,3%). En general, los departamentos de Cauca, Chocó y Nariño presentaron algunos de los menores PIB del país durante el periodo 1990-2009, mostrando así un fenómeno de persistencia de las brechas regionales en Colombia (191). Además en Colombia también se ha encontrado una tendencia de departamentos con menores PIB per cápita asociados con una mayor corrupción.

En este estudio se encontró gran variabilidad en todos los indicadores socioeconómicos de los municipios de la región Pacífico de Colombia, principalmente en el índice de NBI, DEVI y cobertura en salud (Figura 43 y Tabla 46). Esto puede ser explicado por las diferencias sociales y económicas de la región Pacífico de Colombia que se hacen visibles cuando se comparan diversos indicadores sociodemográficos de la región Pacífico como el IDH, NBI, hogares en situación de miseria y acceso a servicios públicos como acueducto público, energía y recolección de basuras, entre otros.

El Valle del Cauca es el tercer departamento más industrializado y desarrollado de Colombia, en contraste con Cauca, Chocó y Nariño que están entre los departamentos menos desarrollados del país. De acuerdo con el DNP, Colombia en 2005 registró un IDH de 0,78, siendo los más altos en Bogotá (0,83), Antioquia (0,80) y Valle del Cauca

(0,79) (206). Por el contrario, los menores IDH los presentaron los departamentos de Chocó (0,67), Nariño (0,72), Caquetá (0,73) y Cauca (0,73). Es decir que tres de los cuatro peores IDH departamentales de Colombia en 2005 se encontraban en la región Pacífico.

La variabilidad de las condiciones socioeconómicas en la región Pacífico también se percibe mediante el índice de NBI. En Colombia para el año 2005 el NBI fue de 19,3% indicando que aproximadamente uno de cada cinco hogares tenía al menos una necesidad relacionada con vivienda, hacinamiento, servicios públicos, dependencia económica y asistencia escolar (206). En 2005 en Colombia los departamentos con menores índices de NBI fueron Bogotá (6,6%), Quindío (11,8%) y Valle del Cauca (12,6%). Los departamentos de Cauca (23,3%) y Nariño (28,7%) se ubicaron en el tercer cuartil, mientras que Chocó presentó el peor NBI del país (67,1%).

Otro indicador que refleja las diferencias socioeconómicas de la región Pacífico es la proporción de hogares en situación de miseria (más de una NBI), siendo para Colombia en 2005 de 5,2%, en Valle del Cauca de 2,8%, en Cauca de 5,9%, en Nariño de 8,3% y en Chocó de 20,9% (206).

En cuanto a servicios públicos domiciliarios, la Encuesta Nacional de Salud en 2007 mostró que el acceso a acueducto público en Colombia fue del 81,2% y en los departamentos de la región Pacífico fue: para el Valle del Cauca de 93,7%; para Nariño del 63,0%; para Cauca de 44,9% y para Chocó de 40,6%. La recolección de basuras en las viviendas tuvo una cobertura del 81,4% en Colombia; 93,0% en Valle del Cauca; 78,4% en Nariño; 49,4% en Cauca; y 48,4% en Chocó (206).

En Colombia las brechas regionales y su dinámica seguramente se encuentran ligadas al proceso de descentralización fiscal desde inicios de la década de los 90 que trasladó las funciones administrativas y fiscales a los gobiernos locales, bajo el supuesto que los municipios conocían mejor sus prioridades de gastos. No obstante, algunos autores afirman que la descentralización perpetuó las brechas interregionales, pues las regiones más rezagadas carecen de capacidad institucional que se traduce, entre otros, en baja capacidad para generar y/o recaudar sus propios ingresos, pérdida del poder estatal y toma de él por grupos políticos o grupos armados, o mayores niveles de corrupción (191). De ahí, los departamentos de la periferia dependen más de recursos de la minería, transferencias y regalías, y por lo tanto poseen menor capacidad de inversión.

La región Pacífico es considerada la región más pobre de Colombia con una población importante de comunidades indígenas y afrocolombianos no reconocidas por la Nación. Esta es una región de contrastes que posee una gran riqueza natural y biodiversidad, pero también altos niveles de pobreza y desigualdades sociales en su población. A pesar de que hace algunas décadas estas comunidades lograron reconocimiento de sus derechos colectivos y la titulación de tierras, desde mitad de la

década de los 90's se vive un conflicto armado, confrontaciones, desplazamientos, homicidios y violencia por la expropiación de sus territorios. Los pueblos indígenas y afrocolombianos se han resistido a un modelo económico basado en la mega explotación minera, proyectos agroindustriales y la explotación de madera y recursos pesqueros a gran escala que solo traen efectos ambientales negativos para su región (51). Este contexto histórico sumado al abandono estatal en términos atrasos en infraestructura vial, energética y de servicios de saneamiento básico perpetúan la pobreza en esta región.

La evidencia que relaciona mejores condiciones sociales y económicas con mejores condiciones de salud se observa tanto en el nivel individual como poblacional. En general, entre más baja sea la condición socioeconómica de las personas peor es su estado de salud (228).

En este estudio el nivel educativo estuvo implícito en los indicadores municipales IDM, NBI, IPM y directamente en la tasa de alfabetismo (X_7). Con todos estos indicadores socioeconómicos los resultados fueron concordantes al observar mayores niveles de mortalidad asociados con bajos niveles educativos. Estos hallazgos coinciden con diversas investigaciones sobre DSS donde se han encontrado asociaciones entre el nivel educativo y tasas de mortalidad.

Un estudio sobre determinantes socioeconómicos de la mortalidad infantil en Colombia usando información del Censo DANE 1993 encontró mayor TMI en hogares donde los padres no tienen ningún grado de educación o donde hay carencia de servicio sanitario (188). Otro estudio examinó la contribución de causas específicas de muerte a las desigualdades en la mortalidad prematura en adultos (25-64 años), según el nivel educativo, para el periodo 1998-2007, encontrando mayores tasas ajustadas de mortalidad prematura en hombres y mujeres con educación primaria en comparación con personas con estudios superiores ($RR_{\text{hombres}} = 2,60$ IC95%: 2,56-2,64; $RR_{\text{mujeres}} = 2,36$, IC95%: 2,31-2,42), además la mortalidad mostró un claro gradiente con el nivel educacional (42).

También se encontraron investigaciones que estudiaron las inequidades en la mortalidad específica por cáncer (50,183) y cáncer de cérvix (184) según el nivel educativo. El estudio de De Vries et al. (183) examinó las tendencias 1998-2007 en las desigualdades de la mortalidad por cáncer según el nivel educativo (hasta primaria, secundaria y universitaria) en la población colombiana de 25-64 años encontrando grandes inequidades educativas en la mortalidad por cáncer, principalmente para cérvix (primaria vs universitaria: $RR = 5,75$), estomago ($RR_{\text{hombres}} = 2,56$ y $RR_{\text{mujeres}} = 1,98$) y pulmón ($RR_{\text{hombres}} = 1,64$ y $RR_{\text{mujeres}} = 1,32$). Otro estudio que evaluó las tendencias en la mortalidad por cáncer en Colombia encontró que durante el periodo 1998-2012 la tasa estandarizada de mortalidad por cáncer ($\times 100.000$) fue de 57,8 en mujeres y 48,9 en hombres. Sin embargo, las tasas de mortalidad fueron más altas en

los hombres y mujeres con menor nivel educativo (54,0 y 64,7; respectivamente) en comparación con aquellos de mayor nivel educativo (41,4 y 47,2) (50).

Un bajo nivel educativo es un factor de riesgo para mortalidad prematura, desnutrición infantil y embarazo en adolescentes. Un mejor nivel educativo se asocia con mejores condiciones y calidad de vida, por eso no sorprende que las familias con menor nivel educativo presenten en general peores resultados de salud. El nivel educativo es un determinante importante del estado de salud y la mortalidad, explicado parcialmente porque aumenta las oportunidades de mejores empleos, ingresos familiares y acceso a servicios de salud (228). Esto también es coherente con el hecho de que se observó un mayor nivel de mortalidad en los municipios con menos cobertura en salud.

La literatura muestra como el acceso a la atención en salud, la calidad de la atención y las respuestas de los servicios de salud incrementan el riesgo de enfermedades como las ENT (115,116,119). En Colombia el acceso a los servicios de salud determina la posibilidad de acceso a programas de detección temprana, diagnóstico, tratamiento y uso de medicamentos (57), lo que en parte puede explicar que las regiones con menos cobertura en salud tengan mayores tasas de mortalidad general y específica.

La principal limitación de este capítulo correspondió al uso de fuentes secundarias de la información en lo referente a defunciones, tamaños poblacionales, nacidos vivos e indicadores socioeconómicos. Cada una de estas variables seguramente enfrenta los problemas de los datos secundarios en cuanto a calidad y cobertura como se ha discutido en los capítulos anteriores. Se espera que las defunciones presenten menor calidad en los municipios más pequeños donde los certificados de defunción no siempre son diligenciados por médicos (47). No obstante el proceso de exploración de las defunciones generales en cada municipio y para el periodo de estudio le dio consistencia a esta información.

Otra limitación de este estudio está relacionada con el uso de un diseño ecológico con unidad de análisis el “municipio”. Dentro de los estudios ecológicos este capítulo puede ser clasificado de “grupos múltiples” donde se buscan asociaciones globales entre la incidencia de eventos e indicadores sociales y económicos (230). La unidad de agregación (municipio) es bastante gruesa, sin embargo en Colombia los datos de mortalidad e indicadores socioeconómicos solo se encuentran sistemáticamente a este nivel.

Otra limitación de este capítulo, similar al capítulo cuatro, esta relacionada con la medición transversal de las condiciones socioeconómicas para los 177 municipios con información del 2005, año en que fueron calculados la mayoría de los indicadores usando datos del último censo en Colombia al inicio de este estudio. Con esto, se asumió que las condiciones socioeconómicas de los municipios permanecieron constantes durante el periodo 2002-2015, lo cual seguramente no refleja de la realidad.

Finalmente, también se debe reconocer como limitación de este estudio el efecto de los bordes considerando que la región Pacífico limita al occidente con el océano Pacífico, al norte con el país de Panamá, al oriente con otros departamentos de Colombia (Antioquia, Risaralda, Quindío, Tolima, Huila, Caquetá y Putumayo) y al sur con el país de Ecuador. Es posible que los vecinos de la región Pacífico de Colombia tengan un efecto en la mortalidad que no fue considerado en este estudio.

La principal fortaleza de este estudio fue la integración de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), modelamiento estadístico Bayesiano, información de mortalidad e indicadores socioeconómicos para el estudio de las desigualdades geográficas en la región Pacífico de Colombia.

En este estudio se utilizaron técnicas de regresión espacio-temporal mediante un modelo de Poisson con estructura CAR que consideró la dependencia espacial en los datos además de un Proceso Gaussiano para capturar la tendencia temporal de los 14 años (231). A nuestro conocimiento este es el primer estudio sobre desigualdades sociales en la mortalidad en la región Pacífico, y su relación con indicadores socioeconómicos municipales, que usa modelos jerárquicos Bayesianos para el estudio espacial y temporal de la mortalidad durante un periodo de 14 años. Estos modelos fueron adecuados para correlacionar tasas de mortalidad con covariables (por ejemplo, indicadores socioeconómicos) considerando además la posible dependencia espacial y la tendencia temporal de los datos.

Conclusión

El análisis de las condiciones socioeconómicas en la región Pacífico de Colombia mostró mucha heterogeneidad con predominio de municipios pequeños en la región, además de observar las mejores condiciones sociales y económicas en el Valle del Cauca y las peores principalmente en Chocó. El Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas fue el indicador que mostró la mayor heterogeneidad en los municipios de la región.

En general, las tasas de mortalidad del periodo 2002-2015 fueron más altas en el Valle del Cauca con relación a la mortalidad general, neoplasias, enfermedades del sistema circulatorio, causas externas y todas las demás causas. En Chocó se observaron las mayores tasas de mortalidad 2002-2015 por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal, lo cual es coherente con su bajo nivel de desarrollo económico y social.

Las tasas de mortalidad anuales durante el periodo 2002-2015 mostraron tendencias descendentes para la mortalidad general, enfermedades transmisibles y causas externas.

Los modelos jerárquicos Bayesianos permitieron relacionar la mortalidad (general y específica) y las condiciones socioeconómicas de los municipios de la región Pacífico durante el periodo 2002-2015. En general, el riesgo de mortalidad fue mayor en los municipios menos favorecidos y con menores niveles de desarrollo económico y social. Específicamente, la mayor carga de mortalidad se observó en los municipios más pequeños (categoría=0), menos desarrollados (menor IDM), más pobres (mayor NBI e IPM), con mayor déficit de vivienda, con menor cobertura en salud y menor tasa de alfabetismo.

Los resultados de este estudio y la consistencia con investigaciones previas reportadas en la literatura permiten concluir que los municipios con peores condiciones sociales y económicas mostraron mayor riesgo de mortalidad general y específica en los municipios de la región Pacífico de Colombia. Las políticas públicas que implemente el gobierno nacional deben estar encaminadas a mejorar las condiciones de vida, sociales y económicas en la región Pacífico, especialmente en los municipios del departamento de Chocó.

REFERENCIAS

1. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993 [Internet]. Ministerio de Salud y Protección Social, República de Colombia 1993 p. 1–19. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
2. Elizaga JC. Métodos demográficos para el estudio de la mortalidad [Internet]. Segunda ed. Santiago de Chile: Centro Latinoamericano de Demografía; 1972. 204 p. Available from: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/7414>
3. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales: División de Estadística. Principios y recomendaciones para un sistema de estadísticas vitales. Inf estadísticos [Internet]. 2014;(19):15. Available from: <http://unstats.un.org/unsd/Demographic/standmeth/principles/M19Rev3es.pdf>
4. Comissão Econômica para América Latina e Caribe C. Mortality in Latin America: a favourable but heterogeneous trend. Obs demográfico [Internet]. 2007;(4):27–43. Available from: <https://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/33269/od-4-mortalityinla.pdf>
5. CELADE. Los datos demográficos. Alcances, limitaciones y métodos de evaluación. Manuales [Internet]. 2014;87:77. Available from: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37145/S1420555_es.pdf?sequence=1
6. McKeown RE. The Epidemiologic Transition: Changing Patterns of Mortality and Population Dynamics. Am J Lifestyle Med. 2009;3(1 Suppl.):19S–26S.
7. Organización Panamericana de la Salud. Transición demográfica en las Américas. Boletín Epidemiológico [Internet]. 1994;15(1):45–8. Available from: <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/32187/18847.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. Frenk J, Frejka T, Bobadilla JL, Lozano R, Sepúlveda J. La transición epidemiológica en América Latina. Boletín la Of Sanit Panam [Internet]. 1991;6(111):485–96. Available from: <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/16560/v111n6p485.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. Caicedo V, Serna S, Uribe G, Grisales R. Causas de mortalidad en jóvenes y su contribución al cambio en la esperanza de vida, Medellín, 1989-1999. Rev Fac Nac Salud Pública. 2004;22(1):23–34.
10. Acosta K, Romero J. Cambio recientes en las principales causas de mortalidad en Colombia. Doc Trab Sobre Econ Reg [Internet]. 2014;209. Available from: <http://www.banrep.gov.co/es/dtser-209>
11. Dirección de Censos y Demografía. Estadísticas Vitales. [Internet]. Bogotá, D.C.; 2009. Available from: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Estadisticas_vitales.pdf
12. Organización Panamericana de la Salud (OPS). CIE-10 clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud [Internet]. Vol. 2, 554. Washington, D.C.; 2003. 179 p. Available from: <http://ais.paho.org/classifications/Chapters/pdf/Volume2.pdf>
13. PAHO. New PAHO List 6/67 for Tabulation of ICD-10 Mortality Data. Epidemiol Bull [Internet]. 1999;20(3):4–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10687273>
14. Restrepo A, Robledo J, Leiderman E, Restrepo M, Botero D, Bedoya V. Enfermedades infecciosas. 6th ed. Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB), editor. Medellín; 2003. 830 p.
15. Martínez Cabrera MB. Codificación del sistema circulatorio [Internet]. FESITESS ANDALUCÍA, editor. 29007 Málaga; 2011. 120 p. Available from: <https://studylib.es/doc/7464481/codificación-del-sistema-circulatorio>
16. Ministerio de Salud y protección Social. Dirección de Epidemiología y Demografía. Grupo ASIS. Análisis de Situación de Salud (ASIS) Colombia, 2016. 2016;1–163. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/asis-colombia-2016.pdf>
17. Moreno-Altamirano A, López-Moreno S, Corcho-Berdugo A. Principales medidas en epidemiología. Salud Publica Mex. 2000;42(4):337–48.
18. Dávila CA, Pardo AM, Pardo AM. Mortalidad por suicidios en Colombia y México: tendencias e impacto entre 2000 y 2013. Biomédica [Internet]. 2016;36(3):415–22. Available from: <http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/3224>
19. OMS. Las 10 principales causas de defunción [Internet]. [cited 2017 Sep 11]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/es/>
20. Di Cesare M. El perfil epidemiológico de América Latina y el Caribe: desafíos, límites y

- acciones. CEPAL Colección Doc Proy [Internet]. 2011;63. Available from: <http://archivo.cepal.org/pdfs/2011/S2011938.pdf>
21. Evans R, Pérez J, Bonilla R. Análisis de la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares en Costa Rica entre los años 1920-2009. *Arch Cardiol México* [Internet]. 2016;86(4):358–66. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1405994016300404>
 22. Hernández H, Macías G. Análisis de la tendencia temporal de la mortalidad por diabetes mellitus en Argentina, 1990-2013. *Rev Panam Salud Publica*. 2017;41(5):1–7.
 23. Cardona Arango D, Escané G, Fantín MA, Peláez E. Mortalidad por causas externas: un problema de salud pública. Argentina, Chile y Colombia. 2000-2008. *Población y Salud en Mesoamérica*. 2013;10(2):1–13.
 24. Cardona D, Peláez E, Aidar T, Ribotta B, Álvarez M. Mortalidad por causas externas en tres ciudades latinoamericanas: Córdoba (Argentina), Campinas (Brasil) y Medellín (Colombia), 1980-2005. *Rev Bras Estud Popul*. 2008;25(2):335–52.
 25. Cardona AMS, Arango DC, Fernández DYB, Martínez AA. Mortality in traffic accidents with older adults in Colombia. *Rev Saude Publica* [Internet]. 2017;51:21. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102017000100216&lng=en&nrm=iso&tlng=en%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28355347%5Cnhttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5344075
 26. Chaparro-Narváez P, Cotes-Cantillo K, León-Quevedo W, Castañeda-Orjuela C, Castañeda-Orjuela C. Mortalidad por homicidios en Colombia, 1998-2012. *Biomédica* [Internet]. 2016;36(4):572. Available from: <http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/2811>
 27. Bravo LE, García LS, Carrascal E, Rubiano J. Burden of breast cancer in Cali, Colombia: 1962-2012. *Salud Publica Mex*. 2014;56(5):448–56.
 28. Maria Virgínio de Sousa A, Carla Alves Teixeira C, da Silva Medeiros S, Jucinara Claudino Nunes S, Tuani Cândido de Oliveira Salvador P, Magali Bezerra de Barros R, et al. Mortalidade por câncer do colo do útero no estado do Rio Grande do Norte, no período de 1996 a 2010: tendência temporal e projeções até 2030. *Epidemiol e Serviços Saúde* [Internet]. 2016;25(2):1–2. Available from: http://www.iec.pa.gov.br/template_doi_ess.php?doi=10.5123/S1679-49742016000200311&scielo=S2237-96222016000200311
 29. Cardona D, Agudelo HB. Tendencias de mortalidad en población adulta, Medellín 1994-2003. *Biomédica* [Internet]. 2007;27(5):352–63. Available from: <https://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/198/188::pdf>
 30. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) Colombia. Proyecciones de población municipales por área 2005-2020 [Internet]. 2011 [cited 2017 Sep 11]. Available from: <https://goo.gl/5Ghk8n>
 31. Mikkelsen L, Lopez A. The University of Melbourne [Internet]. [cited 2017 Nov 17]. Available from: <http://mspgh.unimelb.edu.au/dataforhealth/resources>
 32. Naghavi M, Wang H, Lozano R, Davis A, Liang X, Zhou M, et al. Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990-2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* [Internet]. 2015;385(9963):117–71. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61682-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61682-2)
 33. Phillips DE, Lozano R, Naghavi M, Atkinson C, Gonzalez-Medina D, Mikkelsen L, et al. A composite metric for assessing data on mortality and causes of death: the vital statistics performance index. *Popul Health Metr* [Internet]. 2014;12(1):14. Available from: <http://pophealthmetrics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1478-7954-12-14>
 34. Draper NR, Smith H. Applied regression analysis. Second. John Wiley & Sons, editor. New York; 1981.
 35. Seber GAF, Lee AJ. Linear Regression Analysis. Second. Wiley Series in Probability and Statistics, editor. 2003. 582 p.
 36. Paulino C., Turkman M, Murteira B. Estatística Bayesiana. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, editor. 2003. 446 p.
 37. Bernardo JM, Smith AFM. Bayesian Theory. Wiley, editor. New York; 1994.
 38. Gelfand AE, Smith AFM. Sampling-based approaches to calculating marginal densities. *J Am Stat Assoc*. 1990;85(410):398–409.
 39. Chib S, Greenberg E. Understanding the Metropolis-Hastings Algorithm. *Am Stat*. 1995;49(4):327–35.
 40. Spiegelhalter D, Thomas A, Best N, Lunn D. WinBUGS User Manual. Cambridge. United Kingdom: MRC Biostatistics Unit.; 2003.

41. Spiegelhalter DJ, Best NG, Carlin BP, Van Der Linde A. Bayesian measures of model complexity and fit. *J R Stat Soc Ser B Stat Methodol.* 2002;64(4):583–616.
42. Arroyave I, Burdorf A, Cardona D, Avendano M. Socioeconomic inequalities in premature mortality in Colombia, 1998-2007: The double burden of non-communicable diseases and injuries. *Prev Med (Baltim).* 2014;64:41–7.
43. Dirección de Epidemiología y Demografía. Grupo ASIS. Análisis de Situación de Salud según regiones Colombia [Internet]. Ministerio de Salud y Protección Social, República de Colombia. 2013. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/Documentos y Publicaciones/Análisis de situación de salud por regiones.pdf>
44. González M. Mortalidad por enfermedades cardiovasculares en Colombia de 1990 a 2001. In: *Inf Quinc Epidemiol Nac* [Internet]. Bogotá, D.C.; 2007. p. 145–87. Available from: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Paginas/IQEN.aspx>
45. Chará Ordóñez WD. Las víctimas del conflicto armado interno en Colombia, 1985-2015. *Anu del Conflicte Soc 2015* [Internet]. 2015;1985–2015. Available from: <http://revistes.ub.edu/index.php/ACS/article/viewFile/16002/19048><http://revistes.ub.edu/index.php/ACS/article/viewFile/16002/19048>
46. Organización Panamericana de la Salud. *Salud en las Americas 2007 Volumen I - Regional. No 622* [Internet]. 2007;(622):482. Available from: http://www.paho.org/cor/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=256&Itemid=
47. Caicedo-Velásquez B, Álvarez-Castaño LS, Marí-Dell’Olmo M, Borrell C. Evolución de las inequidades en mortalidad por causas externas entre los municipios de Antioquia (Colombia). *Gac Sanit.* 2016;30(4):279–86.
48. Sorenson SB. Gender disparities in injury mortality: Consistent, persistent, and larger than you’d think. *Am J Public Health.* 2011;101(SUPPL. 1):353–8.
49. Moura EC de, Gomes R, Falcão MTC, Schwarz E, Neves ACM das, Santos W. Gender inequalities in external cause mortality in Brazil, 2010. *Cien Saude Colet* [Internet]. 2015;20(3):779–88. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232015000300779&lng=en&tlng=en
50. De Vries E, Arroyave I, Pardo C. Time trends in educational inequalities in cancer mortality in Colombia , 1998-2012. *BMJ Open.* 2016;7:1–10.
51. Cento Interdisciplinario de Estudios de la Región Pacífico Colombiana. *Sobre la Región Pacífica colombiana.* In: *Ethos Regional* [Internet]. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente; 2014. p. 1–22. Available from: <https://www.uao.edu.co/sites/default/files/Ethos Regional 11a edición.pdf>
52. Gonzalez MA, Martin L, Munoz S, Jacobson JO. Patterns, trends and sex differences in HIV/AIDS reported mortality in Latin American countries: 1996-2007. *BMC Public Health* [Internet]. 2011;11(1):605. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3173348&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
53. Rodríguez García J. Desigualdades socioeconómicas entre departamentos y su asociación con indicadores de mortalidad en Colombia en 2000. *Rev Panam Salud Pública.* 2007;21(2–3):111–24.
54. DANE, Dirección de Censos y Demografía., Ministerio de la Protección Social. *La Mortalidad Materna y Perinatal en Colombia en los albores del siglo XXI. Estimación del Subregistro de nacimientos y defunciones y estimaciones ajustadas de nacimientos, mortalidad materna y perinatal por departamentos.* 2006;46. Available from: <http://docplayer.es/40107048-Estudio-la-mortalidad-materna-y-perinatal-en-colombia-en-los-albores-del-siglo-xxi.html>
55. Banco Interamericano de Desarrollo. *Inventario de los registros civiles e identificación de América Latina Y El Caribe* [Internet]. 2010. Available from: https://publications.iadb.org/handle/11319/3118?locale-attribute=es&scope=123456789/8&thumbnail=false&rpp=5&page=1&group_by=none&etal=0&filtertype_0=country_en&filtertype_1=author&filter_0=Honduras&filter_relational_operator_1=equals&filter_1=Arcos+Axt%25
56. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) Colombia. *Proyecciones de población 2005-2020. Colombia: tablas abreviadas de mortalidad nacionales y departamentales 1985-2020* [Internet]. 2007 [cited 2018 May 31]. Available from: www.dane.gov.co
57. Martínez JC. Factores asociados a la mortalidad por enfermedades no transmisibles en Colombia, 2008-2012. *Biomédica.* 2016;36:535–46.

58. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe 2015 [Internet]. 2015. Available from: http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/PR_Global_MDG09_SP.pdf
59. Urdinola BP, Velasco JA. The Homicide Atlas in Colombia: Contagion and Under-Registration for Small Areas. *Cuad Geogr Rev Colomb Geogr.* 2017;26(1):101–18.
60. Grisales H, Caicedo B, Serna C, Diana U. Causas de mortalidad en jóvenes y su contribución al cambio en la esperanza de vida: Cali, 1989-1999. *Colomb Médica.* 2005;36(2):85–93.
61. Restrepo JA, Bravo LE, García-Perdomo HA, García LS, Collazos P, Carbonell J. Incidencia, mortalidad y supervivencia al cáncer de próstata en Cali, Colombia, 1962-2011. *Salud Publica Mex.* 2014;56(5):440–7.
62. Piñeros M, Gamboa O, Suárez A. Mortalidad por cáncer infantil en Colombia durante 1985 a 2008. *Rev Panam Salud Pública [Internet].* 2011;30(1):15–21. Available from: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v30n1/v30n1a03>
63. Vidal C, Hoffmeister L, Biagini L. Tendencia de la mortalidad por cáncer de cuello uterino en Chile: aplicación de modelos de regresión joinpoint. *Rev Panam Salud Pública [Internet].* 2013;33(6):407–13. Available from: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v33n6/04.pdf>
64. Dipierri JE, Acevedo NE, Adrian Bronberg R. Mortalidad infantil por malformaciones congénitas en Chile: análisis temporal y espacial, 1997- 2011. *Rev Panam Salud Publica [Internet].* 2015;38(5):380–7. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=112855193&lang=es&site=ehost-live>
65. Arnesi N, Hachuel L, Prunello M. Uso del enfoque bayesiano para la estimación y proyección de tasas. *Rev Panam Salud Publica.* 2015;38(4):286–91.
66. Molinatti F, Acosta D. Tendencias de la mortalidad por agresiones en mujeres de países seleccionados de América Latina , 2001 – 2011. *Rev Panam Salud Publica.* 2015;37(1):279–86.
67. Tumas N, Niclis C, Osella A, Díaz P. Tendencias de mortalidad por cáncer de mama en Córdoba, Argentina, 1986-2011: algunas interpretaciones sociohistóricas. *Rev Panam Salud Publica.* 2015;37(4/5):330–6.
68. Aragon DC. Modelos de séries temporais de dados de contagem baseados na distribuição Poisson Dupla. Universidade de São Paulo; 2016.
69. Cryer JD, Chan K-S. Time series analysis. With Applications in R. Second. Casella G, Fienberg S, Olkin I, editors. *European Journal of Operational Research.* New York, NY 10013, USA: Springer; 2008. 501 p.
70. Instituto Nacional de Cancerología E.S.E. Análisis de la Situación del Cáncer en Colombia 2015. Primera ed. Bogotá DC: Instituto Nacional de Cancerología ESE; 2017.
71. Wongkoon S, Pollar M, Jaroensutasinee M, Jaroensutasinee K. Predicting DHF Incidence in Northern Thailand using Time Series Analysis Technique. *Proc World Acad Sci Eng Technol Vol 26, Parts 1 2, December 2007.* 2007;26(1 & 2):216–20.
72. Silawan T, Singhasivanon P, Kaewkungwal J, Nimmanitya S, Suwonkerd W. Temporal patterns and forecast of dengue infection in Northeastern Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2008;39(1):90–8.
73. Martinez EZ, Silva EAS da, Fabbro ALD. A SARIMA forecasting model to predict the number of cases of dengue in Campinas, State of São Paulo, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop [Internet].* 2011;44(4):436–40. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21860888>
74. Martinez EZ, Silva EAS da. Predicting the number of cases of dengue infection in Ribeirão Preto, São Paulo State, Brazil, using a SARIMA model. *Cad Saude Publica [Internet].* 2011;27(9):1809–18. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2011000900014&lng=en&tlng=en
75. Gharbi M, Quenel P, Gustave J, Cassadou S, Ruche GL, Girdary L, et al. Time series analysis of dengue incidence in guadeloupe, french west indies: Forecasting models using climate variables as predictors. *BMC Infect Dis [Internet].* 2011;11(1):166. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2334/11/166>
76. Johansson MA, Reich NG, Hota A, Brownstein JS, Santillana M. Evaluating the performance of infectious disease forecasts: A comparison of climate-driven and seasonal dengue forecasts for Mexico. *Sci Rep.* 2016;6(August):1–11.
77. Cortes F, Turchi Martelli CM, Arraes de Alencar Ximenes R, Montarroyos UR, Siqueira Junior JB, Gonçalves Cruz O, et al. Time series analysis of dengue surveillance data in two Brazilian cities. *Acta Trop.* 2018;182(March):190–7.

78. Porras Ramirez A, Buitrago JIG, Pimentel González JP, Herrera Morales A, Carrasquilla G. Frequency and tendency of malaria in Colombia, 1990 to 2011: A descriptive study. *Malar J*. 2014;13(1):1–6.
79. Liu Q, Liu X, Jiang B, Yang W. Forecasting incidence of hemorrhagic fever with renal syndrome in China using ARIMA model. *BMC Infect Dis [Internet]*. 2011;11(1):218. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2334/11/218>
80. Bras AL, Gomes D, Filipe PA, De Sousa B, Nunes C. Trends, seasonality and forecasts of pulmonary tuberculosis in Portugal. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2014;18(10):1202–10.
81. Luz PM, Mendes BVM, Codeço CT, Struchiner CJ, Galvani AP. Time series analysis of dengue incidence in Rio de Janeiro, Brazil. *Am J Trop Med Hyg [Internet]*. 2008;79(6):933–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19052308>
82. Rúa-Uribe GL, Suárez-Acosta C, Chauca J, Ventosilla P, Almanza R. Modelado del efecto de la variabilidad climática local sobre la transmisión de dengue en Medellín (Colombia) mediante análisis de series temporales. *Biomédica [Internet]*. 2013;33(Supl.1):142–52. Available from: [http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/1444](http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/1444%5Cnhttp://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84890848410&partnerID=tZOtx3y1%5Cnhttp://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/1444)
83. Wangdi K, Singhasivanon P, Silawan T, Lawpoolsri S, White NJ, Kaewkungwal J. Development of temporal modelling for forecasting and prediction of malaria infections using time-series and ARIMAX analyses: A case study in endemic districts of Bhutan. *Malar J*. 2010;9(1):1–9.
84. Jiang H, Livingston M, Room R, Dietze P, Norström T, Kerr WC. Alcohol consumption and liver disease in Australia: A time series analysis of the period 1935–2006. *Alcohol Alcohol*. 2014;49(3):363–8.
85. Razvodovsky YE. Fraction of stroke mortality attributable to alcohol consumption in Russia. *Adicciones [Internet]*. 2014;26(2):126–33. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25225729>
86. Earnest A, Chen MI, Ng D, Leo YS. Using autoregressive integrated moving average (ARIMA) models to predict and monitor the number of beds occupied during a SARS outbreak in a tertiary hospital in Singapore. *BMC Health Serv Res*. 2005;5:1–8.
87. Parvareh M, Karimi A, Rezaei S, Woldemichael A, Nili S, Nouri B, et al. Assessment and prediction of road accident injuries trend using time-series models in Kurdistan. *Burn Trauma*. 2018;6(1):1–8.
88. Breve O. Evolución de la mortalidad por homicidio en Medellín (Colombia), 1975–2003. *Gac Sanit*. 2005;19(3):2003–6.
89. Rodríguez M de los A. Variación estacional de la mortalidad por homicidio en Colombia, 1985 a 2001. *Colomb Med*. 2008;39(2):154–60.
90. Zhang X, Pang Y, Cui M, Stallones L, Xiang H. Forecasting mortality of road traffic injuries in China using seasonal autoregressive integrated moving average model. *Ann Epidemiol*. 2015;25(2):101–6.
91. Yousefzadeh-Chabok S, Ranjbar-taklimie F, Malekpouri R, Razzaghi A. A Time Series Model for Assessing the Trend and Forecasting the Road Traffic Accident Mortality. *PubMed Cent*. 2016;5(14):0–5.
92. Rosa Fernández-Pacheco P.A. de la, Delfrade Osinaga J., Floristán Floristán Y., Teixeira Álvarez R. M-IC. Evolución de la mortalidad por accidentes de transporte en Navarra durante 1999 - 2013. Características de las personas y vehículos involucrados. *An Sist Sanit Navar [Internet]*. 2016;39(3):389–97. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272016000300006
93. Tamayo R, Rodríguez HY. Una revisión de los modelos de volatilidad estocástica. *Comun en Estadística*. 2010;3(1).
94. Achcar JA, Bonette LR, Azzolini Junior W. Use of Stochastic Volatility Models in the Variability of Passengers and Cargo Transport in Some Airports in São Paulo State, Brazil. *Pesqui Operacional*. 2017;37(1):173–92.
95. Box GEP, Jenkins GM, Reinsel GC. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Third Edit. Prentice Hall, editor. Prentice Hall; 1994.
96. Engle RF. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*. 1982;50(4 (July)):987–1007.
97. Bollerslev T. Generalized autoregressive conditional heterosdasticity. *J Econom*. 1986;31:307–327.

98. Taylor SJ. Financial Returns Modelled by the Product of Two Stochastic Processes: A Study of Daily Sugar Prices 1961-79. Anderson OD, editor. N. Shephard (Ed.), *Stochastic volatility: Selected readings*. North-Holland, Amsterdam: Oxford University Press; 1982. 203–226 p.
99. Tauchen BYGE, Pitts M. The price variability-volume relationship on speculative markets. *Econometrica*. 1983;51(2):485–505.
100. Bollerslev T. Modelling the Coherence in Short-Run Nominal Exchange Rates : A Multivariate Generalized Arch Model. *Rev Econ Stat*. 1990;72(3 (Aug)):498–505.
101. Bollerslev T, Chou RY, Kroner KF. ARCH modeling in finance: A review of the theory and empirical evidence. *J Econom*. 1992;52(1–2, April–May):5–59.
102. Engle R. GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics. *J Econ Perspect*. 2001;15(4):157–68.
103. Kim S, Shephard N, Louis S. Stochastic Volatility : Likelihood Inference and Comparison with ARCH Models. *Rev Econ Stud*. 1998;65:361–93.
104. Taylor SJ. Modelling stochastic volatility: a review and comparative study. *Math Financ*. 1994;4(2):183–204.
105. Ghysels E, Harvey AC, Renault E. Stochastic Volatility. In: Rao CR, Maddala G., editors. *Statistical methods in finance*. Amsterdam: North-Holland; 1996. p. 119–91.
106. Shephard N. Statistical aspects of ARCH and stochastic volatility. D.R. Cox DVH and OEB-N, editor. *Time Series Models in Econometrics, Finance and Other Fields*. London: Chapman and Hall; 1996. 1–67 p.
107. Smith AFM, Roberts GO. Bayesian Computation Via the Gibbs Sampler and Related Markov Chain Monte Carlo Methods. *J R Stat Soc Ser B*. 1993;55(1):3–23.
108. Meyer R, Yu J. BUGS for a Bayesian analysis of stochastic volatility models of Stochastic Volatility Models. *Econom J*. 2000;3(2):198–215.
109. Morettin P, Tolo C. *Previsão de séries temporais*. 2nd ed. Atual, editor. São Paulo; 1987. 136 p.
110. Montgomery DC, Jennings CL, Kulahcil M. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.; 2008. 469 p.
111. Ho SL, Xie M. The use of ARIMA models for reliability forecasting and analysis. *Comput Ind Eng*. 1998;35(1-2 (Oct)):213–6.
112. Rosselli D, Tarazona N, Aroca A. La salud en Colombia 1953-2013: Un análisis de estadísticas vitales. *Rev Med*. 2014;36(2):120–35.
113. OMS. Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles 2010. Resumen de orientación [Internet]. Ginebra 27, Suiza: Organización Mundial de la Salud; 2011. Available from: https://www.who.int/nmh/publications/ncd_report_summary_es.pdf?ua=1
114. OMS. Global Health Estimates 2015: Estimated deaths by cause, 2000 and 2015 [Internet]. [cited 2017 Sep 15]. Available from: https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates/en/
115. Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud. *Enfermedades no transmisibles en las Américas: Construyamos un futuro más saludable* [Internet]. Washington, DC. Washington, D.C.: OPS; 2011. Available from: https://www.paho.org/col/index.php?option=com_docman&view=download&alias=1063-entamericas2011&category_slug=publicaciones-ops-oms&Itemid=688
116. González M. Mortalidad por enfermedades crónicas no transmisibles en Colombia de 1990 a 2001. In: *Inf Quinc Epidemiol Nac* [Internet]. Bogotá, D.C.: Instituto Nacional de Salud; 2007. p. 113–49. Available from: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Paginas/IQEN.aspx>
117. Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles [Internet]. OPS. Ginebra 27, Suiza; 2014. Available from: <https://www.who.int/nmh/publications/ncd-status-report-2014/es/>
118. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. *Salud en las Américas. Resumen: panorama regional y perfiles de país* [Internet]. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud; 2017. 260 p. Available from: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/34322>
119. Lurán Rivero A, López López E, Pinilla Guevara C. Situación de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en seis regiones de Colombia, 1996- 2005. In: *Inf Quinc Epidemiol Nac* [Internet]. Bogotá, D.C.: Instituto Nacional de Salud; 2008. p. 193–211. Available from: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Paginas/IQEN.aspx>
120. Chaparro-Narváez P, Castañeda-Orjuela C, León-Quevedo W, De La Hoz-Restrepo F. Cardiovascular Disease Mortality among Under 75 Years Old Population: An Analysis in Colombia of 1998-2011 Period. *Int J Heal Sci Res*. 2015;5(5):325–38.

121. Cortés A, Bravo LE, García LS, Collazos P. Incidencia, mortalidad y supervivencia por cáncer colorrectal en Cali, Colombia, 1962-2012. *Salud Publica Mex.* 2014;56(5):457–64.
122. Piñeros M, Gamboa O, Hernández-Suárez G, Pardo C, Bray F. Patterns and trends in cancer mortality in Colombia 1984-2008. *Cancer Epidemiol.* 2013;37(3):233–9.
123. Pardo C, De Vries E, Buitrago L, Gamboa Ó. Atlas de Mortalidad por cancer Colombia [Internet]. Cuarta. Bogotá: Instituto Nacional de Cancerología; 2017. 120 p. Available from: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Atlas+de+Mortalidad+por+Cancer+Colombia+1990#0>
124. Pardo C, Cendales R. Incidencia, mortalidad y prevalencia de Cáncer en Colombia 2007-2011 [Internet]. Vol. 1, Instituto Nacional De Cancerología. 2015. 148 p. Available from: <http://www.cancer.gov.co/files/libros/archivos/incidencia1.pdf>
125. Nelson E, Arias O. Registros poblacionales de cáncer: avances en Colombia , Chile y Brasil. *Rev Fac Nac Salud Pública.* 2013;31(1):127–35.
126. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Estado de salud de la población. Prevención y control de las enfermedades no transmisibles [Internet]. *Salud en las Americas+*. 2017 [cited 2018 Sep 15]. p. 1–15. Available from: https://www.paho.org/salud-en-las-americas-2017/?post_t_es=prevencion-y-control-de-las-enfermedades-no-transmisibles&lang=es
127. Ferlay J, Soerjomataram I, Dikshit R, Eser S, Mathers C, Rebelo M, et al. Cancer incidence and mortality worldwide: Sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int J Cancer.* 2015;136(5):E359–86.
128. Rodríguez J, Ruiz F, Peñaloza E, Eslava J, Gómez L, Sánchez H, et al. Encuesta Nacional de Salud 2007. Resultados Nacionales [Internet]. 1ra ed. Bogotá: Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas (JAVEGRAF); 2009. 1–343 p. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/Documentos y Publicaciones/ENCUESTA NACIONAL.pdf>
129. Ministerio de la Protección Social. República de Colombia. Estudio Nacional De Consumo De Sustancias Psicoactivas En Colombia 2008. Informe final [Internet]. Bogotá D.C.: Editora Guadalupe S.A.; 2009. 1–149 p. Available from: <http://www.odc.gov.co/Portals/1/publicaciones/pdf/consumo/estudios/nacionales/CO03272008-estudio-nacional-consumo-sustancias-psicoactivas-colombia-2008-.pdf>
130. Gomez, Alfonso M de J y derecho, Ruiz Gomez F, Bo Mathiasen R de la O de las NU contra la droga y el D. Estudio Nacional De Consumo De Sustancias Psicoactivas En Colombia 2013. Informe final [Internet]. Ministerio de Justicia y del Derecho - Observatorio de Drogas de Colombia y el Ministerio de Salud y Protección Social. Bogotá, D.C.: ALVI Impresores S.A.S.; 2013. 1–182 p. Available from: https://www.unodc.org/documents/colombia/2014/Julio/Estudio_de_Consumo_UNODC.pdf
131. De La Villa Moral Jiménez M, Díaz FJR, Ruiz CS, Del PE, Una CA, Martínez-Mantilla J a., et al. Estudio nacional de consumo de sustancias psicoactivas en poblacion escolar colombia - 2011 1. *Rev Colomb Psiquiatr* [Internet]. 2013;1(2):52–8. Available from: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Estudio+Nacional+de+consumo+de+sustancias+psicoactivas+en+adolescentes+en+conflicto+con+la+ley#0%5Cnhttp://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034745014600287%5Cnhttp://www.enlinea.cij>
132. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional ENSIN 2015 [Internet]. 2015. Available from: <https://www.nocomasmentiras.org/wp-content/uploads/2017/12/Resultados-ENSIN-2015.pdf>
133. Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud. Indicadores Básicos 2016. Situación de Salud en las Américas. Ginebra [Internet]. 2016;9. Available from: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/31288>
134. Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Universidad de Antioquia, OPS, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional de Colombia, 2005 [Internet]. ENSIN. Bogotá: Panamericana Firms e Impresos S.A.; 2006. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/Ensin 2005.pdf>
135. Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Bienestar Familiar, Ministerio de la Protección Social. Encuesta Nacional de la Situación nutricional en Colombia 2010 - ENSIN [Internet]. Ensin. Bogotá D.C.: <https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/resumenfi.pdf>; 2011. 1–513 p. Available from: <https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/resumenfi.pdf>
136. Piñeros M, Pardo C. Actividad física en adolescentes de cinco ciudades colombianas: resultados de la Encuesta Mundial de Salud a Escolares. *Rev Salud Pública* [Internet]. 2010;12(6):903–14. Available from: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-

- 00642010000600003&Ing=es&nrm=iso&tIng=es
137. Cardona Arango D, Medina-Pérez ÓA, Cardona Duque DV. Caracterización del suicidio en Colombia, 2000-2010. *Rev Colomb Psiquiatr* [Internet]. 2016;45(3):170–7. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034745015001584>
 138. Jaramillo-Mejía MC. Situación de la Mortalidad Infantil en Colombia [Internet]. Universidad de Granada. Tesis Doctorales; 2016. 293 p. Available from: <https://hera.ugr.es/tesisugr/26329748.pdf>
 139. Ministerio de Salud y Protección Social, Fondo de Población de las Naciones Unidas. Panorama del VIH-SIDA en Colombia 1983-2010: un análisis de situación. 2012;(1):1–126. Available from: https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/observatorio_vih/documentos/monitoreo_evaluacion/1_vigilancia_salud_publica/b_estudios_comportamiento/PANORAMAVIHCOL_WEB.pdf
 140. Ministerio de Salud y Protección Social. Resumen de situación de la epidemia por VIH/Sida en Colombia 1983 a 2011. 2012;15. Available from: https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/observatorio_vih/documentos/monitoreo_evaluacion/1_vigilancia_salud_publica/a_situacion_epidemiologica/RESUMEN EPIDEMIA VIH FINAL 21 mayo_2012.pdf
 141. Ministro de Salud y Protección Social. Boletín epidemiológico, situación del VIH/Sida. Colombia 2013 [Internet]. MinSalud. 2013. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/Documents y Publicaciones/BOLETIN EPIDEMIOLOGICO VIH 1983-2012.pdf>
 142. Arrivillaga-Quintero M, Pérez-Flórez M, Borrero-Ramírez YE, Cecilia-Zea M, Holguín-Ruiz J, Ross MW. ¿Qué es primero: desigualdades o inequidades? A propósito del caso de la mortalidad por VIH/ sida en Cali, Colombia (1986-2012). *Gerenc y Políticas Salud* [Internet]. 2017;15(31):216–31. Available from: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/gerepolsal/article/view/18233>
 143. Congreso de la República de Colombia. Ley 1355 de 2009 que define la obesidad y enfermedades crónicas no transmisibles como prioridad en salud pública [Internet]. Colombia; 2009. Available from: https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/ley_1355_2009.htm
 144. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Informe sobre control del tabaco en la región de las Américas: A 10 años del Convenio Marco de la Organización Mundial de la Salud para el Control del Tabaco [Internet]. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud; 2016. 1–148 p. Available from: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/28380>
 145. Ardila E. Las enfermedades crónicas. *Biomédica* [Internet]. 2018;38(Suplemento 1). Available from: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/issue/view/158>
 146. Ministerio de Salud y Protección Social; Instituto Nacional de Cancerología E. Plan Decenal para el Control del Cáncer en Colombia 2012-2021 [Internet]. Ministerio de la Protección Social. Bogotá D.C.: Buenos & Creativos; 2012. 1–124 p. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/Documents y Publicaciones/Plan Decenal para el Control del Cáncer.pdf>
 147. Presidencia de la República de Colombia. Decreto 514 de 2007. Por el cual se adoptan medidas en materia de porte y tenencia de armas [Internet]. Colombia; 2007. Available from: <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1111248>
 148. Sánchez Ál, Villaveces A, Krafty RT, Park T, Weiss HB, Fabio A, et al. Policies for alcohol restriction and their association with interpersonal violence: A time-series analysis of homicides in Cali, Colombia. *Int J Epidemiol*. 2011;40(4):1037–46.
 149. Cecilia H. Miguel. L. Informe Sobre el Estado Actual de los Sistemas de registro Civil de Estadísticas Vitales en Colombia. *J Chem Inf Model*. 2013;53(9):1689–99.
 150. Cendales R, Pardo C. La calidad de certificación de la mortalidad en Colombia, 2002-2006. *Rev Salud Pública*. 2011;13(2):229–38.
 151. Naciones Unidas. Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2017 [Internet]. Nueva York; 2017. Available from: http://ggim.un.org/documents/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2017_Spanish.pdf
 152. Whitehead M. The concepts and principles of equity in health. 1992;22:429–445. *Int J Heal Serv*. 1992;22(2):429–45.
 153. Segura del Pozo J. Desigualdades sociales en salud: conceptos, estudios e intervenciones (1980- 2010). Primera. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia (Bogotá-Colombia); 2013. 1–160 p.
 154. Rojas-Esquerre DF, Zarama-Tobar IL, Borrero-Ramírez YE, Arrivillaga-Quintero M. Revisión

- de la producción académica latinoamericana sobre desigualdades en mortalidad 2007-2014. *Rev Gerenc Polit Salud*, Bogotá. 2017;16(32):10–32.
155. WHO. Commission on Social Determinants of Health. Closing the Gap in a Generation. Health Equity through action on social determinants of health [Internet]. Subsanan las desigualdades en una generación. 2009. p. 31. Available from: http://www.who.int/social_determinants/thecommission/finalreport/en/
 156. OMS. Documento de referencia 2: Subsanan las desigualdades en una generación - ¿Cómo? [Internet]. 2008. Available from: http://www.who.int/social_determinants/final_report/closing_the_gap_how_es.pdf?ua=1
 157. Benach J, Muntaner C. Aprender a mirar la salud: ¿cómo la desigualdad social daña nuestra salud? *Topo E viejo*, editor. 2005.
 158. López R. Crisis económicas mundiales, escasez de recursos ambientales y concentración de la riqueza. *Rev Cepal*. 2010;(102):29–50.
 159. Alvarez Leguizamón S. Concentración de la riqueza, millonarios y reproducción de la pobreza en América Latina. *Sociologías*. 2007;9(18):38–73.
 160. Comisión para Reducir las Desigualdades Sociales en Salud en España. Propuesta de políticas e intervenciones para reducir las desigualdades sociales en salud en España. *Gac Sanit*. 2012;26(2):182–9.
 161. Rivillas García JC, Mesa Lopera DC, Ospina Martínez ML, Et.al. Observatorio de Desigualdades y Equidad en Salud. ODES Colombia [Internet]. Ministerio de Salud y Protección Social. 2014. Available from: http://sia.eurosocial-ii.eu/files/docs/1452159783-OC_guia_ross_odes_colombia.pdf
 162. Mejía-Mejía A, Sánchez-Gandur AF, Tamayo-Ramírez JC. Equidad en el Acceso a Servicios de Salud en Antioquia, Colombia. *Rev salud pública*. 2007;9(1):26–38.
 163. Ariza-Montoya JF, Hernández-Álvarez ME. Equidad de Etnia en el Acceso a los Servicios de Salud en Bogotá, Colombia, 2007. *Rev Salud Pública*. 2009;10(sup 1):58–71.
 164. Velásquez-De Charry LC, Carrasquilla G, Roca-Garavito S. Equidad en el acceso al tratamiento para el cáncer de mama en Colombia. *Salud Publica Mex*. 2009;51(supl 2):S246–53.
 165. Acosta Ramírez N, Rodríguez García J. Inequidad en las Coberturas de Vacunación Infantil en Colombia, Años 2000 y 2003. *Rev Salud Pública*. 2007;Sup. 8(1):102–15.
 166. Acosta N, Rodriguez J. Factores asociados a la inequidad en la vacunación infantil en Colombia: identificando alternativas de intervención. *Rev Gerenc Polit Salud*, Bogotá. 2010;9(18):116–23.
 167. Tovar Cuevas LM, Arias Arbelaez FA. Determinantes del estado de salud de la población colombiana. *CIDSE, Cent Investig y Doc Socioecon (Universidad del Valle)*. 2005;82.
 168. Tovar L, García G. El entorno regional y la percepción del estado de salud en Colombia, 2003. *Lect Econ [Internet]*. 2006;65:177–208. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-25962006000200006&script=sci_pdf
 169. Chavarriaga-Ríos MC, Cardona-Arango D. Medición de la inequidad en salud en adultos mayores de Medellín, 2009. *Fac Nac Salud Pública*. 2014;32(3):290–304.
 170. Tuesca-Molina R de J, Amed-Salazar EJ. Social capital and relationship with self-rated health. National health survey in Colombia 2007. *Colomb Med [Internet]*. 2014;45(1):7–14. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=95530433&lang=es&site=ehost-live>
 171. Tuesca-Molina R, Centeno Romero H, de la Ossa Salgado M, García Delgado N, Lobo López J. Calidad de vida relacionada con la salud y determinantes sociodemográficos en adolescentes de Barranquilla (Colombia). *Salud Uninorte Barranquilla (Col) [Internet]*. 2008;24(1):53–63. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522008000100007&lang=pt%5Cnhttp://www.scielo.org.co/pdf/sun/v24n1/v24n1a07.pdf
 172. Eslava-Schmalbach JH, Rincón CJ, Guarnizo-Herreño CC. 'Inequidad' de la expectativa de vida al nacer por sexo y 'departamentos' de Colombia. *Biomédica*. 2013;33:383–92.
 173. Eslava-Schmalbach J, Rincón CJ, Guarnizo-Herreño CC. Inequidad en los Años de Vida Potencial Perdida, por Departamentos en Colombia 1985-2005. *Rev Salud Publica [Internet]*. 2011;13(1):1–12. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&nrm=iso&lng=pt&tling=pt&pid=S0124-00642011000100001%0Ahttp://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&nrm=iso&lng=pt&tling=pt&pid=S0124-00642011000100001

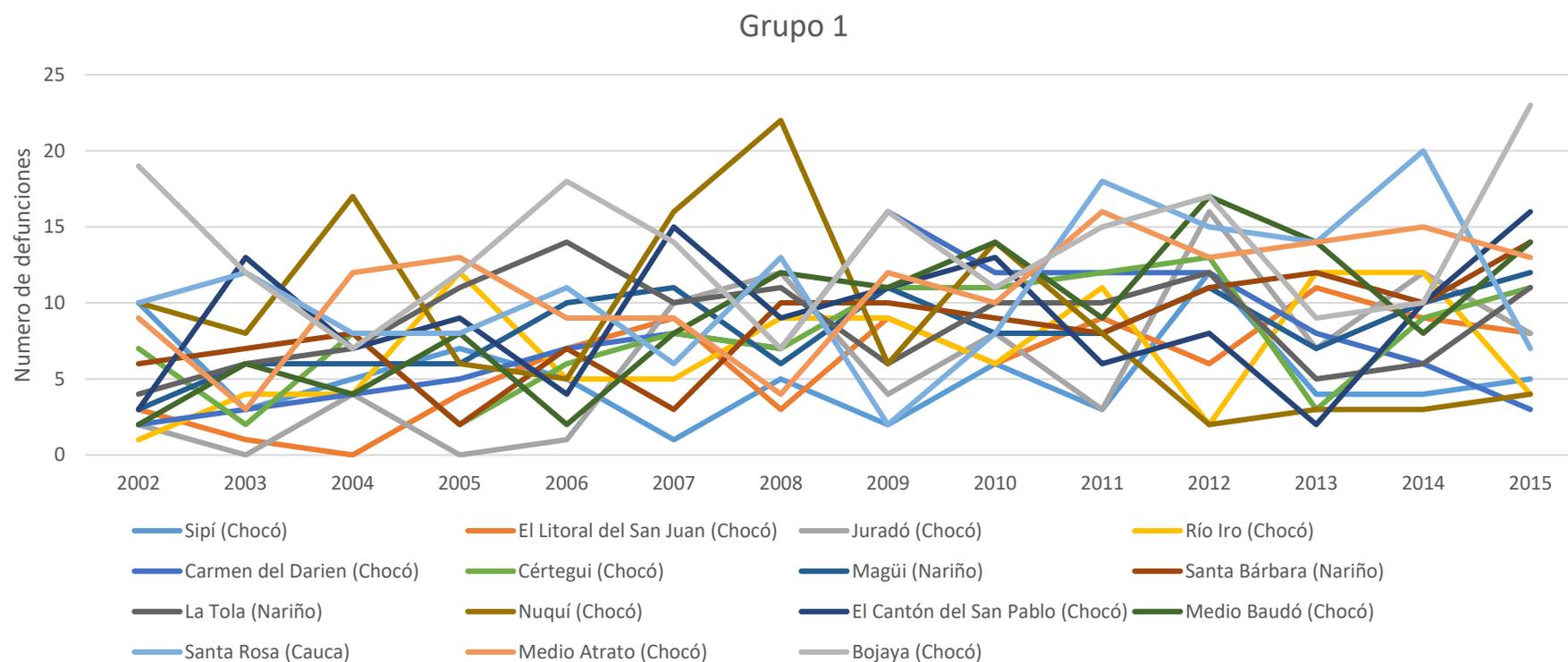
174. Vega R, Acosta N, Martínez J, Arrieta R, Estupiñán Z, Fonseca Z, et al. Análisis de disparidades por anemia nutricional en Colombia, 2005. *Rev Gerenc Polit Salud*. 2007;7(15):46–76.
175. Álvarez-Castaño LS, Goez-Rueda JD, Carreño-Aguirre C. Factores sociales y económicos asociados a la obesidad: los efectos de la inequidad y de la pobreza. *Rev Gerenc y Polit Salud*. 2012;11(23):98–110.
176. Alvarez LS, Estrada A, Goez JD, Carreño C, Mancilla LP. The effects of socioeconomic status and short stature on overweight, obesity and the risk of metabolic complications in adults. *Colomb Med*. 2013;44(3):146–54.
177. Cerezo-Correa M del P, Cifuentes-Aguirre OL, Nieto-Murillo E, Parra-Sánchez JH. Desigualdades de la morbilidad por enfermedades crónicas según determinantes estructurales e intermediarios. *Rev Gerenc Polit Salud, Bogotá* [Internet]. 2012;11(23):165–88. Available from: http://rev_gerenc_polit_salud.javeriana.edu.co/vol11_n_23/estudios_6.pdf
178. Rengifo-Reina HA, Corchuelo-Ojeda J. Inequidades en la Atención Odontológica en una Red de Salud en Cali, Colombia. *Rev Salud Publica (Bogota)* [Internet]. 2009;11(4):526–37. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=mnh&AN=20169209&lang=es&site=eds-live>
179. Cardona-Rivas D, Montalvo-Arce CA, Carmona-Patiño CA. Desigualdades en mortalidad relacionadas con características socioeconómicas en el departamento del Huila, Colombia 2009-2013. *Rev Fac Nac Salud Pública*. 2018;35(3):343–57.
180. Cuesta F, Gonzales P, Nieto E, Alzate G. Desigualdades sociales en la mortalidad por VIH y tumores malignos en municipios del departamento de Valle del Cauca (Colombia), según indicadores económicos 2009-2013. *Arch med*. 2018;18(2):373–84.
181. Baena A, Almonte M, Valencia ML, Martinez S, Quintero K, Sanchez GI. Tendencias e indicadores sociales de la mortalidad por cáncer de mama y cuello uterino. Antioquia, Colombia, 2000-2007. *Salud Publica Mex* [Internet]. 2011;53(6):486–92. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22282141%5Cnhttp://www.scielosp.org/pdf/spm/v53n6/a04v53n6.pdf>
182. Fernández Ortiz YN. Desigualdades en la morbilidad (2002-2006) y mortalidad (2006-2010) por cáncer de mama en Colombia. Pontificia Universidad Javeriana; 2015.
183. De Vries E, Arroyave I, Pardo C, Wiesner C, Murillo R, Forman D, et al. Trends in inequalities in premature cancer mortality by educational level in Colombia, 1998-2007. *J Epidemiol Community Health*. 2015;69(5):408–15.
184. Bermedo-Carrasco S, Waldner CL. The role of socio-demographic factors in premature cervical cancer mortality in Colombia. *BMC Public Health* [Internet]. 2016;16(1):1–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-016-3645-1>
185. Parra H, Muñoz L, Quintero L, Vélez SC, Cerezo M del P, Cardona D, et al. Desigualdades en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en los municipios del Eje Cafetero. *Biomédica*. 2015;35(3):379–94.
186. Salazar E, Buitrago C, Molina F, Arango Alzate C. Tendencia de la mortalidad por causas externas en mujeres gestantes o puérperas y su relación con factores socioeconómicos en Colombia, 1998–2010. *Rev Panam Salud Publica* [Internet]. 2015;37(4):225–31. Available from: http://www.paho.org/journal/index.php?option=com_docman&view=download&alias=886-tendencia-de-la-mortalidad-por-causas-externas-en-mujeres-gestantes-o-puerperas-y-su-relacion-con-factores-socioeconomicos-en-colombia-1998-2010&category_slug=pdfs-april-may-2
187. Dávila-Cervantes CA, Pardo-Montaña AM. Análisis del impacto de la mortalidad por homicidios de acuerdo al Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas en Colombia, 2000-2011. *Rev Gerenc y Polit Salud*. 2015;14(28):63–77.
188. Urdinola BP. Determinantes socioeconómicos de la mortalidad infantil en Colombia. *Rev Colomb Estadística* [Internet]. 1993;34(1):39–72. Available from: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/899/89921357003.pdf>
189. Martínez J, San Sebastián M, Labonte R, Mosquera PA, Hernández J, Sanders D, et al. The impact of primary healthcare in reducing inequalities in child health outcomes, Bogotá – Colombia: an ecological analysis. *Int J Equity Health*. 2012;11(1):66.
190. Jaramillo-Mejía MC, Chernichovsky D, Jiménez-Moleón JJ. Brechas regionales de la mortalidad infantil en Colombia. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2018;30(4):6–11.
191. Cortés D, Vargas JF. Inequidad Regional en Colombia [Internet]. Documentos CEDE 34. CEDE Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico. Colombia: Ediciones Uniandes; 2012.

- 2012–34 p. Available from: <http://economia.uniandes.edu.co>
192. Sandoval-vargas YG, Eslava-schmalbach JH. Inequidades en mortalidad materna por departamentos en Colombia para años 2000-2001, 2005-2006 y 2008-2009. *Rev salud pública*. 2013;15(4):529–41.
 193. Nájera Arregocés S, Tuesca Molina R. Desigualdades y características sociodemográficas de la mortalidad materna en La Guajira, Colombia, 2010–2012. *Rev Panam Salud Publica* [Internet]. 2015;37(4):239–44. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26208191>
 194. Cárdenas-Cárdenas LM, Cotes-Cantillo K, Chaparro-Narváez PE, Fernández-Niño JA, Paternina-Caicedo A, Castañeda-Orjuela C, et al. Maternal Mortality in Colombia in 2011: A Two Level Ecological Study. *PLoS One*. 2015;10(3):e0118944.
 195. Gomez Arias RD. La mortalidad evitable como indicador de desempeño de la política sanitaria Colombia. 1985-2001. Medellín: Revista Facultad Nacional de Salud Pública. Imprenta Universidad de Antioquia; 2008. 1–330 p.
 196. Bergeron-Boucher MP, Canudas-Romo V, Oeppen J, Vaupel JW. Coherent forecasts of mortality with compositional data analysis. *Demogr Res*. 2017;37(1):527–66.
 197. Kjærgaard S, Ergemen YE, Kallestrup-Lamb M, Oeppen J, Lindahl-Jacobsen R. Forecasting causes of death by using compositional data analysis: the case of cancer deaths. *J R Stat Soc*. 2019;1–20.
 198. Achcar JA, Obage SC. Uma abordagem Bayesiana para dados composicionais considerando erros correlacionados. *Rev Mat Estat, São Paulo*. 2005;23(2):95–107.
 199. Ordóñez EG, Del Carmen Iglesias Pérez M, González CT. Performance assessment in water polo using compositional data analysis. *J Hum Kinet*. 2016;54(1):143–51.
 200. Martinez EZ, Achcar JA, Aragon DC, Brunherotti MA. A Bayesian analysis for pseudo-compositional data with spatial structure. *Stat Methods Med Res* [Internet]. 2019;096228021986258. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0962280219862587>
 201. Martín-Fernández JA, Daunis-I-estadella J, Mateu-Figueras G. On the interpretation of differences between groups for compositional data. *Sort*. 2015;39(2):231–52.
 202. Dumuid D, Stanford TE, Martín-Fernández JA, Pedišić Ž, Maher CA, Lewis LK, et al. Compositional data analysis for physical activity, sedentary time and sleep research. *Stat Methods Med Res*. 2018;27(12):3726–38.
 203. Foley L, Dumuid D, Atkin A, Wijndaele K, Ogilvie D, Olds T. Cross-sectional and longitudinal associations between active commuting and patterns of movement behaviour during discretionary time: a compositional data analysis. *PLoS One*. 2019;14(8):1–19.
 204. Morais J, Thomas-Agnan C, Simioni M. Interpretation of explanatory variables impacts in compositional regression models. *Austrian J Stat* [Internet]. 2018;47(Special Issue):1–25. Available from: <https://www.ajs.or.at/index.php/ajs/article/view/718>
 205. Mert MC, Filzmoser P, Endel G, Wilbacher I. Compositional data analysis in epidemiology. *Stat Methods Med Res*. 2018;27(6):1878–91.
 206. Ministerio de la Protección Social. República de Colombia. Análisis de la situación de salud en Colombia, 2002-2007. Tomo VII: Situación de salud de Colombia 2002-2007: Resumen. [Internet]. Bogotá D.C.: Imprenta Nacional de Colombia; 2010. 1–253 p. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/Documentos y Publicaciones/ASIS-Tomo VII--Situacion de Salud en Colombia 2002-2007- Resumen.pdf>
 207. Departamento Nacional de Planeación. Modelo de Jerarquización y Categorización de los Departamentos y Municipios. Índice de Desarrollo Municipal [Internet]. 2015. Available from: <https://www.dnp.gov.co/programas/inversiones-y-finanzas-publicas/Datos-y-Estadisticas/Paginas/Financiamiento-Territorial.aspx>
 208. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) Colombia. Metodología Déficit de Vivienda [Internet]. 2009. Available from: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Deficit_vivienda.pdf
 209. Aitchison J. The Statistical Analysis of Compositional Data. *J R Stat Soc*. 1982;22(2):139-177.
 210. Pawlowsky-Glahn V, Egozcue JJ. Compositional data and their analysis: an introduction. *Geol Soc London, Spec Publ*. 2006;264(1):1–10.
 211. Aitchison J, Shen SM. Logistic-normal distributions: some properties and uses. *Biometrika*, London. 1985;47:136–46.
 212. Egozcue JJ, Pawlowsky-Glahn V, Mateu-Figueras G, Barceló-Vidal C. Isometric logratio for compositional data analysis. *Math Geol* [Internet]. 2003;35(3):279–300. Available from: <https://link-springer-com.prxy.lib.unbc.ca/article/10.1007%2Fs11004-016-9669-3>
 213. Rayens WS, Srinivasan C. Box-Cox transformations in the analysis of compositional data. *J*

- Chemom. 2005;5(3):227–39.
214. Rayens WS, Srinivasan C. Estimation in compositional data analysis. *J Chemom.* 2005;5(4):361–74.
 215. Ministro de Salud y Protección Social, Profamilia. Resumen Ejecutivo. Encuesta Nacional de Demografía y Salud. ENDS Colombia 2015 [Internet]. 2017. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/ENDS-libro-resumen-ejecutivo-2016.pdf>
 216. Farmer P. Desigualdades sociales y enfermedades infecciosas emergentes. *Papeles de población* [Internet]. 2000;6(23):181–201. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/112/11202308.pdf>
 217. Stephens M, Blackshaw G, Lewis W, Edwards P, Barry J, Hopper N, et al. Influence of socio-economic deprivation on outcomes for patients diagnosed with gastric cancer. *Scand J Gastroenterol.* 2005;Nov;40(11):1351–7.
 218. Ministerio de Salud y Protección Social. Indicadores Básicos 2016. Situación de Salud en Colombia [Internet]. 2016. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/INDICADORESBASICOSSP.aspx>
 219. Martín-Fernández JA, Barceló-Vidal C, Pawlowsky-Glahn V. Dealing with Zeros and Missing Values in Compositional Data Sets Using Nonparametric Imputation. *Math Geol.* 2003;35(3):253–78.
 220. Palarea-Albaladejo J, Martín-Fernández JA. ZCompositions - R package for multivariate imputation of left-censored data under a compositional approach. *Chemom Intell Lab Syst* [Internet]. 2015;143:85–96. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemolab.2015.02.019>
 221. Cendales R, Pardo C. Calidad del certificado de defunción en Colombia. *Colomb Med* [Internet]. 2018;49(9):121–7. Available from: <http://colombiamedica.univalle.edu.co/index.php/comedica/article/view/3155>
 222. Loyola E, Castillo-Salgado C, Nájera-Aguilar P, Vidaurre M, Mujica OJ, Martínez-Piedra R. Los sistemas de información geográfica como herramienta para monitorear las desigualdades de salud. *Rev Panam Salud Pública.* 2002;12(6):415–28.
 223. Mary Haan, George A., Kaplan and TC. Poverty and health. Prospective evidence from the Alameda County Study. *Am J Epidemiol.* 1987;125(6):989–98.
 224. Lopez-Abente G, Ramis R, Pollán M, Aragonés N, Perez-Gomez B, Gomez-Barroso D, et al. Atlas municipal de mortalidad por cáncer en España 1989-1998. Instituto de Salud Carlos III, editor. Madrid; 2006.
 225. Achcar JA, Martinez EZ, Souza ADP De, Tachibana VM, Flores EF. Use of Poisson spatiotemporal regression models for the Brazilian Amazon Forest: malaria count data. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2011;44(6):749–54.
 226. Branscum A, Perez A, Johnson W. Bayesian spatiotemporal analysis of foot-and-mouth disease data from the Republic of Turkey. *Epidemiol Infect.* 2008;136:833–42.
 227. Kawachi I, Subramanian S, Almeida-Filho N. A glossary for health inequalities. *J Epidemiol Community Heal.* 2002;56:647–52.
 228. Organización Panamericana de la Salud. Determinantes e inequidades en salud. In: *Salud en las Americas, Edición de 2012: Volumen regional* [Internet]. Washington, DC; 2012. p. 12–59. Available from: http://www.paho.org/saludenlasamericas/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=55&lang=en%5Cnhttp://www.paho.org/SaludenlasAmericas/index.php?id=58&option=com_content
 229. Galvis LA, Roca AM. Persistencia de las desigualdades regionales en Colombia: Un análisis espacial [Internet]. *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional.* 2010. Available from: <http://www.banrep.gov.co/es/persistencia-las-desigualdades-regionales-colombia-analisis-espacial>
 230. Borja-Aburto VH. Estudios ecológicos. *Salud Publica Mex.* 2000;42(6):533–8.
 231. Lawson AB. Bayesian disease mapping: Hierarchical modeling in spatial epidemiology. CHAPMAN & HALL/CRC, editor. *Bayesian Disease Mapping: Hierarchical Modeling in Spatial Epidemiology.* Charleston, U.S.A.: Medical University of South Carolina (MUSC); 2008. 1–344 p.

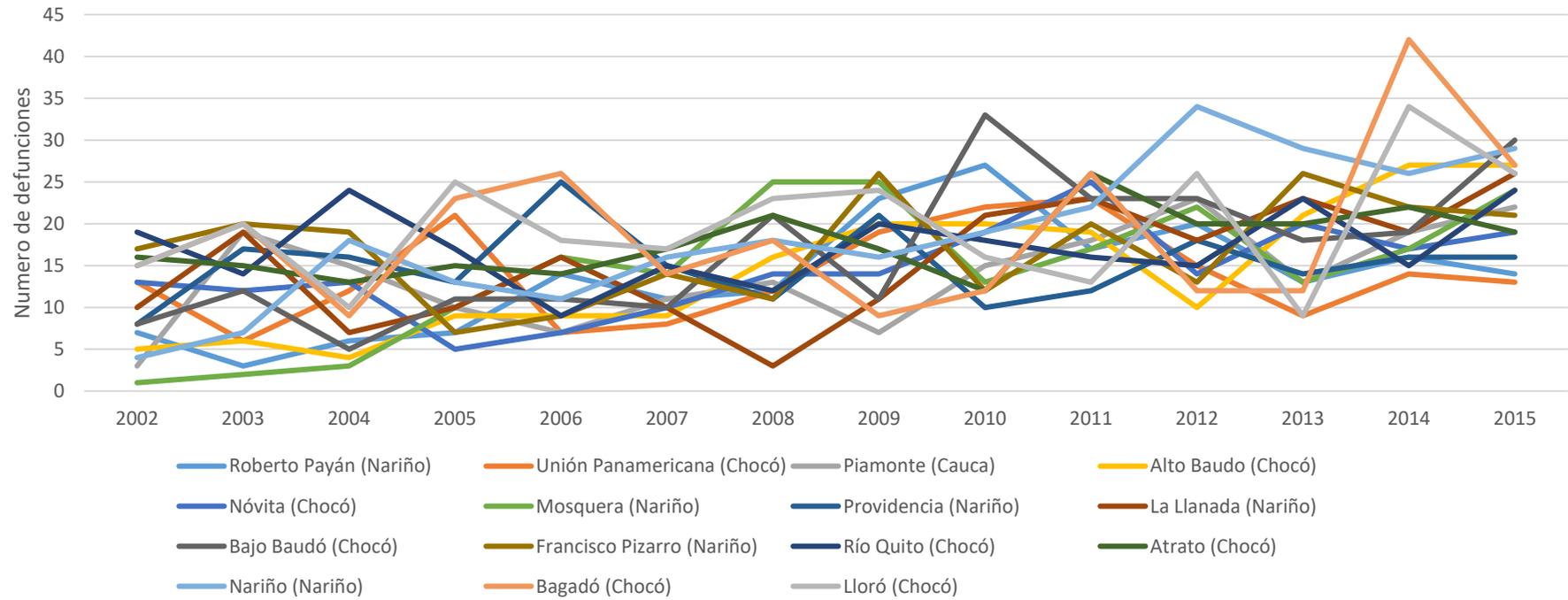
APENDICES

Apéndice A. Análisis exploratorio de las defunciones anuales por municipios de la región Pacífico durante el periodo 2002-2015. Leyendas con nombre de municipio (departamento)



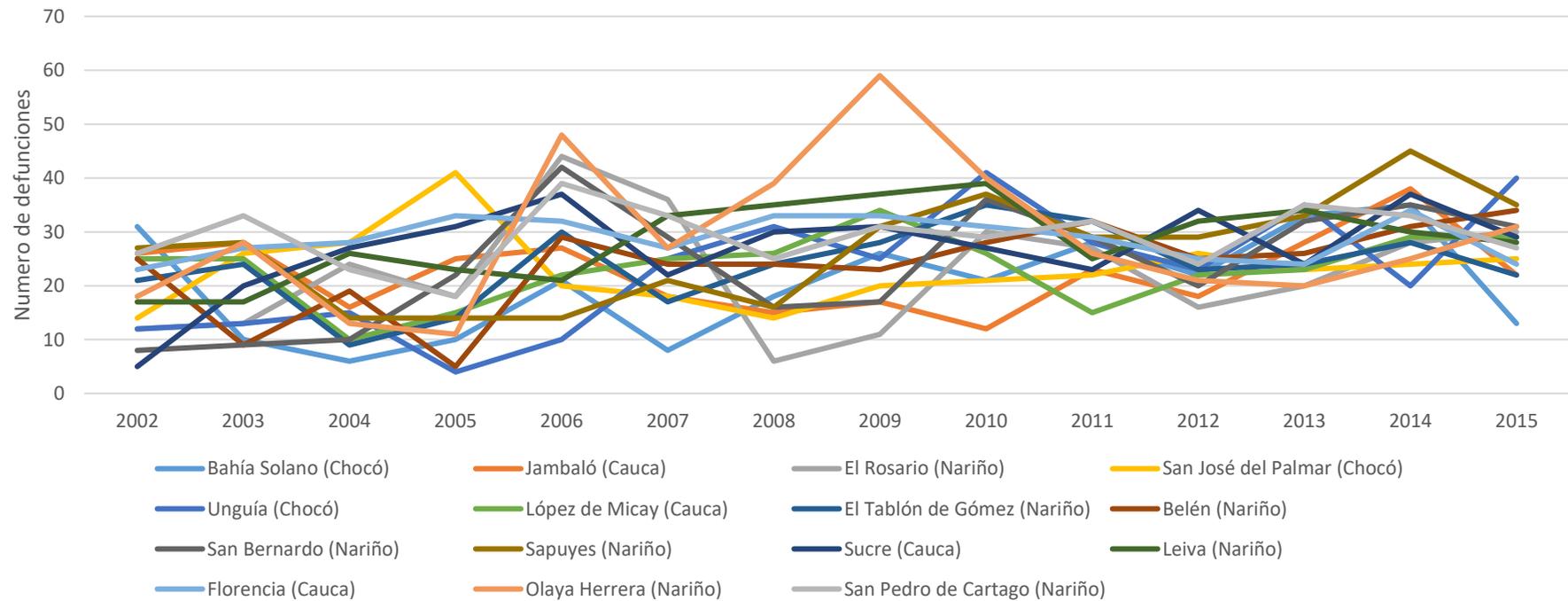
Fuente: elaboración propia.

Grupo 2



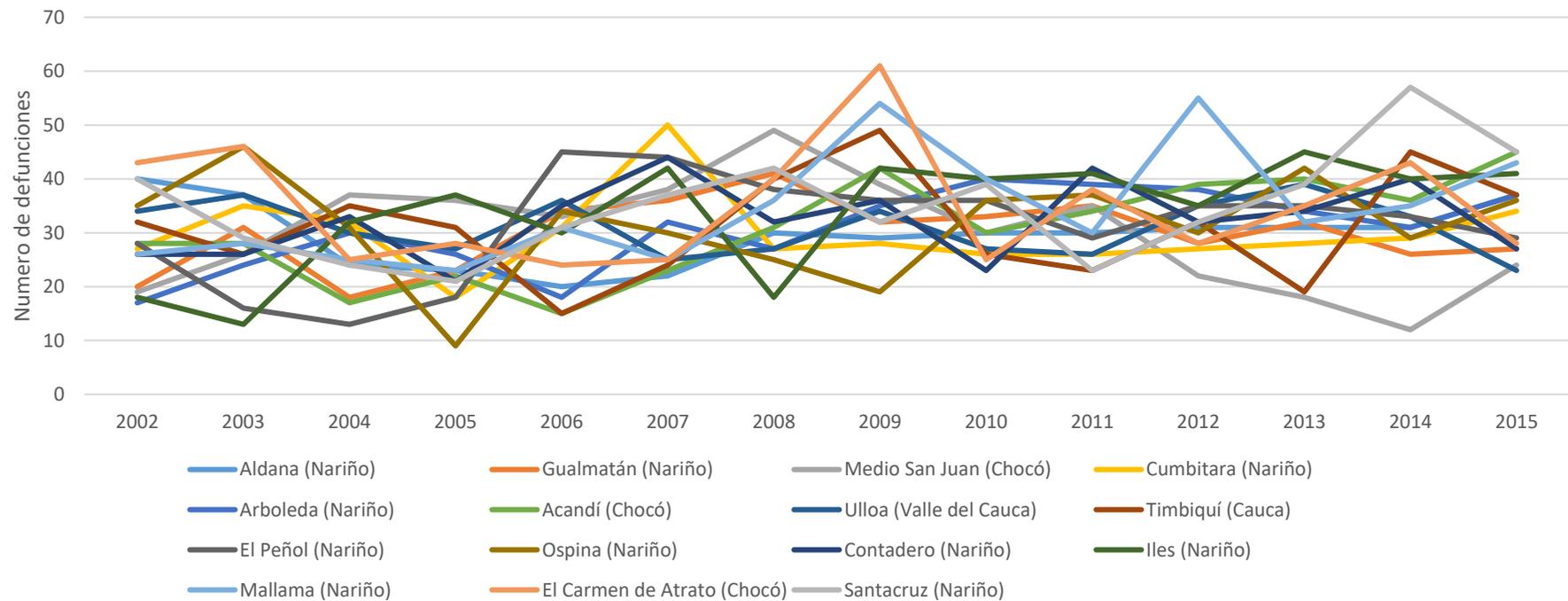
Fuente: elaboración propia.

Grupo 3



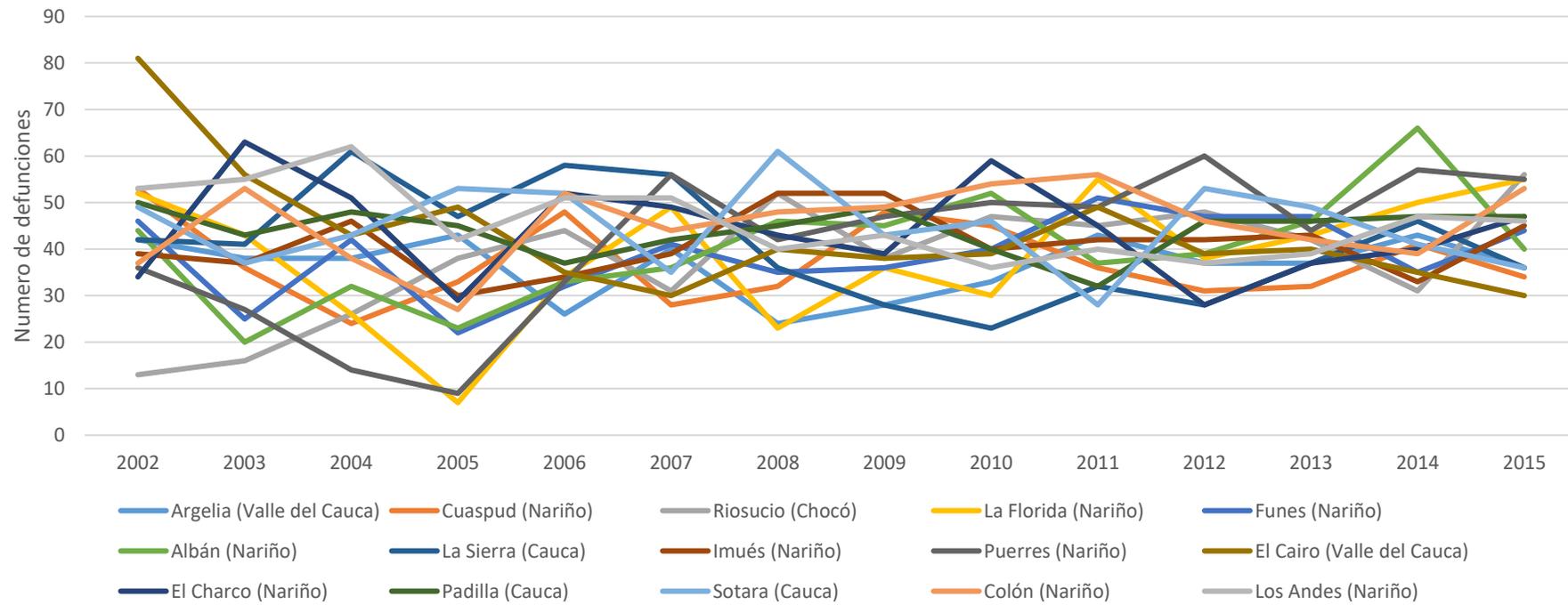
Fuente: elaboración propia.

Grupo 4



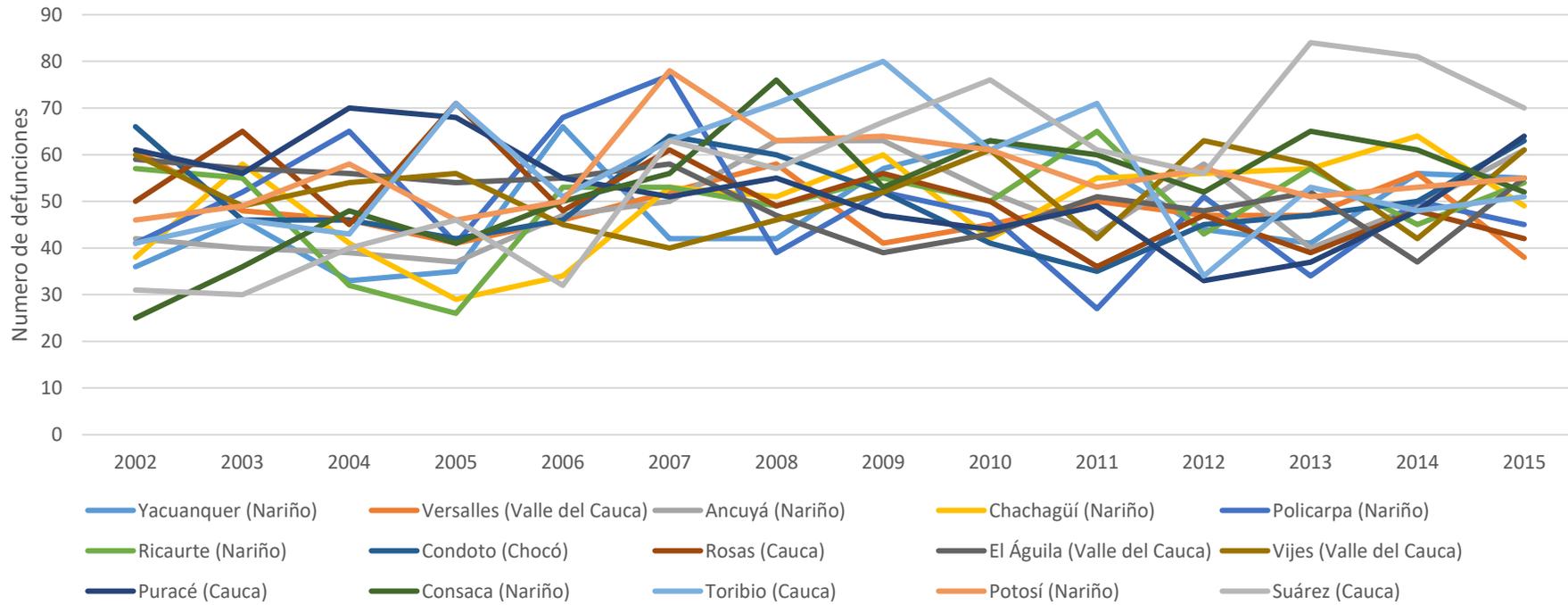
Fuente: elaboración propia.

Grupo 5



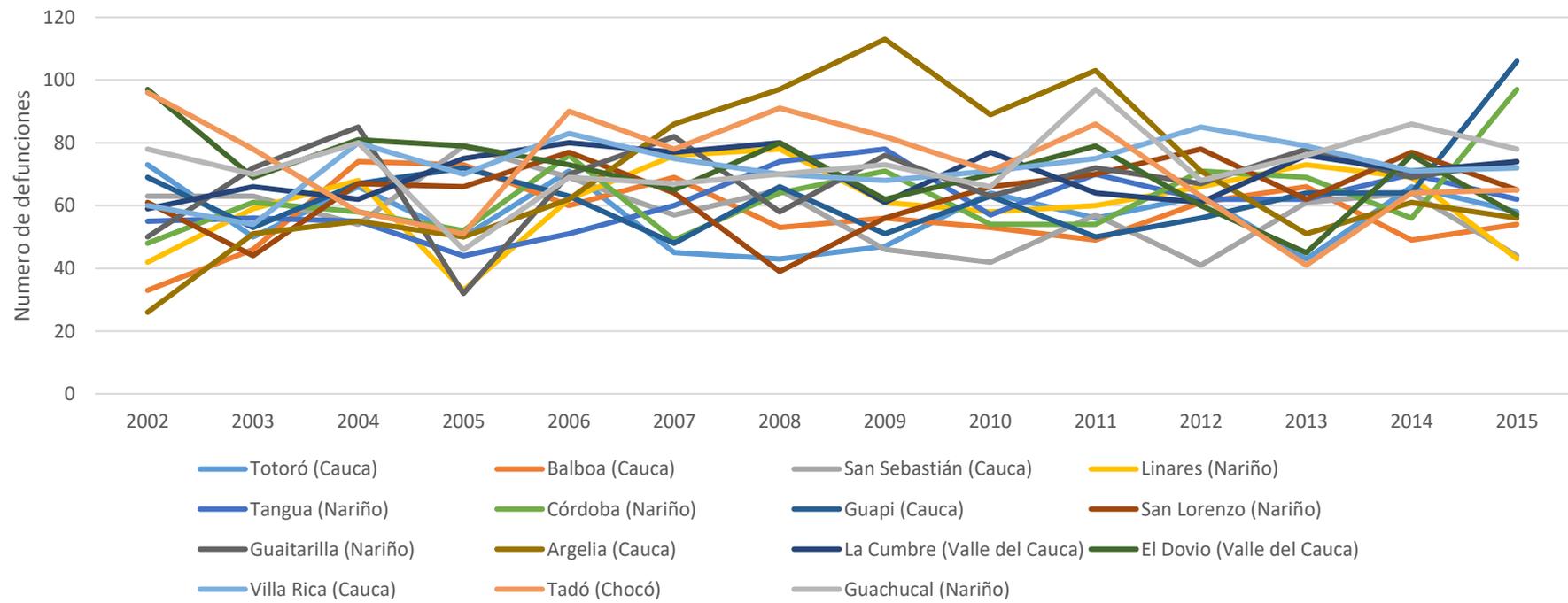
Fuente: elaboración propia.

Grupo 6



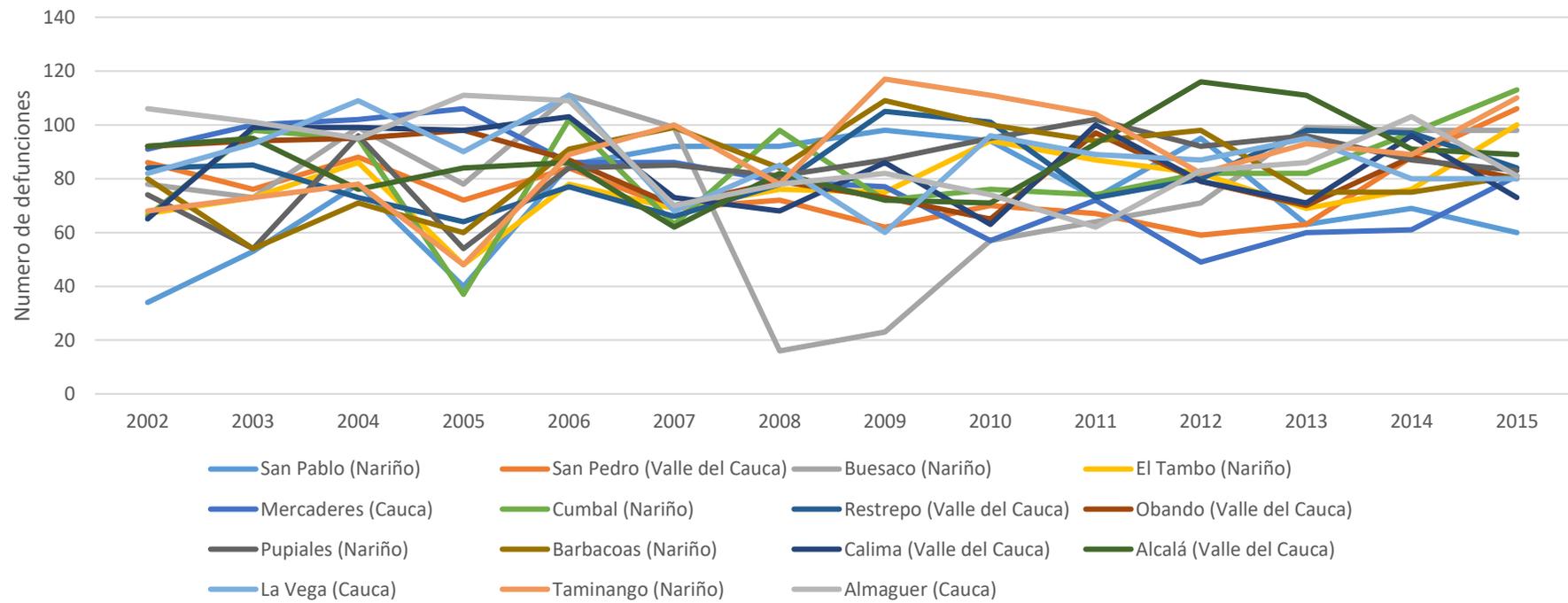
Fuente: elaboración propia.

Grupo 7



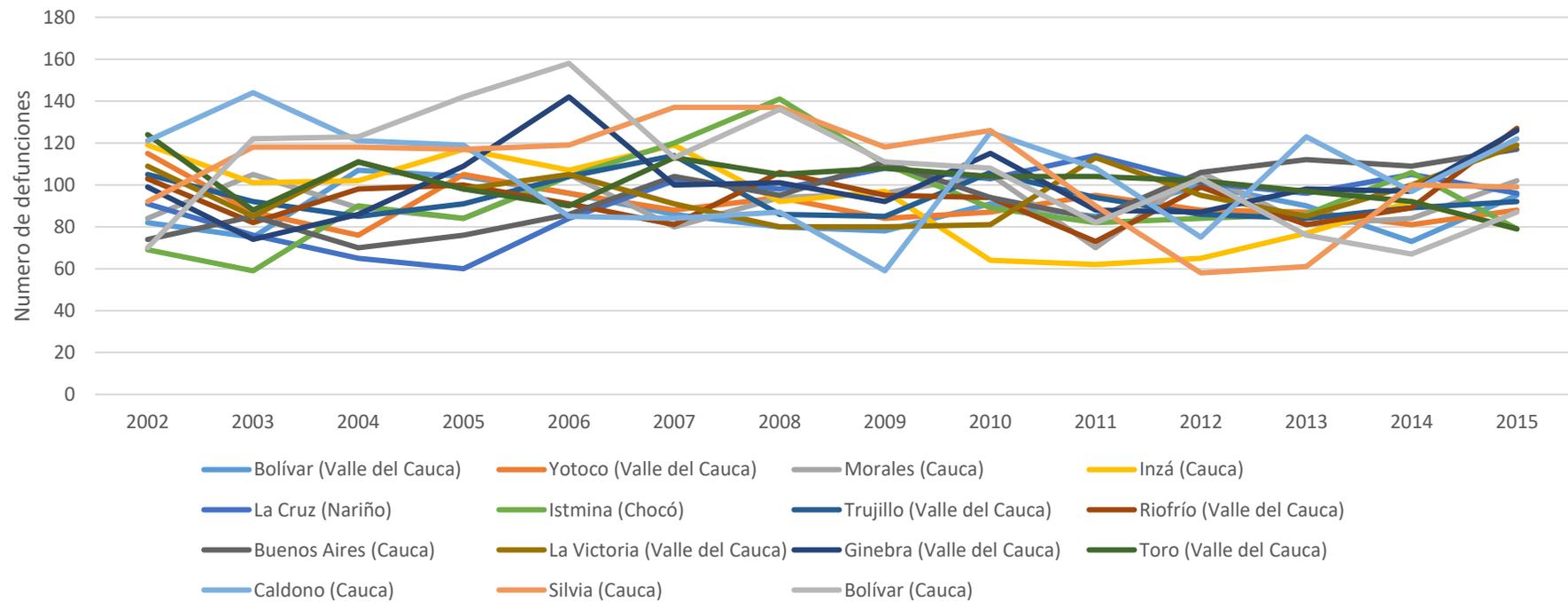
Fuente: elaboración propia.

Grupo 8



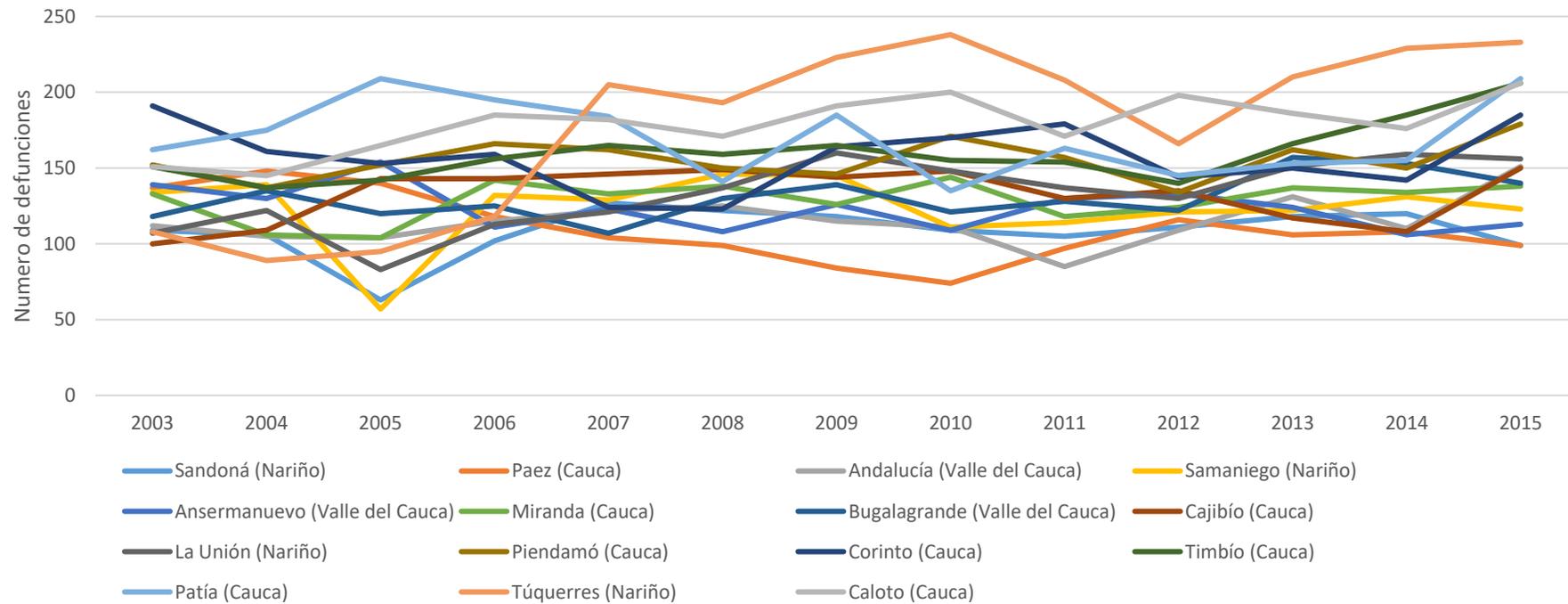
Fuente: elaboración propia.

Grupo 9



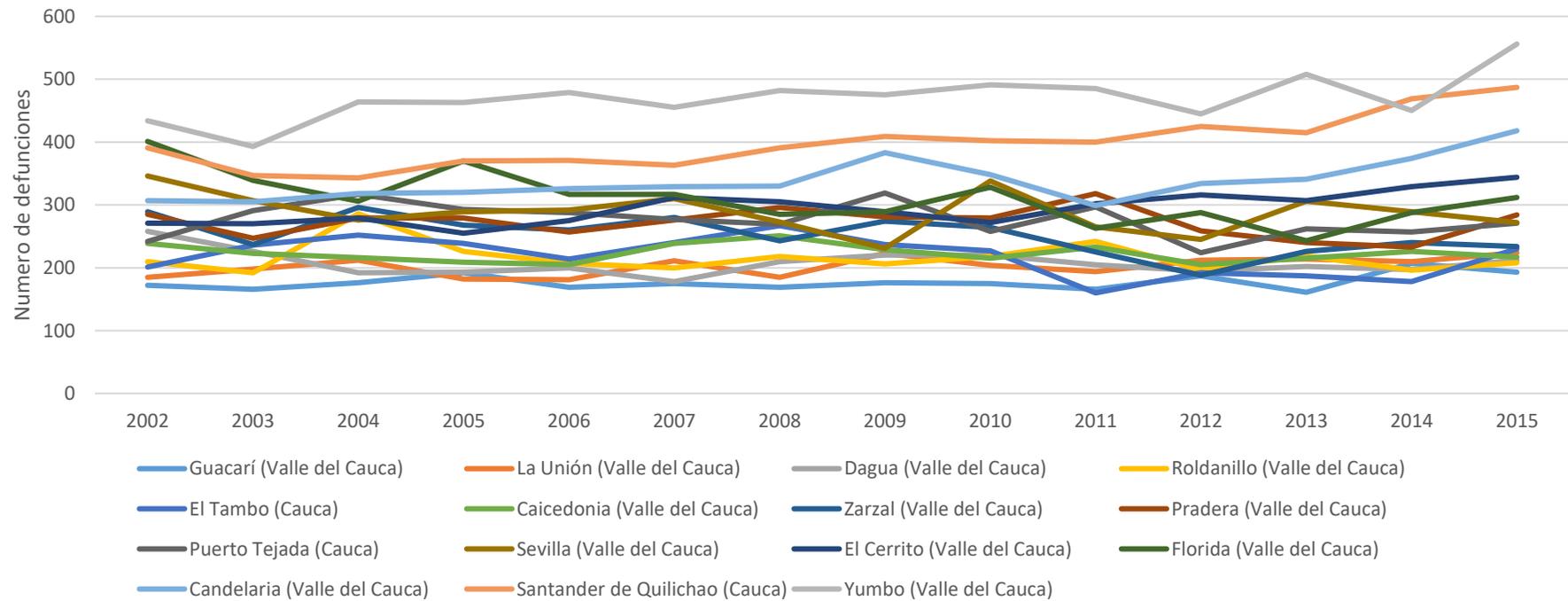
Fuente: elaboración propia.

Grupo 10



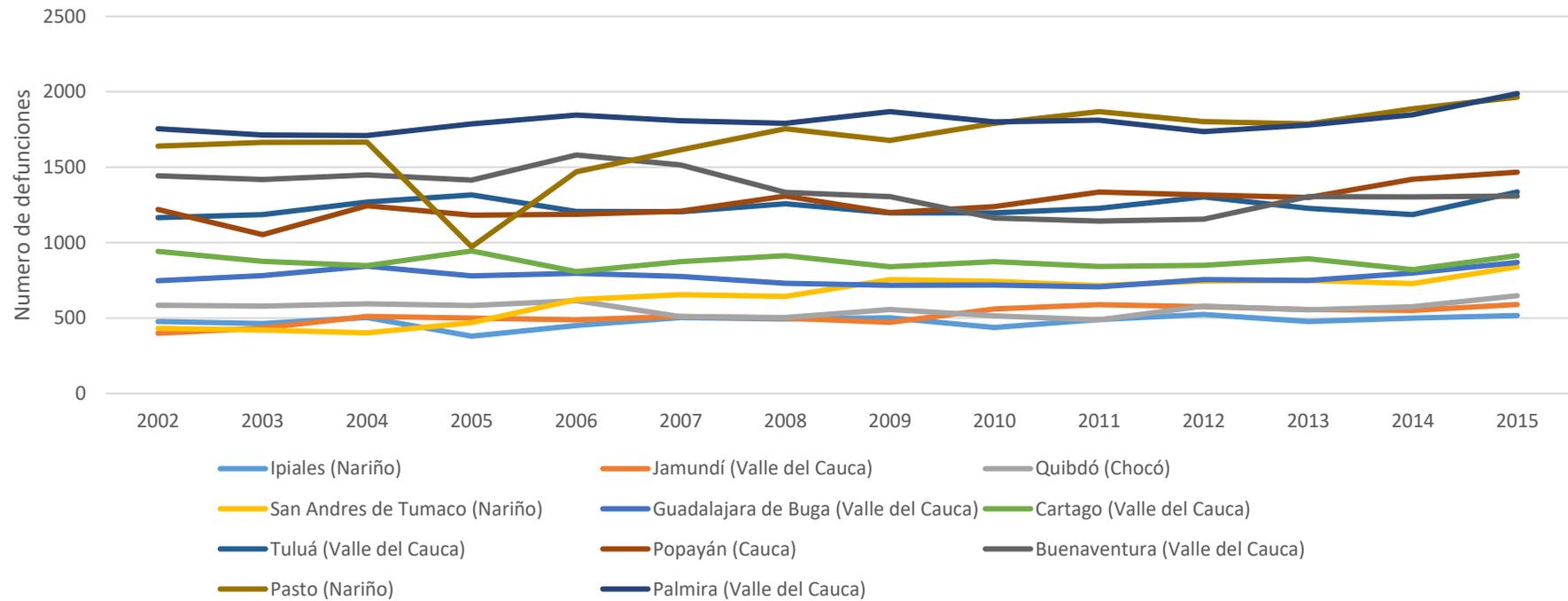
Fuente: elaboración propia.

Grupo 11



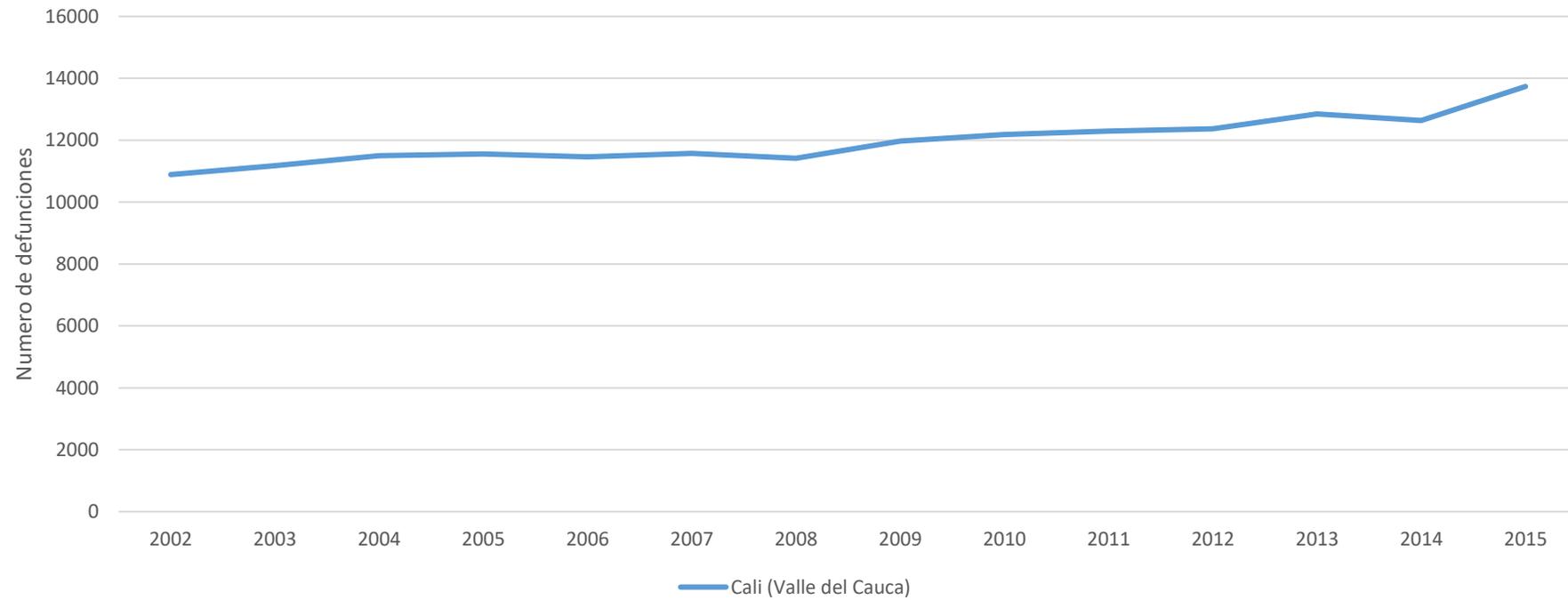
Fuente: elaboración propia.

Grupo 12



Fuente: elaboración propia.

Grupo 13



Fuente: elaboración propia.

Apéndice B. Datos de mortalidad en los municipios de la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2015; y estadísticos descriptivos

Código	Municipio (Departamento)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Prom	DE	CV	Med	Min	Max	Rango
19001	Popayán (Cauca)	1220	1053	1244	1182	1187	1208	1309	1199	1239	1335	1316	1299	1420	1467	1263	105,3	8,34	1242	1053	1467	414
19022	Almaguer (Cauca)	106	101	95	111	109	70	78	82	74	62	83	86	103	81	89	15,5	17,54	85	62	111	49
19050	Argelia (Cauca)	26	51	55	50	62	86	97	113	89	103	71	51	61	56	69	24,7	35,55	62	26	113	87
19075	Balboa (Cauca)	33	46	74	73	60	69	53	56	53	49	61	66	49	54	57	11,3	19,88	55	33	74	41
19100	Bolívar (Cauca)	70	122	123	142	158	113	136	111	108	82	103	76	67	87	107	28,0	26,14	110	67	158	91
19110	Buenos Aires (Cauca)	74	85	70	76	86	104	95	111	94	84	106	112	109	117	95	15,6	16,48	95	70	117	47
19130	Cajibío (Cauca)	111	100	109	143	143	146	149	144	148	130	135	117	108	150	131	18,1	13,80	139	100	150	50
19137	Caldono (Cauca)	121	144	121	119	85	84	87	59	125	108	75	123	97	122	105	24,0	22,87	114	59	144	85
19142	Caloto (Cauca)	157	151	145	165	185	182	171	191	200	171	198	186	176	206	177	18,6	10,48	179	145	206	61
19212	Corinto (Cauca)	136	191	161	153	159	124	123	164	170	179	144	150	142	185	156	21,1	13,54	156	123	191	68
19256	El Tambo (Cauca)	201	236	252	239	214	240	267	237	227	160	192	187	178	230	219	30,8	14,07	229	160	267	107
19290	Florencia (Cauca)	23	27	28	33	32	27	33	33	31	29	25	24	34	24	29	3,9	13,50	29	23	34	11
19318	Guapi (Cauca)	69	53	67	72	63	48	66	51	63	50	56	64	64	106	64	14,3	22,51	64	48	106	58
19355	Inzá (Cauca)	119	101	102	117	107	119	92	97	64	62	65	77	92	79	92	20,2	21,90	95	62	119	57
19364	Jambaló (Cauca)	26	28	16	25	27	18	15	17	12	23	18	28	38	22	22	6,9	30,87	23	12	38	26
19392	La Sierra (Cauca)	42	41	61	47	58	56	36	28	23	32	28	37	46	36	41	11,7	28,73	39	23	61	38
19397	La Vega (Cauca)	82	93	109	90	111	68	85	60	96	89	87	95	80	80	88	13,8	15,75	88	60	111	51
19418	López de Micay (Cauca)	25	25	10	15	22	25	26	34	26	15	22	23	29	29	23	6,3	27,18	25	10	34	24
19450	Mercaderes (Cauca)	91	100	102	106	86	86	79	77	57	72	49	60	61	81	79	17,7	22,37	80	49	106	57
19455	Miranda (Cauca)	117	133	106	104	142	133	138	126	144	118	124	137	134	138	128	12,8	9,96	133	104	144	40
19473	Morales (Cauca)	84	105	89	84	105	80	94	96	105	70	106	81	84	102	92	11,7	12,72	92	70	106	36
19513	Padilla (Cauca)	50	43	48	45	37	42	45	49	40	32	46	46	47	47	44	5,0	11,24	46	32	50	18

Continua

Código	Municipio (Departamento)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Prom	DE	CV	Med	Min	Max	Rango
19517	Paez (Cauca)	130	137	148	140	118	104	99	84	74	97	116	106	108	99	111	21,5	19,25	107	74	148	74
19532	Patía (Cauca)	181	162	175	209	195	184	141	185	135	163	145	153	155	209	171	24,1	14,10	169	135	209	74
19533	Piamonte (Cauca)	3	19	15	10	7	11	13	7	15	18	23	13	19	22	14	5,9	42,66	14	3	23	20
19548	Piendamó (Cauca)	147	152	137	152	166	162	150	146	171	157	134	162	150	179	155	12,5	8,08	152	134	179	45
19573	Puerto Tejada (Cauca)	242	291	317	293	288	277	269	319	258	297	224	262	257	271	276	27,0	9,76	274	224	319	95
19585	Puracé (Cauca)	61	56	70	68	55	51	55	47	44	49	33	37	48	64	53	10,9	20,60	53	33	70	37
19622	Rosas (Cauca)	50	65	45	71	48	61	49	56	50	36	47	39	48	42	51	9,8	19,37	49	36	71	35
19693	San Sebastián (Cauca)	63	63	54	79	69	57	65	46	42	57	41	61	64	44	58	11,1	19,33	59	41	79	38
19698	Santander de Quilichao (Cauca)	391	347	343	370	371	363	391	409	402	400	425	415	469	487	399	41,7	10,45	396	343	487	144
19701	Santa Rosa (Cauca)	10	12	8	8	11	6	13	2	8	18	15	14	20	7	11	4,9	44,96	11	2	20	18
19743	Silvia (Cauca)	92	118	118	117	119	137	137	118	126	90	58	61	100	99	106	24,7	23,17	118	58	137	79
19760	Sotara (Cauca)	49	37	43	53	52	35	61	43	46	28	53	49	41	36	45	8,9	19,84	45	28	61	33
19780	Suárez (Cauca)	31	30	40	46	32	63	57	67	76	61	56	84	81	70	57	18,5	32,54	59	30	84	54
19785	Sucre (Cauca)	5	20	27	31	37	22	30	31	27	23	34	24	37	29	27	8,2	30,50	28	5	37	32
19807	Timbío (Cauca)	152	151	137	142	156	165	159	165	155	154	140	166	185	206	160	18,2	11,40	156	137	206	69
19809	Timbiquí (Cauca)	32	26	35	31	15	24	40	49	26	23	32	19	45	37	31	9,7	31,22	32	15	49	34
19821	Toribio (Cauca)	41	46	43	71	51	63	71	80	61	71	34	53	48	51	56	13,7	24,39	52	34	80	46
19824	Totoró (Cauca)	73	50	66	50	71	45	43	47	64	56	63	43	66	58	57	10,5	18,50	57	43	73	30
19845	Villa Rica (Cauca)	60	54	80	70	83	75	70	68	71	75	85	79	71	72	72	8,4	11,58	72	54	85	31
27001	Quibdó (Chocó)	585	580	595	583	615	510	503	556	515	488	580	555	576	648	564	45,6	8,09	578	488	648	160
27006	Acandí (Chocó)	28	28	17	22	15	23	31	42	30	34	39	40	36	45	31	9,2	30,10	31	15	45	30
27025	Alto Baudó (Chocó)	5	6	4	9	9	9	16	20	20	19	10	21	27	27	14	7,9	55,09	13	4	27	23
27050	Atrato (Chocó)	16	15	13	15	14	17	21	17	12	26	20	20	22	19	18	3,9	22,08	17	12	26	14
27073	Bagadó (Chocó)	15	20	9	23	26	14	18	9	12	26	12	12	42	27	19	9,2	48,53	17	9	42	33
27075	Bahía Solano (Chocó)	31	10	6	10	21	8	18	26	21	28	22	33	35	13	20	9,7	47,97	21	6	35	29

Continúa

Código	Municipio (Departamento)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Prom	DE	CV	Med	Min	Max	Rango
27077	Bajo Baudó (Chocó)	8	12	5	11	11	10	21	11	33	23	23	18	19	30	17	8,4	50,24	15	5	33	28
27099	Bojaya (Chocó)	19	12	7	12	18	14	7	16	11	15	17	9	10	23	14	4,7	34,77	13	7	23	16
27135	El Cantón del San Pablo (Chocó)	3	13	7	9	4	15	9	11	13	6	8	2	10	16	9	4,4	48,33	9	2	16	14
27150	Carmen del Darien (Chocó)	2	3	4	5	7	8	7	16	12	12	12	8	6	3	8	4,2	55,53	7	2	16	14
27160	Cértegui (Chocó)	7	2	8	2	6	8	7	11	11	12	13	3	9	11	8	3,6	46,26	8	2	13	11
27205	Condoto (Chocó)	66	46	46	42	46	64	60	52	41	35	45	47	50	63	50	9,5	18,94	47	35	66	31
27245	El Carmen de Atrato (Chocó)	43	46	25	28	24	25	40	61	25	38	28	35	43	28	35	10,8	31,03	32	24	61	37
27250	El Litoral del San Juan (Chocó)	3	1	0	4	7	9	3	9	6	9	6	11	9	8	6	3,4	55,75	7	0	11	11
27361	Istmina (Chocó)	69	59	90	84	104	120	141	110	89	82	84	86	106	79	93	21,3	22,88	88	59	141	82
27372	Juradó (Chocó)	2	0	4	0	1	10	12	4	8	3	16	7	12	8	6	5,0	80,63	6	0	16	16
27413	Lloró (Chocó)	15	20	10	25	18	17	23	24	16	13	26	9	34	26	20	7,0	35,61	19	9	34	25
27425	Medio Atrato (Chocó)	9	3	12	13	9	9	4	12	10	16	13	14	15	13	11	3,8	35,19	12	3	16	13
27430	Medio Baudó (Chocó)	2	6	4	8	2	8	12	11	14	9	17	14	8	14	9	4,7	50,94	9	2	17	15
27450	Medio San Juan (Chocó)	19	26	37	36	33	38	49	39	30	35	22	18	12	24	30	10,1	33,87	32	12	49	37
27491	Nóvita (Chocó)	13	12	13	5	7	10	14	14	19	25	14	20	17	19	14	5,3	36,75	14	5	25	20
27495	Nuquí (Chocó)	10	8	17	6	5	16	22	6	14	8	2	3	3	4	9	6,1	69,30	7	2	22	20
27580	Río Iro (Chocó)	1	4	4	12	5	5	9	9	6	11	2	12	12	4	7	3,9	56,58	6	1	12	11
27600	Río Quito (Chocó)	19	14	24	17	9	15	12	20	18	16	15	23	15	24	17	4,5	25,90	17	9	24	15
27615	Riosucio(2) (Chocó)	13	16	26	38	44	31	52	38	47	45	48	42	31	56	38	12,9	34,17	40	13	56	43
27660	San José del Palmar (Chocó)	14	26	28	41	20	18	14	20	21	22	26	23	24	25	23	6,7	29,09	23	14	41	27
27745	Sipí (Chocó)	10	3	5	7	5	1	5	2	6	3	12	4	4	5	5	3,0	57,51	5	1	12	11
27787	Tadó (Chocó)	96	78	58	51	90	78	91	82	71	86	63	41	64	65	72	16,2	22,39	75	41	96	55
27800	Unguía (Chocó)	12	13	15	4	10	25	31	25	41	28	23	35	20	40	23	11,4	49,40	24	4	41	37

Continua

Código	Municipio (Departamento)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Prom	DE	CV	Med	Min	Max	Rango
27810	Unión Panamericana (Chocó)	13	6	12	21	7	8	12	19	22	23	15	9	14	13	14	5,6	40,22	13	6	23	17
52001	Pasto (Nariño)	1639	1665	1666	972	1469	1615	1755	1677	1790	1868	1802	1788	1888	1964	1683	241,1	14,33	1716	972	1964	992
52019	Albán (Nariño)	44	20	32	23	33	36	46	45	52	37	39	46	66	40	40	11,6	29,15	40	20	66	46
52022	Aldana (Nariño)	40	37	24	23	20	22	30	29	30	30	31	31	31	37	30	5,9	19,83	30	20	40	20
52036	Ancuyá (Nariño)	42	40	39	37	47	50	63	63	52	43	58	40	49	61	49	9,3	19,01	48	37	63	26
52051	Arboleda (Nariño)	17	24	30	26	18	32	27	35	40	39	38	34	31	37	31	7,4	24,16	32	17	40	23
52079	Barbacoas (Nariño)	80	54	71	60	91	99	84	109	100	94	98	75	75	81	84	15,9	18,99	83	54	109	55
52083	Belén (Nariño)	25	9	19	5	29	24	24	23	28	32	25	26	31	34	24	8,2	34,32	25	5	34	29
52110	Buesaco (Nariño)	78	73	99	78	111	99	16	23	57	64	71	99	98	98	76	28,7	37,81	78	16	111	95
52203	Colón (Nariño)	37	53	38	27	52	44	48	49	54	56	46	42	39	53	46	8,2	18,09	47	27	56	29
52207	Consaca (Nariño)	25	36	48	41	50	56	76	53	63	60	52	65	61	52	53	12,9	24,38	53	25	76	51
52210	Contadero (Nariño)	26	26	33	21	35	44	32	36	23	42	32	34	40	27	32	7,0	21,72	33	21	44	23
52215	Córdoba (Nariño)	48	61	58	52	76	49	64	71	54	54	71	69	56	97	63	13,2	21,03	60	48	97	49
52224	Cuaspué (Nariño)	53	36	24	33	48	28	32	48	45	36	31	32	41	34	37	8,5	22,85	35	24	53	29
52227	Cumbal (Nariño)	66	98	95	37	102	63	98	72	76	74	82	82	97	113	83	19,8	24,02	82	37	113	76
52233	Cumbitara (Nariño)	27	35	32	18	31	50	27	28	26	26	27	28	29	34	30	7,1	23,82	28	18	50	32
52240	Chachagüí (Nariño)	38	58	41	29	34	53	51	60	42	55	56	57	64	49	49	10,6	21,56	52	29	64	35
52250	El Charco (Nariño)	34	63	51	29	52	49	43	39	59	45	28	37	40	47	44	10,4	23,64	44	28	63	35
52254	El Peñol (Nariño)	28	16	13	18	45	44	38	36	36	29	35	35	33	29	31	9,7	31,37	34	13	45	32
52256	El Rosario (Nariño)	12	13	24	18	44	36	6	11	30	27	16	20	28	30	23	10,7	47,48	22	6	44	38
52258	El Tablón de Gómez (Nariño)	21	24	9	14	30	17	24	28	35	32	23	24	28	22	24	7,0	29,66	24	9	35	26
52260	El Tambo (Nariño)	67	73	86	48	78	69	76	75	94	87	82	69	76	100	77	12,8	16,54	76	48	100	52
52287	Funes (Nariño)	46	25	42	22	32	41	35	36	40	51	47	47	35	44	39	8,5	21,86	41	22	51	29
52317	Guachucal (Nariño)	78	70	80	46	69	67	70	73	66	97	68	76	86	78	73	11,5	15,75	72	46	97	51

Continúa

Código	Municipio (Departamento)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Prom	DE	CV	Med	Min	Max	Rango
52320	Guaitarilla (Nariño)	50	72	85	32	70	82	58	76	63	72	67	78	69	74	68	13,8	20,34	71	32	85	53
52323	Gualmatán (Nariño)	20	31	18	23	34	36	41	32	33	35	28	32	26	27	30	6,4	21,63	32	18	41	23
52352	Iles (Nariño)	18	13	32	37	30	42	18	42	40	41	35	45	40	41	34	10,4	30,67	39	13	45	32
52354	Imués (Nariño)	39	37	46	30	34	39	52	52	40	42	42	43	33	45	41	6,5	15,84	41	30	52	22
52356	Ipiales (Nariño)	478	463	503	380	451	503	495	502	437	490	524	477	500	517	480	37,8	7,87	493	380	524	144
52378	La Cruz (Nariño)	91	76	65	60	84	102	98	108	103	114	101	96	105	96	93	16,0	17,29	97	60	114	54
52381	La Florida (Nariño)	52	43	26	7	34	49	23	36	30	55	38	43	50	55	39	13,9	35,87	41	7	55	48
52385	La Llanada (Nariño)	10	19	7	10	16	10	3	11	21	23	18	23	19	26	15	6,9	44,88	17	3	26	23
52390	La Tola (Nariño)	4	6	7	11	14	10	11	6	10	10	12	5	6	11	9	3,0	34,63	10	4	14	10
52399	La Unión (Nariño)	119	107	122	83	113	121	137	160	148	137	130	151	159	156	132	22,4	17,03	134	83	160	77
52405	Leiva (Nariño)	17	17	26	23	21	33	35	37	39	25	32	34	30	28	28	7,1	25,11	29	17	39	22
52411	Linares (Nariño)	42	59	68	33	62	76	78	61	58	60	66	73	69	43	61	13,2	21,85	62	33	78	45
52418	Los Andes (Nariño)	53	55	62	42	51	51	40	43	36	40	37	39	47	46	46	7,7	16,71	45	36	62	26
52427	Magüi (Nariño)	3	6	6	6	10	11	6	11	8	8	11	7	10	12	8	2,7	32,45	8	3	12	9
52435	Mallama (Nariño)	26	28	25	23	31	25	36	54	40	30	55	32	35	43	35	10,3	29,77	32	23	55	32
52473	Mosquera (Nariño)	1	2	3	10	16	14	25	25	13	17	22	13	17	24	14	8,2	56,94	15	1	25	24
52480	Nariño (Nariño)	4	7	18	13	11	16	18	16	19	22	34	29	26	29	19	8,6	46,18	18	4	34	30
52490	Olaya Herrera (Nariño)	18	28	13	11	48	27	39	59	40	26	21	20	25	31	29	13,5	46,48	27	11	59	48
52506	Ospina (Nariño)	35	46	31	9	34	30	25	19	36	37	30	42	29	36	31	9,3	29,67	33	9	46	37
52520	Francisco Pizarro (Nariño)	17	20	19	7	9	14	11	26	12	20	13	26	22	21	17	6,0	35,70	18	7	26	19
52540	Policarpa (Nariño)	41	52	65	41	68	77	39	52	47	27	51	34	50	45	49	13,5	27,50	49	27	77	50
52560	Potosí (Nariño)	46	49	58	46	50	78	63	64	61	53	57	51	53	55	56	8,6	15,31	54	46	78	32
52565	Providencia (Nariño)	8	17	16	13	25	15	11	21	10	12	18	14	16	16	15	4,4	29,29	16	8	25	17
52573	Puerres (Nariño)	36	27	14	9	33	56	42	47	50	49	60	44	57	55	41	15,8	38,32	46	9	60	51
52585	Pupiales (Nariño)	74	54	96	54	84	85	81	87	95	102	92	96	87	83	84	14,5	17,32	86	54	102	48

Código	Municipio (Departamento)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Prom	DE	CV	Med	Min	Max	Rango
52612	Ricaurte (Nariño)	57	55	32	26	53	53	49	55	50	65	43	57	45	54	50	10,3	20,78	53	26	65	39
52621	Roberto Payán (Nariño)	7	3	6	7	14	11	12	23	27	17	20	13	16	14	14	6,8	49,78	14	3	27	24
52678	Samaniego (Nariño)	118	134	139	57	132	129	146	145	111	114	121	122	131	123	123	21,8	17,73	126	57	146	89
52683	Sandoná (Nariño)	142	109	106	63	102	127	122	118	109	105	111	118	120	99	111	17,8	16,06	110	63	142	79
52685	San Bernardo (Nariño)	8	9	10	22	42	29	16	17	36	29	20	32	35	31	24	11,0	45,67	26	8	42	34
52687	San Lorenzo (Nariño)	61	44	67	66	77	64	39	56	66	70	78	62	77	65	64	11,4	17,89	66	39	78	39
52693	San Pablo (Nariño)	34	53	78	40	85	92	92	98	94	73	95	63	69	60	73	21,0	28,66	76	34	98	64
52694	San Pedro de Cartago (Nariño)	26	33	23	18	39	33	25	31	29	32	24	35	33	27	29	5,6	19,22	30	18	39	21
52696	Santa Bárbara (Nariño)	6	7	8	2	7	3	10	10	9	8	11	12	10	14	8	3,3	39,16	9	2	14	12
52699	Santacruz (Nariño)	40	29	24	21	31	37	42	32	39	23	32	39	57	45	35	9,7	27,68	35	21	57	36
52720	Sapuyes (Nariño)	27	28	14	14	14	21	16	31	37	29	29	33	45	35	27	9,7	36,23	29	14	45	31
52786	Taminango (Nariño)	68	73	78	48	89	100	78	117	111	104	82	93	89	110	89	19,1	21,55	89	48	117	69
52788	Tangua (Nariño)	55	56	55	44	51	60	74	78	57	70	62	62	70	62	61	9,3	15,22	61	44	78	34
52835	San Andres de Tumaco (Nariño)	432	420	402	470	622	654	644	755	743	715	746	749	728	840	637	146,2	22,95	685	402	840	438
52838	Túquerres (Nariño)	150	108	89	95	118	205	193	223	238	208	166	210	229	233	176	54,3	30,83	199	89	238	149
52885	Yacuanquer (Nariño)	36	46	33	35	66	42	42	57	63	58	44	41	56	55	48	10,8	22,47	45	33	66	33
76001	Cali (Valle del Cauca)	10890	11177	11501	11556	11466	11571	11413	11972	12182	12291	12370	12847	12632	13736	11972	761,8	6,36	11772	10890	13736	2846
76020	Alcalá (Valle del Cauca)	92	95	76	84	86	62	82	72	71	93	116	111	91	89	87	14,7	16,91	88	62	116	54
76036	Andalucía (Valle del Cauca)	97	112	105	104	115	122	125	115	111	85	109	131	110	151	114	15,7	13,82	112	85	151	66
76041	Ansermanuevo (Valle del Cauca)	149	139	130	154	111	123	108	126	109	130	133	124	106	113	125	15,1	12,07	125	106	154	48
76054	Argelia (Valle del Cauca)	42	38	38	43	26	40	24	28	33	43	37	37	43	36	36	6,4	17,51	38	24	43	19
76100	Bolívar (Valle del Cauca)	82	75	107	104	96	86	80	78	91	85	100	90	73	95	89	10,7	12,06	88	73	107	34

Continua

Código	Municipio (Departamento)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Prom	DE	CV	Med	Min	Max	Rango
76109	Buenaventura (Valle del Cauca)	1443	1419	1448	1415	1581	1514	1334	1306	1164	1143	1155	1305	1303	1309	1346	133,2	9,90	1322	1143	1581	438
76111	Guadalajara de Buga (Valle del Cauca)	747	781	844	780	796	775	730	717	720	707	755	750	798	869	769	47,2	6,14	765	707	869	162
76113	Bugalagrande (Valle del Cauca)	116	118	135	120	125	107	130	139	121	128	122	157	153	140	129	14,1	10,94	127	107	157	50
76122	Caicedonia (Valle del Cauca)	239	223	216	209	205	239	251	229	215	233	205	215	226	217	223	13,9	6,22	220	205	251	46
76126	Calima (Valle del Cauca)	65	99	99	98	103	73	68	86	63	100	79	71	96	73	84	14,9	17,84	83	63	103	40
76130	Candelaria (Valle del Cauca)	307	305	318	320	326	329	330	383	348	299	334	341	374	418	338	33,3	9,86	330	299	418	119
76147	Cartago (Valle del Cauca)	943	876	848	945	808	874	913	841	875	842	850	893	821	914	875	42,8	4,89	875	808	945	137
76233	Dagua (Valle del Cauca)	258	226	192	193	200	178	210	220	220	205	195	202	197	212	208	19,4	9,36	204	178	258	80
76243	El Águila (Valle del Cauca)	59	57	56	54	55	58	47	39	43	51	48	52	37	55	51	7,0	13,86	53	37	59	22
76246	El Cairo (Valle del Cauca)	81	56	43	49	35	30	40	38	39	49	39	40	35	30	43	13,1	30,33	40	30	81	51
76248	El Cerrito (Valle del Cauca)	271	270	279	255	275	312	305	289	272	302	316	307	329	344	295	25,7	8,73	296	255	344	89
76250	El Dovio (Valle del Cauca)	97	69	81	79	73	65	80	62	70	79	60	45	76	57	71	12,8	18,04	72	45	97	52
76275	Florida (Valle del Cauca)	401	339	306	370	317	317	285	289	328	263	288	243	288	312	310	41,0	13,22	309	243	401	158
76306	Ginebra (Valle del Cauca)	99	74	86	109	142	100	101	92	115	88	87	98	97	126	101	17,5	17,36	99	74	142	68
76318	Guacarí (Valle del Cauca)	172	166	176	192	169	175	169	176	175	166	187	161	207	193	177	12,8	7,23	175	161	207	46
76364	Jamundí (Valle del Cauca)	399	434	511	499	488	512	499	471	561	589	575	557	551	590	517	57,5	11,13	512	399	590	191
76377	La Cumbre (Valle del Cauca)	59	66	62	75	80	77	80	61	77	64	61	76	71	74	70	7,7	10,99	73	59	80	21
76400	La Unión (Valle del Cauca)	185	198	212	182	181	211	185	223	204	194	212	214	210	224	203	15,0	7,39	207	181	224	43
76403	La Victoria (Valle del Cauca)	109	85	111	98	105	91	80	80	81	113	95	85	100	119	97	13,3	13,81	97	80	119	39
76497	Obando (Valle del Cauca)	92	94	95	98	87	70	79	73	65	97	79	70	88	80	83	11,1	13,35	84	65	98	33

Continúa

Conclusión

Código	Municipio (Departamento)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Prom	DE	CV	Med	Min	Max	Rango
76520	Palmira (Valle del Cauca)	1754	1714	1710	1788	1845	1808	1790	1868	1801	1811	1736	1780	1847	1988	1803	71,6	3,97	1796	1710	1988	278
76563	Pradera (Valle del Cauca)	285	247	279	279	257	276	296	281	279	318	259	240	233	284	272	22,9	8,40	279	233	318	85
76606	Restrepo (Valle del Cauca)	84	85	73	64	77	66	78	105	101	73	80	98	97	84	83	12,9	15,47	82	64	105	41
76616	Riofrio (Valle del Cauca)	103	82	98	100	91	81	106	95	94	73	99	81	89	127	94	13,4	14,27	95	73	127	54
76622	Roldanillo (Valle del Cauca)	210	192	286	226	207	200	218	206	218	242	197	219	196	208	216	24,1	11,17	209	192	286	94
76670	San Pedro (Valle del Cauca)	86	76	88	72	84	69	72	62	70	67	59	63	88	106	76	13,0	17,16	72	59	106	47
76736	Sevilla (Valle del Cauca)	346	307	276	289	292	310	273	231	338	265	245	306	289	272	289	32,0	11,09	289	231	346	115
76823	Toro (Valle del Cauca)	124	88	111	98	90	113	105	108	104	104	102	97	92	79	101	11,6	11,44	103	79	124	45
76828	Trujillo (Valle del Cauca)	105	92	85	91	104	114	86	85	106	94	86	84	89	92	94	9,6	10,23	92	84	114	30
76834	Tuluá (Valle del Cauca)	1166	1186	1270	1317	1206	1205	1258	1197	1197	1227	1304	1227	1186	1336	1234	53,9	4,37	1217	1166	1336	170
76845	Ulloa (Valle del Cauca)	34	37	30	27	36	25	27	34	27	26	35	39	33	23	31	5,1	16,46	32	23	39	16
76863	Versalles (Valle del Cauca)	61	48	46	41	46	52	58	41	45	50	47	47	56	38	48	6,6	13,70	47	38	61	23
76869	Vijes (Valle del Cauca)	60	49	54	56	45	40	46	52	61	42	63	58	42	61	52	8,0	15,45	53	40	63	23
76890	Yotoco (Valle del Cauca)	115	87	76	105	96	88	94	84	87	95	88	87	81	88	91	9,9	10,89	88	76	115	39
76892	Yumbo (Valle del Cauca)	434	393	464	463	479	455	482	475	491	485	445	508	450	556	470	37,5	7,99	470	393	556	163
76895	Zarzal (Valle del Cauca)	289	237	296	268	260	280	243	274	264	225	188	226	240	234	252	29,5	11,72	252	188	296	108

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de mortalidad del DANE. Prom: Promedio; DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación (%); Med: Mediana; Min: Mínimo; Max: Máximo; Rango: Max – Min.

Apéndice C. Número de defunciones anuales por grupo de causa básica y mortalidad proporcional en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2014

Año	Número de defunciones								Mortalidad proporcional							
	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total
2002	2.419	5.267	9.194	943	8.409	6.954	648	33.834	7,1	15,6	27,2	2,8	24,9	20,6	1,9	100,0
2003	2.735	5.397	9.025	842	7.424	7.551	640	33.614	8,1	16,1	26,8	2,5	22,1	22,5	1,9	100,0
2004	2.627	5.607	9.523	950	8.230	7.229	593	34.759	7,6	16,1	27,4	2,7	23,7	20,8	1,7	100,0
2005	2.784	5.546	9.564	844	6.950	7.360	484	33.532	8,3	16,5	28,5	2,5	20,7	21,9	1,4	100,0
2006	2.846	5.903	9.865	836	7.178	8.048	535	35.211	8,1	16,8	28,0	2,4	20,4	22,9	1,5	100,0
2007	2.835	6.058	9.843	807	7.260	8.026	589	35.418	8,0	17,1	27,8	2,3	20,5	22,7	1,7	100,0
2008	2.337	5.998	9.851	791	7.003	8.626	675	35.281	6,6	17,0	27,9	2,2	19,8	24,4	1,9	100,0
2009	2.337	6.313	10.114	743	7.569	8.175	760	36.011	6,5	17,5	28,1	2,1	21,0	22,7	2,1	100,0
2010	2.323	6.503	10.068	595	7.459	8.445	676	36.069	6,4	18,0	27,9	1,6	20,7	23,4	1,9	100,0
2011	2.268	6.302	10.062	626	7.423	8.323	1.001	36.005	6,3	17,5	27,9	1,7	20,6	23,1	2,8	100,0
2012	2.442	6.549	10.155	642	7.115	8.386	588	35.877	6,8	18,3	28,3	1,8	19,8	23,4	1,6	100,0
2013	2.443	6.959	10.576	545	6.879	8.671	592	36.665	6,7	19,0	28,8	1,5	18,8	23,6	1,6	100,0
2014	2.222	7.248	10.983	573	6.291	9.121	710	37.148	6,0	19,5	29,6	1,5	16,9	24,6	1,9	100,0
Total	32.618	79.650	128.823	9.737	95.190	104.915	8.491	459.424	7,1	17,3	28,0	2,1	20,7	22,8	1,8	100,0

Fuente: elaboración propia a partir de información del DANE.

Apéndice D. Número de defunciones anuales por grupo de causa básica y mortalidad proporcional, por sexo, en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2014

Número de defunciones									Porcentaje							
Hombres																
Año	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total
2002	1.378	2.500	4.544	540	7.431	3.428	343	20.164	6,8	12,4	22,5	2,7	36,9	17,0	1,7	100,0
2003	1.562	2.654	4.619	465	6.499	3.775	306	19.880	7,9	13,4	23,2	2,3	32,7	19,0	1,5	100,0
2004	1.471	2.701	4.833	524	7.290	3.635	287	20.741	7,1	13,0	23,3	2,5	35,1	17,5	1,4	100,0
2005	1.484	2.784	4.863	494	6.111	3.724	258	19.718	7,5	14,1	24,7	2,5	31,0	18,9	1,3	100,0
2006	1.633	2.891	4.992	492	6.318	4.075	282	20.683	7,9	14,0	24,1	2,4	30,5	19,7	1,4	100,0
2007	1.564	2.920	4.931	474	6.336	3.939	317	20.481	7,6	14,3	24,1	2,3	30,9	19,2	1,5	100,0
2008	1.355	2.960	4.960	478	6.143	4.337	341	20.574	6,6	14,4	24,1	2,3	29,9	21,1	1,7	100,0
2009	1.348	3.052	5.110	420	6.651	4.008	406	20.995	6,4	14,5	24,3	2,0	31,7	19,1	1,9	100,0
2010	1.305	3.084	5.123	342	6.565	4.135	355	20.909	6,2	14,7	24,5	1,6	31,4	19,8	1,7	100,0
2011	1.282	3.111	5.048	358	6.593	4.121	535	21.048	6,1	14,8	24,0	1,7	31,3	19,6	2,5	100,0
2012	1.419	3.158	5.178	378	6.347	4.069	303	20.852	6,8	15,1	24,8	1,8	30,4	19,5	1,5	100,0
2013	1.382	3.444	5.305	301	6.089	4.275	312	21.108	6,5	16,3	25,1	1,4	28,8	20,3	1,5	100,0
2014	1.212	3.507	5.552	338	5.524	4.473	384	20.990	5,8	16,7	26,5	1,6	26,3	21,3	1,8	100,0
Total	18.395	38.766	65.058	5.604	83.897	51.994	4.429	268.143	6,9	14,5	24,3	2,1	31,3	19,4	1,7	100,0

Continua

Conclusión

Número de defunciones									Porcentaje							
Mujeres																
Año	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total
2002	1.041	2.767	4.650	403	978	3.526	305	13.670	7,6	20,2	34,0	2,9	7,2	25,8	2,2	100,0
2003	1.173	2.743	4.406	377	925	3.776	334	13.734	8,5	20,0	32,1	2,7	6,7	27,5	2,4	100,0
2004	1.156	2.906	4.690	426	940	3.594	306	14.018	8,2	20,7	33,5	3,0	6,7	25,6	2,2	100,0
2005	1.300	2.762	4.701	350	839	3.636	226	13.814	9,4	20,0	34,0	2,5	6,1	26,3	1,6	100,0
2006	1.213	3.012	4.873	344	860	3.973	253	14.528	8,3	20,7	33,5	2,4	5,9	27,3	1,7	100,0
2007	1.271	3.138	4.912	333	924	4.087	272	14.937	8,5	21,0	32,9	2,2	6,2	27,4	1,8	100,0
2008	982	3.038	4.891	313	860	4.289	334	14.707	6,7	20,7	33,3	2,1	5,8	29,2	2,3	100,0
2009	989	3.261	5.004	323	918	4.167	354	15.016	6,6	21,7	33,3	2,2	6,1	27,8	2,4	100,0
2010	1.018	3.419	4.945	253	894	4.310	321	15.160	6,7	22,6	32,6	1,7	5,9	28,4	2,1	100,0
2011	986	3.191	5.014	268	830	4.202	466	14.957	6,6	21,3	33,5	1,8	5,5	28,1	3,1	100,0
2012	1.023	3.391	4.977	264	768	4.317	285	15.025	6,8	22,6	33,1	1,8	5,1	28,7	1,9	100,0
2013	1.061	3.515	5.271	244	790	4.396	280	15.557	6,8	22,6	33,9	1,6	5,1	28,3	1,8	100,0
2014	1.010	3.741	5.431	235	767	4.648	326	16.158	6,3	23,2	33,6	1,5	4,7	28,8	2,0	100,0
Total	14.223	40.884	63.765	4.133	11.293	52.921	4.062	191.281	7,4	21,4	33,3	2,2	5,9	27,7	2,1	100,0

Fuente: elaboración propia a partir de información del DANE.

Apéndice E. Número de defunciones anuales por grupo de causa básica y mortalidad proporcional, por departamento, en la región Pacífico de Colombia, periodo 2002-2014

Número de defunciones									Porcentaje							
Cauca																
Año	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total
2002	422	746	1.242	187	1.134	892	173	4.796	8,8	15,6	25,9	3,9	23,6	18,6	3,6	100,0
2003	422	734	1.297	159	1.066	977	210	4.865	8,7	15,1	26,7	3,3	21,9	20,1	4,3	100,0
2004	421	842	1.394	155	1.156	941	179	5.088	8,3	16,5	27,4	3,0	22,7	18,5	3,5	100,0
2005	497	831	1.432	173	1.027	1.041	201	5.202	9,6	16,0	27,5	3,3	19,7	20,0	3,9	100,0
2006	453	831	1.428	153	1.053	1.087	177	5.182	8,7	16,0	27,6	3,0	20,3	21,0	3,4	100,0
2007	395	858	1.279	134	1.119	1.035	213	5.033	7,8	17,0	25,4	2,7	22,2	20,6	4,2	100,0
2008	325	820	1.332	130	1.150	1.193	237	5.187	6,3	15,8	25,7	2,5	22,2	23,0	4,6	100,0
2009	302	817	1.281	160	1.243	965	336	5.104	5,9	16,0	25,1	3,1	24,4	18,9	6,6	100,0
2010	281	863	1.375	118	1.148	1.058	196	5.039	5,6	17,1	27,3	2,3	22,8	21,0	3,9	100,0
2011	274	850	1.404	113	1.049	1.047	191	4.928	5,6	17,2	28,5	2,3	21,3	21,2	3,9	100,0
2012	282	881	1.380	124	1.015	1.027	159	4.868	5,8	18,1	28,3	2,5	20,9	21,1	3,3	100,0
2013	285	942	1.477	104	913	1.095	149	4.965	5,7	19,0	29,7	2,1	18,4	22,1	3,0	100,0
2014	228	972	1.515	123	1.006	1.161	226	5.231	4,4	18,6	29,0	2,4	19,2	22,2	4,3	100,0
Total	4.587	10.987	17.836	1.833	14.079	13.519	2.647	65.488	7,0	16,8	27,2	2,8	21,5	20,6	4,0	100,0

Continua

Número de defunciones									Porcentaje							
Choco																
Año	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total
2002	119	115	317	77	251	242	27	1.148	10,4	10,0	27,6	6,7	21,9	21,1	2,4	100,0
2003	124	108	322	80	175	258	21	1.088	11,4	9,9	29,6	7,4	16,1	23,7	1,9	100,0
2004	114	103	316	90	196	250	36	1.105	10,3	9,3	28,6	8,1	17,7	22,6	3,3	100,0
2005	126	130	308	88	215	239	37	1.143	11,0	11,4	26,9	7,7	18,8	20,9	3,2	100,0
2006	132	122	347	101	190	259	41	1.192	11,1	10,2	29,1	8,5	15,9	21,7	3,4	100,0
2007	146	135	320	85	179	236	42	1.143	12,8	11,8	28,0	7,4	15,7	20,6	3,7	100,0
2008	112	147	376	103	207	256	63	1.264	8,9	11,6	29,7	8,1	16,4	20,3	5,0	100,0
2009	126	148	348	108	262	250	50	1.292	9,8	11,5	26,9	8,4	20,3	19,3	3,9	100,0
2010	125	152	316	85	191	265	60	1.194	10,5	12,7	26,5	7,1	16,0	22,2	5,0	100,0
2011	109	147	316	70	238	231	85	1.196	9,1	12,3	26,4	5,9	19,9	19,3	7,1	100,0
2012	109	131	279	91	299	236	88	1.233	8,8	10,6	22,6	7,4	24,2	19,1	7,1	100,0
2013	100	149	283	73	276	247	46	1.174	8,5	12,7	24,1	6,2	23,5	21,0	3,9	100,0
2014	120	169	337	77	237	261	84	1.285	9,3	13,2	26,2	6,0	18,4	20,3	6,5	100,0
Total	1.562	1.756	4.185	1.128	2.916	3.230	680	15.457	10,1	11,4	27,1	7,3	18,9	20,9	4,4	100,0

Continua

Número de defunciones									Porcentaje							
Nariño																
Año	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total
2002	348	748	1.329	232	1.078	1.132	273	5.140	6,8	14,6	25,9	4,5	21,0	22,0	5,3	100,0
2003	410	865	1.274	203	922	1.234	242	5.150	8,0	16,8	24,7	3,9	17,9	24,0	4,7	100,0
2004	356	846	1.401	233	968	1.205	240	5.249	6,8	16,1	26,7	4,4	18,4	23,0	4,6	100,0
2005	249	585	1.025	169	748	841	101	3.718	6,7	15,7	27,6	4,5	20,1	22,6	2,7	100,0
2006	417	924	1.431	206	1.150	1.287	156	5.571	7,5	16,6	25,7	3,7	20,6	23,1	2,8	100,0
2007	396	974	1.631	198	1.173	1.423	154	5.949	6,7	16,4	27,4	3,3	19,7	23,9	2,6	100,0
2008	323	982	1.644	151	1.133	1.478	139	5.850	5,5	16,8	28,1	2,6	19,4	25,3	2,4	100,0
2009	328	1.027	1.712	167	1.346	1.499	133	6.212	5,3	16,5	27,6	2,7	21,7	24,1	2,1	100,0
2010	324	1.075	1.702	116	1.292	1.542	149	6.200	5,2	17,3	27,5	1,9	20,8	24,9	2,4	100,0
2011	293	998	1.760	142	1.161	1.657	234	6.245	4,7	16,0	28,2	2,3	18,6	26,5	3,7	100,0
2012	328	1.058	1.838	112	997	1.700	103	6.136	5,3	17,2	30,0	1,8	16,2	27,7	1,7	100,0
2013	327	1.121	1.835	95	1.071	1.549	146	6.144	5,3	18,2	29,9	1,5	17,4	25,2	2,4	100,0
2014	287	1.192	1.896	110	980	1.808	139	6.412	4,5	18,6	29,6	1,7	15,3	28,2	2,2	100,0
Total	4.386	12.395	20.478	2.134	14.019	18.355	2.209	73.976	5,9	16,8	27,7	2,9	19,0	24,8	3,0	100,0

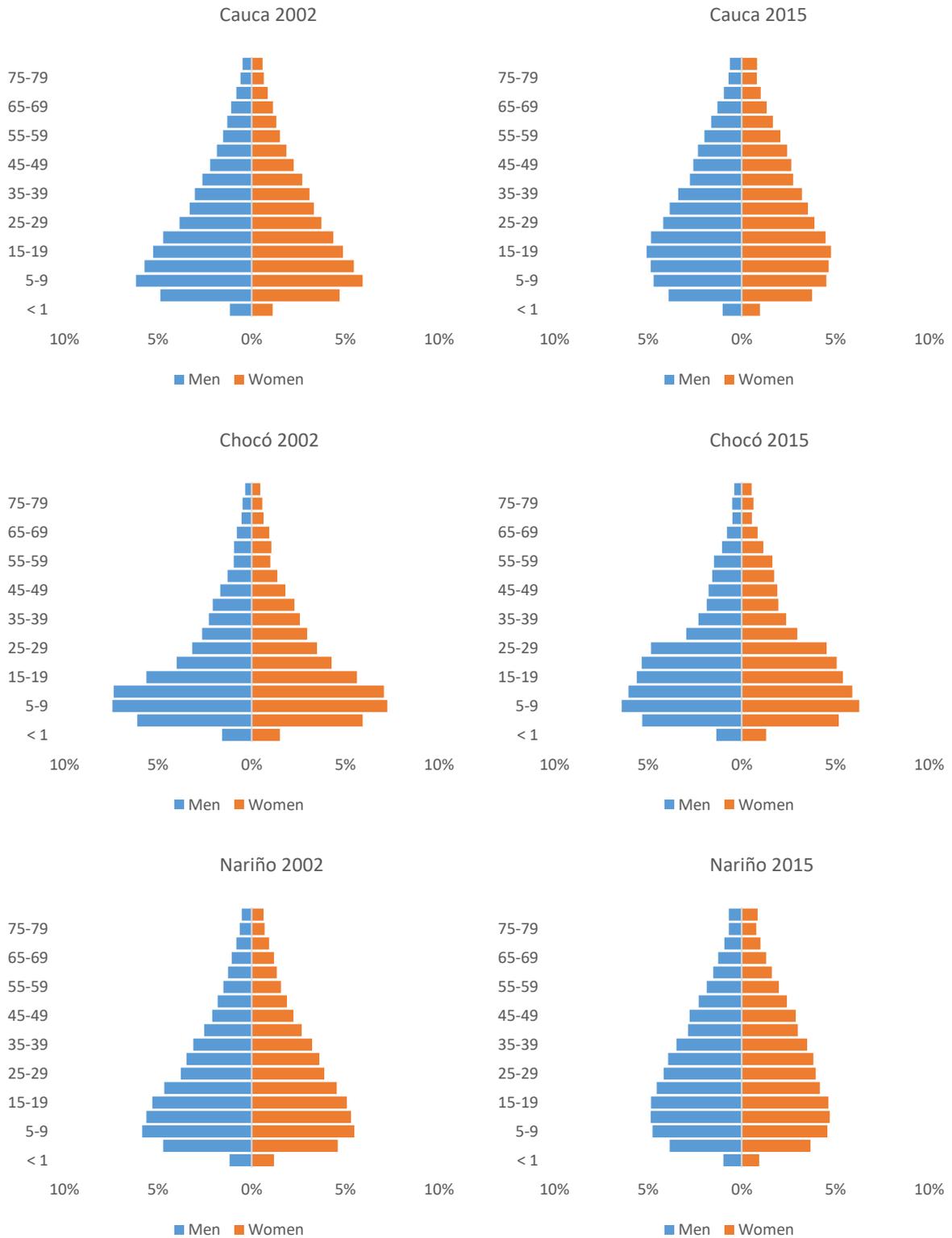
Continua

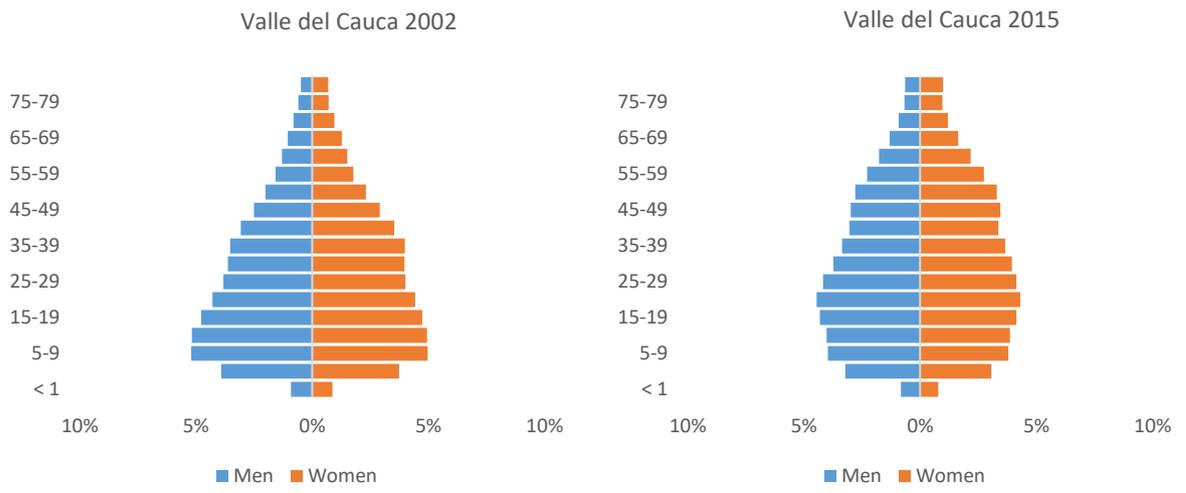
Conclusión

Número de defunciones									Porcentaje							
Valle del Cauca																
Año	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total	Transmisibles	Neoplasias	Circulatorio	Perinatal	Externas	Demas	Mal	Total
2002	1.530	3.658	6.306	447	5.946	4.688	175	22.750	6,7	16,1	27,7	2,0	26,1	20,6	0,8	100,0
2003	1.779	3.690	6.132	400	5.261	5.082	167	22.511	7,9	16,4	27,2	1,8	23,4	22,6	0,7	100,0
2004	1.736	3.816	6.412	472	5.910	4.833	138	23.317	7,4	16,4	27,5	2,0	25,3	20,7	0,6	100,0
2005	1912	4000	6799	414	4960	5239	145	23469	8,1	17,0	29,0	1,8	21,1	22,3	0,6	100,0
2006	1844	4026	6659	376	4785	5415	161	23266	7,9	17,3	28,6	1,6	20,6	23,3	0,7	100,0
2007	1898	4091	6613	390	4789	5332	180	23293	8,1	17,6	28,4	1,7	20,6	22,9	0,8	100,0
2008	1577	4049	6499	407	4513	5699	236	22980	6,9	17,6	28,3	1,8	19,6	24,8	1,0	100,0
2009	1581	4321	6773	308	4718	5461	241	23403	6,8	18,5	28,9	1,3	20,2	23,3	1,0	100,0
2010	1593	4413	6675	276	4828	5580	271	23636	6,7	18,7	28,2	1,2	20,4	23,6	1,1	100,0
2011	1592	4307	6582	301	4975	5388	491	23636	6,7	18,2	27,8	1,3	21,0	22,8	2,1	100,0
2012	1723	4479	6658	315	4804	5423	238	23640	7,3	18,9	28,2	1,3	20,3	22,9	1,0	100,0
2013	1731	4747	6981	273	4619	5780	251	24382	7,1	19,5	28,6	1,1	18,9	23,7	1,0	100,0
2014	1587	4915	7235	263	4068	5891	261	24220	6,6	20,3	29,9	1,1	16,8	24,3	1,1	100,0
Total	22083	54512	86324	4642	64176	69811	2955	304503	7,3	17,9	28,3	1,5	21,1	22,9	1,0	100,0

Fuente: elaboración propia a partir de información del DANE.

Apéndice F. Pirámides poblacionales de la distribución poblacional por sexo y edad en los departamentos de la región Pacífico de Colombia, años 2002 y 2015





Fuente: elaboración propia.

Apéndice G. Modelos ARIMA (p,d,q)

Los modelos ARIMA, también conocido como el método de Box-Jenkins, son los modelos más utilizados para el análisis de series temporales y se consideran esencialmente exploratorios.

Estos modelos *ARIMA* (p,d,q) contienen tres componentes:

- *AR*(p): Un componente autorregresivo
- *d*: Un componente integrado
- *MA*(q): Un componente de medias móviles

Modelos autorregresivos AR(p):

Un modelo autorregresivo de orden p o *AR*(p) representa el valor actual de la serie estacionaria (Y_t) como una combinación lineal de las últimas p observaciones de la serie de tiempo más un término de ruido blanco. El modelo *AR*(p) es:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t$$

Donde $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ son los parámetros del modelo (también llamados coeficientes autorregresivos) y e_t es un ruido blanco (o error aleatorio) \sim Normal (0; σ_e^2) en el tiempo t . Además, $|\phi_i| < 1$, para $i=1, 2, \dots, p$.

Modelos de media móvil MA(q):

Un modelo de media móvil de orden q o *MA*(q) representa el valor actual de la serie temporal estacionaria (Y_t) como una combinación lineal del ruido blanco actual y de los últimos q errores aleatorios. El modelo *MA*(q) es:

$$Y_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

Donde $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ son los parámetros del modelo (también llamados parámetros de medias móviles) y e_t es un ruido aleatorio \sim Normal (0; σ_e^2) en el tiempo t .

Modelos ARMA(p,q):

Con series de tiempo estacionarias se pueden combinar las estructuras de los modelos *AR*(p) y *MA*(q) para dar origen al modelo mixto autorregresivo de media móvil, denotado como *ARMA*(p,q). El modelo *ARMA*(p,q) se define así:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

Donde Y_t es una serie estacionaria; ϕ_i son coeficientes autorregresivos ($i=1,2,\dots, p$); θ_j son parámetros de medias móviles ($j=1,2,\dots, q$); y e_t es un ruido aleatorio \sim Normal ($0; \sigma_e^2$).

Finalmente, cuando las series no son estacionarias se recurre a la diferenciación de la serie temporal y al uso de los modelos ARIMA (modelo de media móvil autorregresivo integrado). Los modelos ARIMA poseen la estructura de los modelos ARMA, siendo apenas modificados por la diferenciación.

Orden de diferenciación (d):

El componente integrado (d) representa el orden de diferenciación, en otras palabras, d es el número de diferenciaciones realizadas en la serie hasta que se convierta en una serie estacionaria. Regularmente una serie no estacionaria se convierte en estacionaria en la primera o segunda diferenciación:

- La primera diferenciación ($d=1$) se obtiene así: $\nabla Y_t = (Y_t - Y_{t-1})$
- La segunda diferenciación ($d=2$) se obtiene así: $\nabla^2 Y_t = (Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-1} - Y_{t-2})$

Definiendo la d -ésima diferenciación de la serie temporal como $W_t = \nabla^d Y_t$, el modelo ARIMA (p,d,q) es:

$$W_t = \phi_1 W_{t-1} + \phi_2 W_{t-2} + \dots + \phi_p W_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

Donde W_t es una serie estacionaria; ϕ_i son coeficientes autorregresivos ($i=1,2,\dots, p$); θ_j son parámetros de medias móviles ($j=1,2,\dots, q$); y e_t es un ruido aleatorio \sim Normal ($0; \sigma_e^2$).

Apéndice H. Estadísticas de ajuste de los modelos de series de tiempo

Notación:

- Y_t es el valor observado o real en el tiempo t
- \hat{Y}_t es el valor estimado o ajustado por el modelo en el tiempo t
- n es el número de observaciones utilizadas

En las siguientes tres medidas de ajuste o precisión, menores valores indican un mejor ajuste.

Media de Error Porcentual Absoluto (MAPE)

Expresa la precisión del ajuste en términos de porcentaje del error. Por ejemplo, un MAPE de 5 indica que, en promedio, las estimaciones presentaron un error del 5%.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t} \right|}{n} \times 100 \quad ; Y_t \neq 0$$

Desvío Absoluto Medio (MAD)

Expresa la precisión de las estimaciones en las mismas unidades de los datos, lo que permite conceptualizar mejor la magnitud del error.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$$

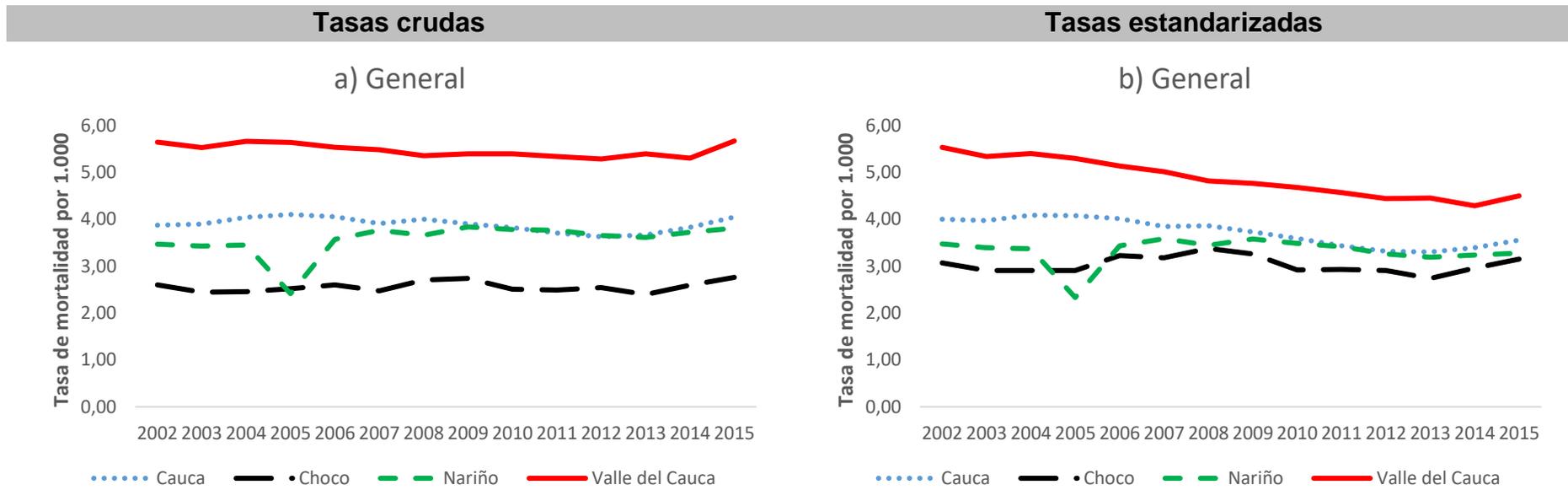
Desvío Medio al Cuadrado (MSD)

Es una medida de precisión de los errores al cuadrado, donde la existencia de datos atípicos tiene gran defecto sobre este indicador.

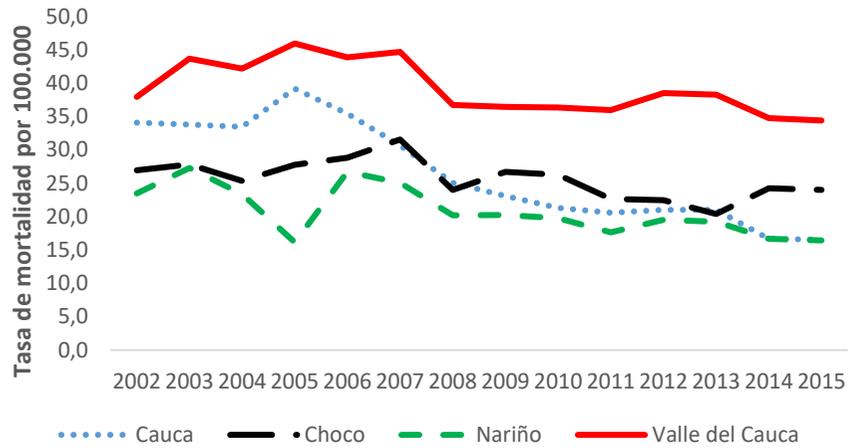
$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|^2}{n}$$

Apéndice I. Graficas con tasas anuales de mortalidad general y específicas, 2002-2015

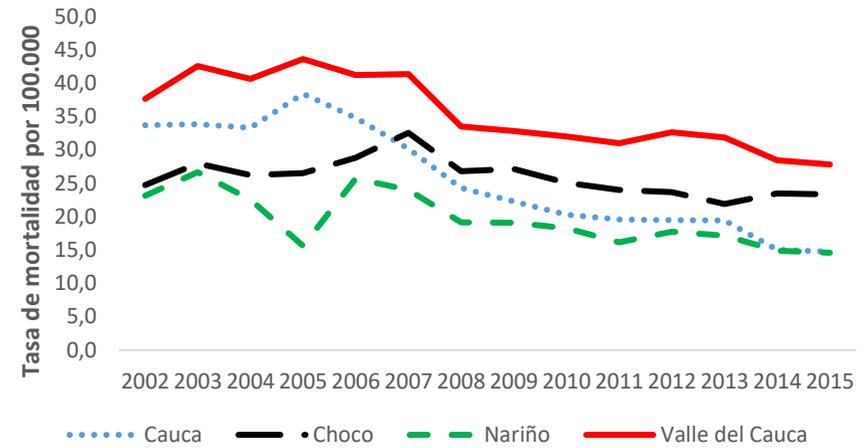
Figura 54. Tasas crudas y estandarizadas de mortalidad general y especifica en los departamentos de la región Pacifico de Colombia durante el periodo 2002-2015



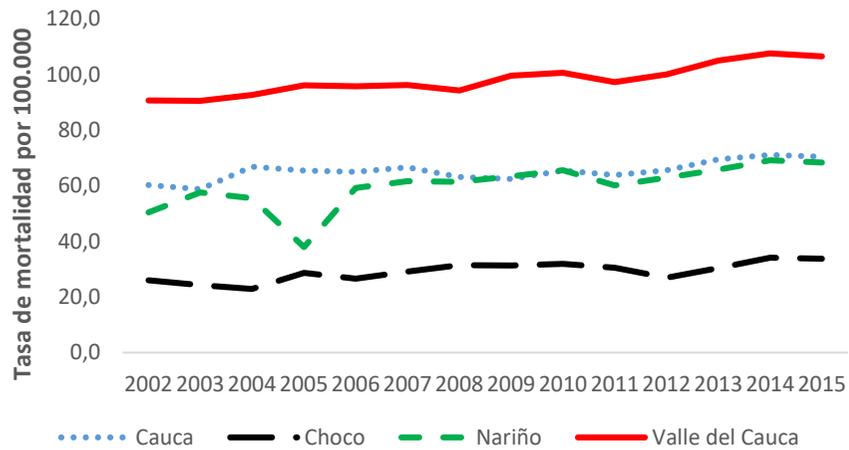
c) Transmisibles



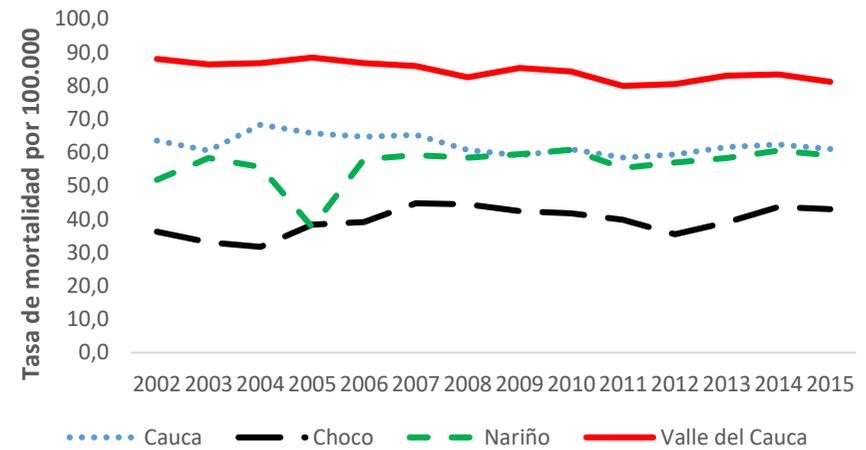
d) Transmisibles



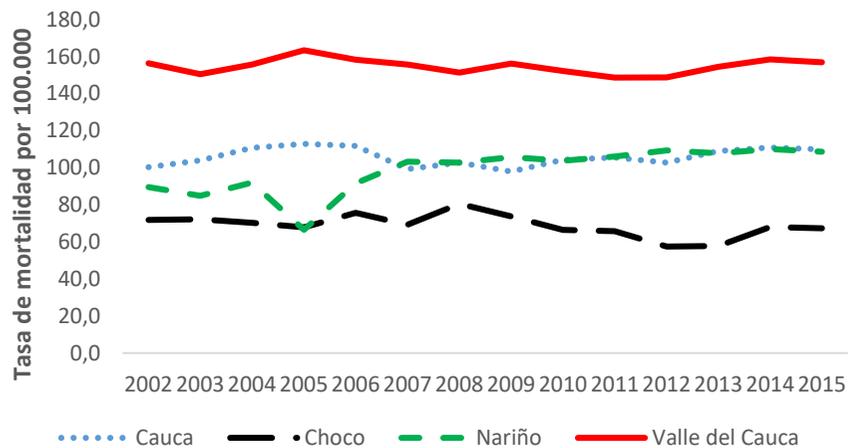
e) Neoplasias



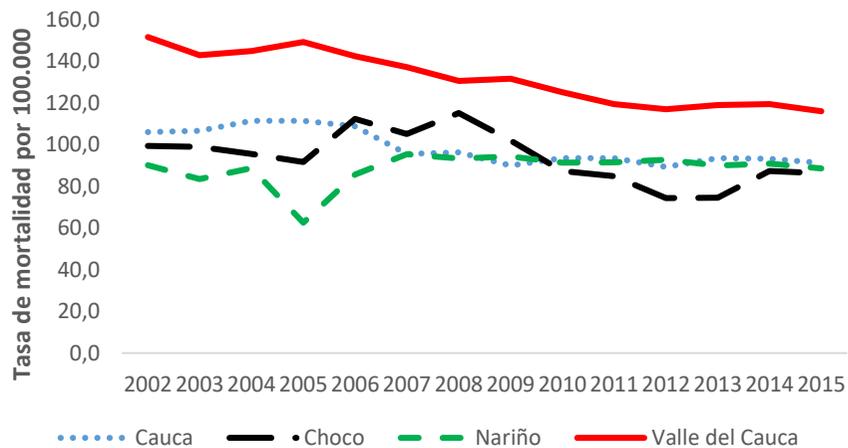
f) Neoplasias



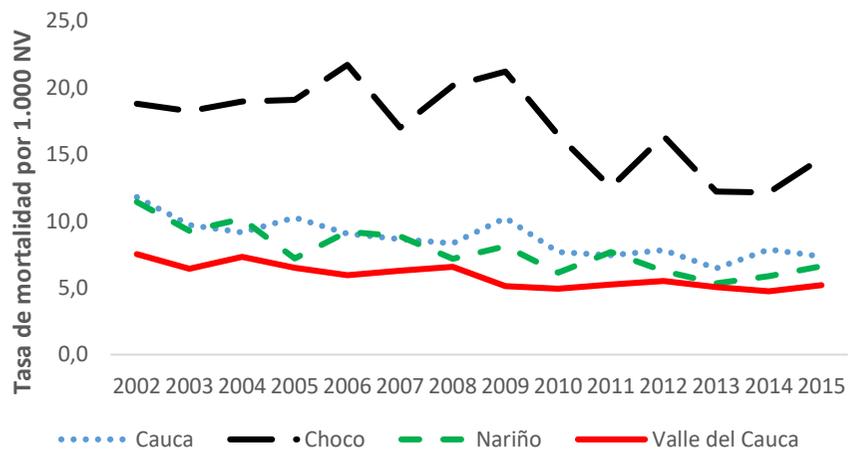
g) Sistema circulatorio



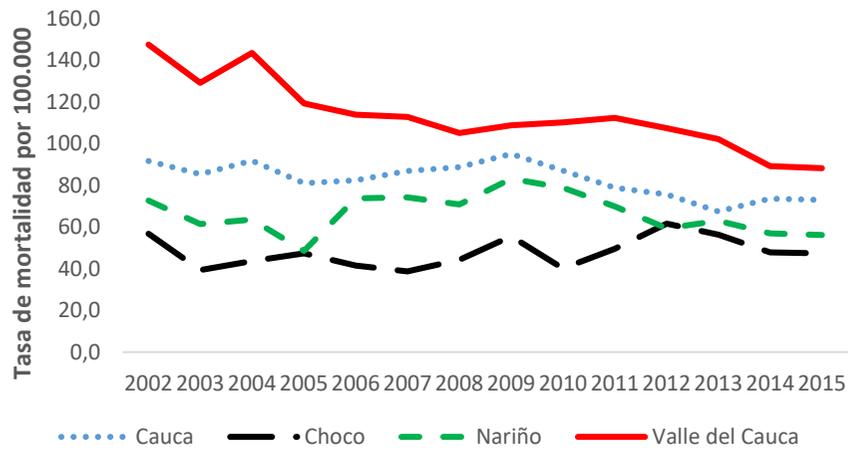
h) Sistema circulatorio



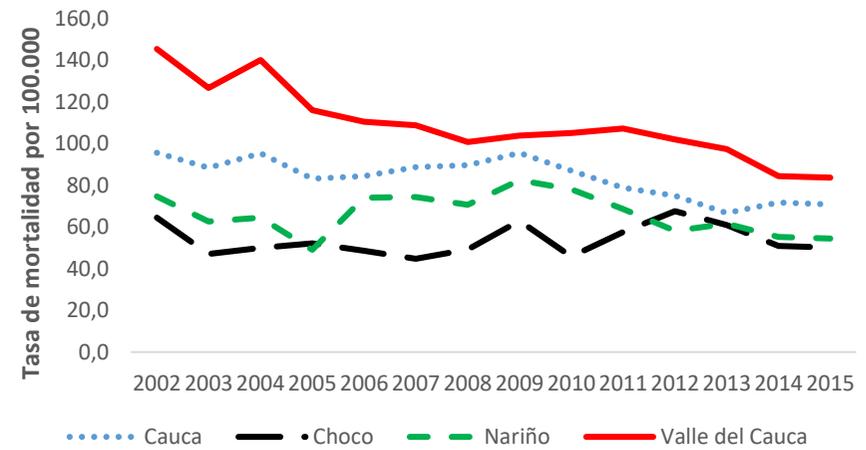
i) Perinatal



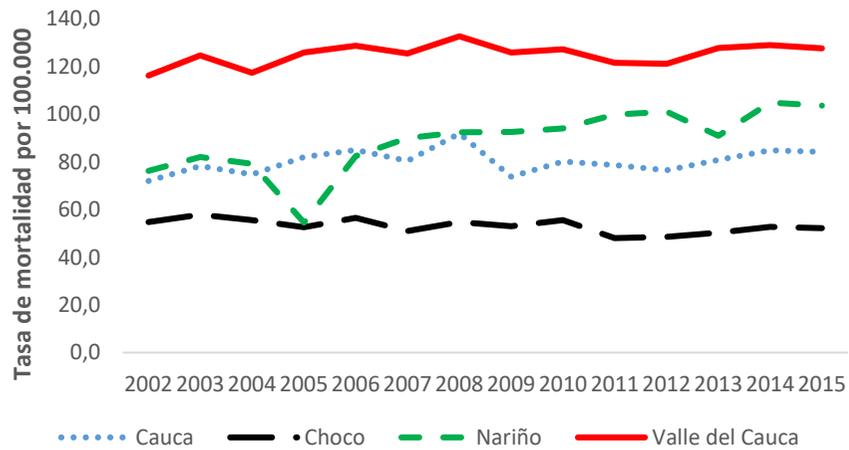
j) Externas



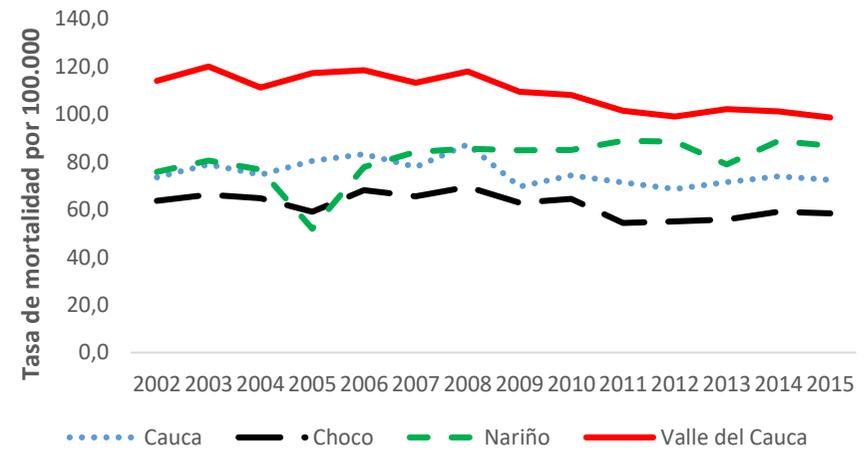
k) Externas



l) Demas



m) Demas



Fuente: elaboración propia.

Apéndice J. Uso de modelos de medias móviles y modelos ARIMA (2,1,0)

A.5.1 Uso de modelos de medias móviles

Las series temporales observadas y estimadas (\hat{Y}_t) para cada causa específica de muerte y departamento, usando los tres modelos, fueron graficadas en las Figuras 17 a 21. Para el de medias móviles con tres rezagos el acompañamiento de la serie estimada a los datos observados, en general, fue aceptable.

A.5.2 Uso de modelos ARIMA (2,1,0)

La Tabla A.1 presenta las estimaciones de los parámetros del modelo 2, ARIMA (2,1,0), donde todos ellos fueron significativos ($p < 0,001$). Las estimaciones de este modelo están más cercanas a los datos observados, en comparación con el modelo de medias móviles con 3 rezagos. Esto lo comprueban las medidas de ajuste de la **Tabla 23** que, en general, son menores para el modelo de volatilidad estocástica (SV) que para los modelos de medias móviles y ARIMA (2,1,0).

Tabla A.1. Resultados del modelo ARIMA (2,1,0) para las series de tiempo de mortalidad por causas específicas en la Región Pacífico de Colombia durante el periodo 2002-2015

Grupo	Departamento	Componente	Parámetro*	Valor	SE	T	Valor p	
Transmisibles	Cauca	AR 1	ϕ_1	-0,6617	0,0757	-8,74	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,2648	0,0757	-3,50	0,001	
	Chocó	AR 1	ϕ_1	-0,6009	0,0737	-8,15	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,3547	0,0737	-4,81	< 0,001	
	Nariño	AR 1	ϕ_1	-0,7337	0,0748	-9,80	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,3184	0,0755	-4,22	< 0,001	
	Valle del Cauca	AR 1	ϕ_1	-0,6444	0,0761	-8,46	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,2617	0,0764	-3,42	0,001	
	Neoplasias	Cauca	AR 1	ϕ_1	-0,6087	0,0754	-8,08	< 0,001
			AR 2	ϕ_2	-0,2895	0,0754	-3,84	< 0,001
		Chocó	AR 1	ϕ_1	-0,4809	0,0753	-6,39	< 0,001
			AR 2	ϕ_2	-0,2969	0,0754	-3,94	< 0,001
Nariño		AR 1	ϕ_1	-0,7133	0,0756	-9,44	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,3027	0,0756	-4,00	< 0,001	
Valle del Cauca		AR 1	ϕ_1	-0,6623	0,073	-9,07	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,3856	0,073	-5,28	< 0,001	
Sistema circulatorio		Cauca	AR 1	ϕ_1	-0,8183	0,0731	-11,20	< 0,001
			AR 2	ϕ_2	-0,3771	0,0732	-5,15	< 0,001
		Chocó	AR 1	ϕ_1	-0,6349	0,076	-8,35	< 0,001
			AR 2	ϕ_2	-0,2648	0,0762	-3,48	0,001
	Nariño	AR 1	ϕ_1	-0,5793	0,0728	-7,96	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,3804	0,0731	-5,20	< 0,001	
	Valle del Cauca	AR 1	ϕ_1	-0,5917	0,0766	-7,73	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,2387	0,0769	-3,10	0,002	

Continua

Conclusión

Grupo	Departamento	Componente	Parámetro*	Valor	SE	T	Valor p	
Externa	Cauca	AR 1	ϕ_1	-0,6474	0,0744	-8,70	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,3445	0,0744	-4,63	< 0,001	
	Chocó	AR 1	ϕ_1	-0,7302	0,0754	-9,69	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,2923	0,0755	-3,87	< 0,001	
	Nariño	AR 1	ϕ_1	-0,5881	0,076	-7,74	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,2473	0,076	-3,25	0,001	
	Valle del Cauca	AR 1	ϕ_1	-0,5844	0,0759	-7,70	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,2702	0,076	-3,56	< 0,001	
	Demás causas	Cauca	AR 1	ϕ_1	-0,5644	0,0737	-7,66	< 0,001
			AR 2	ϕ_2	-0,3753	0,0747	-5,03	< 0,001
Chocó		AR 1	ϕ_1	-0,7306	0,076	-9,62	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,2707	0,076	-3,56	< 0,001	
Nariño		AR 1	ϕ_1	-0,495	0,077	-6,43	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,2268	0,0774	-2,93	0,004	
Valle del Cauca		AR 1	ϕ_1	-0,5019	0,0772	-6,5	< 0,001	
		AR 2	ϕ_2	-0,2086	0,0772	-2,7	0,008	

Fuente: elaboración propia.

* Los parámetros estimados corresponden al modelo ARIMA (2,1,0) definido por la ecuación:

$$Y_t = Y_{t-1} + \phi_1[Y_{t-1} - Y_{t-2}] + \phi_2[Y_{t-2} - Y_{t-3}] + e_t$$

Apéndice K. Describiendo la asociación entre los componentes y los indicadores socioeconómicos

A partir del modelo de regresión con datos composicionales presentado en la ecuación (11) del capítulo 4:

$$y_{i1} = \alpha_1 + \beta_{12} \text{años} + \beta_{13} Z_1 + \beta_{14} Z_2 + \beta_{15} Z_3 + \beta_{16} Z_4 + \beta_{17} Z_5 + \beta_{18} Z_6 + \beta_{19} Z_7 + \beta_{110} Z_8 + \beta_{111} \text{Cauca} + \beta_{112} \text{Chocó} + \beta_{113} \text{Nariño}$$

$$y_{i2} = \alpha_2 + \beta_{22} \text{años} + \beta_{23} Z_1 + \beta_{24} Z_2 + \beta_{25} Z_3 + \beta_{26} Z_4 + \beta_{27} Z_5 + \beta_{28} Z_6 + \beta_{29} Z_7 + \beta_{210} Z_8 + \beta_{211} \text{Cauca} + \beta_{212} \text{Chocó} + \beta_{213} \text{Nariño}$$

$$y_{i3} = \alpha_3 + \beta_{32} \text{años} + \beta_{33} Z_1 + \beta_{34} Z_2 + \beta_{35} Z_3 + \beta_{36} Z_4 + \beta_{37} Z_5 + \beta_{38} Z_6 + \beta_{39} Z_7 + \beta_{310} Z_8 + \beta_{311} \text{Cauca} + \beta_{312} \text{Chocó} + \beta_{313} \text{Nariño}$$

$$y_{i4} = \alpha_4 + \beta_{42} \text{años} + \beta_{43} Z_1 + \beta_{44} Z_2 + \beta_{45} Z_3 + \beta_{46} Z_4 + \beta_{47} Z_5 + \beta_{48} Z_6 + \beta_{49} Z_7 + \beta_{410} Z_8 + \beta_{411} \text{Cauca} + \beta_{412} \text{Chocó} + \beta_{413} \text{Nariño}$$

$$y_{i5} = \alpha_5 + \beta_{52} \text{años} + \beta_{53} Z_1 + \beta_{54} Z_2 + \beta_{55} Z_3 + \beta_{56} Z_4 + \beta_{57} Z_5 + \beta_{58} Z_6 + \beta_{59} Z_7 + \beta_{510} Z_8 + \beta_{511} \text{Cauca} + \beta_{512} \text{Chocó} + \beta_{513} \text{Nariño}$$

Se extrapolan los cálculos de las ecuaciones (16) a (20) y se obtienen las componentes en términos de los coeficientes del modelo de la ecuación (11).

$$\pi_{i1} = [\exp(y_{i1})] / [1 + \exp(y_{i1}) + \exp(y_{i2}) + \exp(y_{i3}) + \exp(y_{i4}) + \exp(y_{i5})]$$

$$\pi_{i2} = [\exp(y_{i2})] / [1 + \exp(y_{i1}) + \exp(y_{i2}) + \exp(y_{i3}) + \exp(y_{i4}) + \exp(y_{i5})]$$

$$\pi_{i3} = [\exp(y_{i3})] / [1 + \exp(y_{i1}) + \exp(y_{i2}) + \exp(y_{i3}) + \exp(y_{i4}) + \exp(y_{i5})]$$

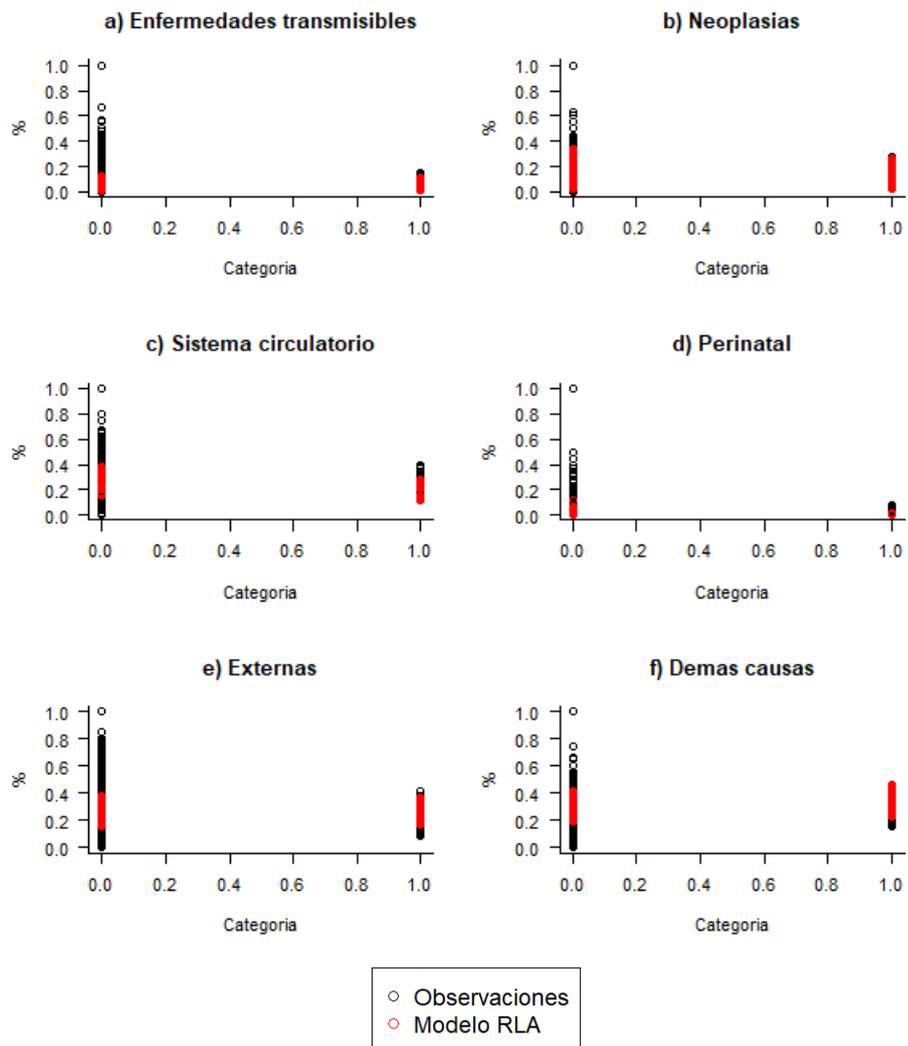
$$\pi_{i4} = [\exp(y_{i4})] / [1 + \exp(y_{i1}) + \exp(y_{i2}) + \exp(y_{i3}) + \exp(y_{i4}) + \exp(y_{i5})]$$

$$\pi_{i5} = [\exp(y_{i5})] / [1 + \exp(y_{i1}) + \exp(y_{i2}) + \exp(y_{i3}) + \exp(y_{i4}) + \exp(y_{i5})]$$

$$\pi_{i6} = 1 / [1 + \exp(y_{i1}) + \exp(y_{i2}) + \exp(y_{i3}) + \exp(y_{i4}) + \exp(y_{i5})]$$

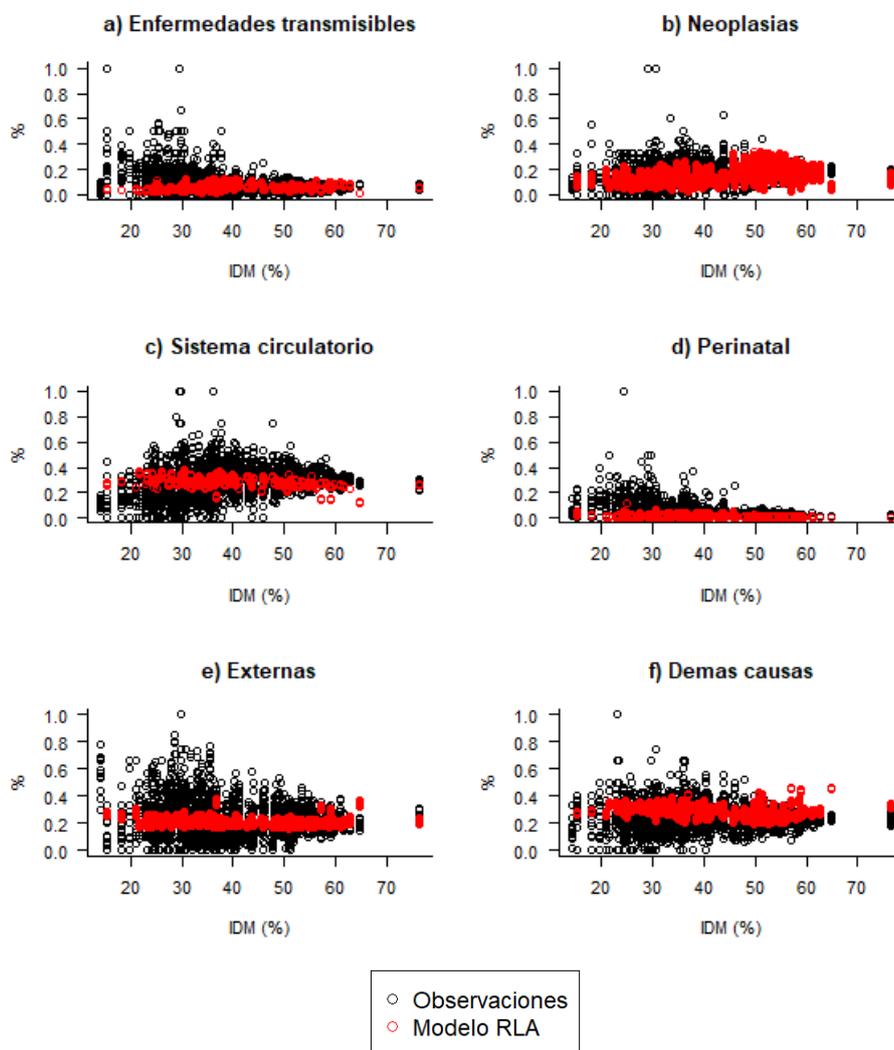
Los coeficientes de regresión usados para las siguientes graficas fueron del modelo 3 presentados en las Tablas 34 a 38.

Figura 55. Asociación entre los componentes y la categoría del municipio



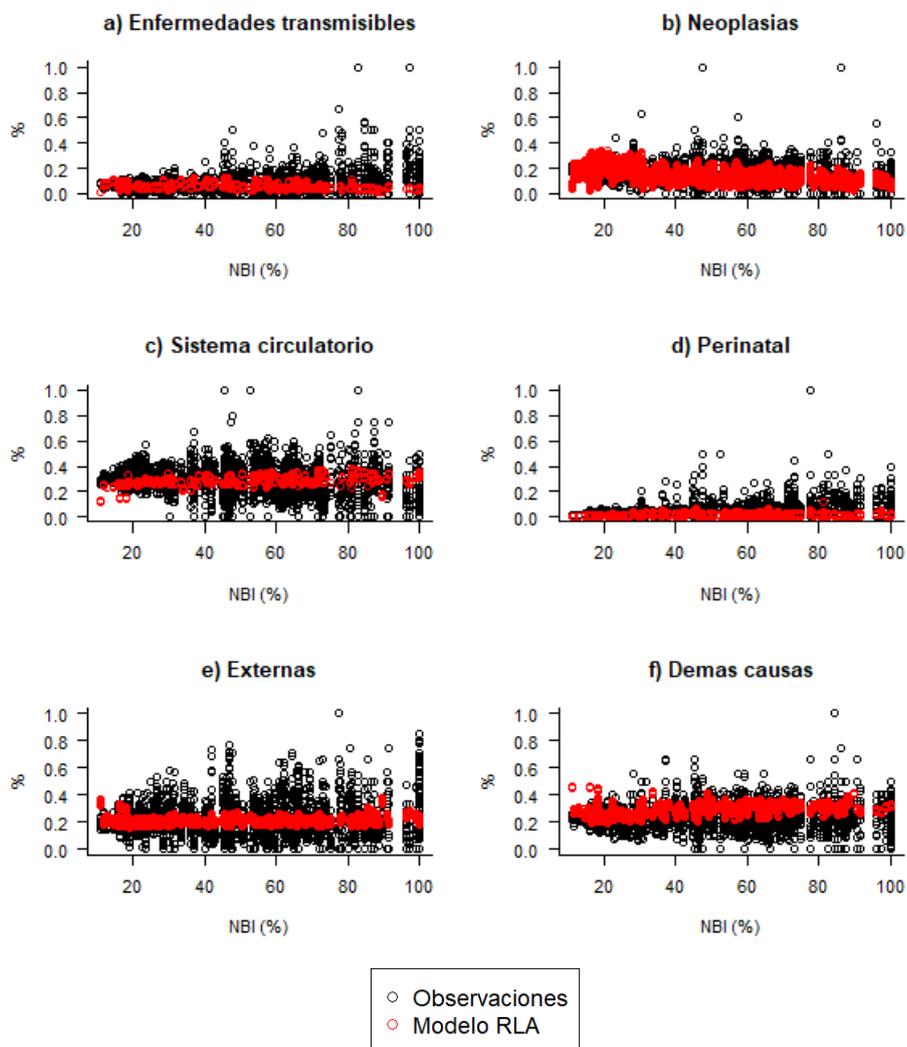
Fuente: elaboración propia.

Figura 56. Asociación entre los componentes y el Índice de Desarrollo Municipal (IDM)



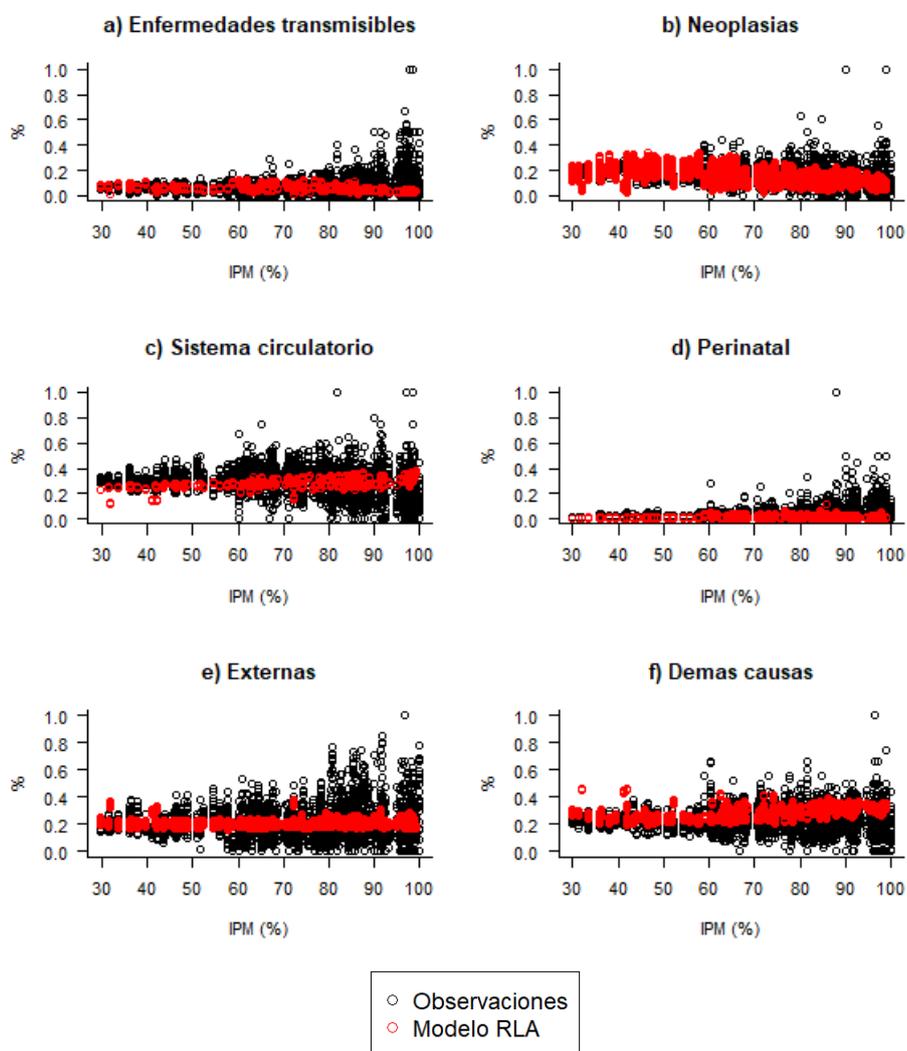
Fuente: elaboración propia.

Figura 57. Asociación entre los componentes y el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)



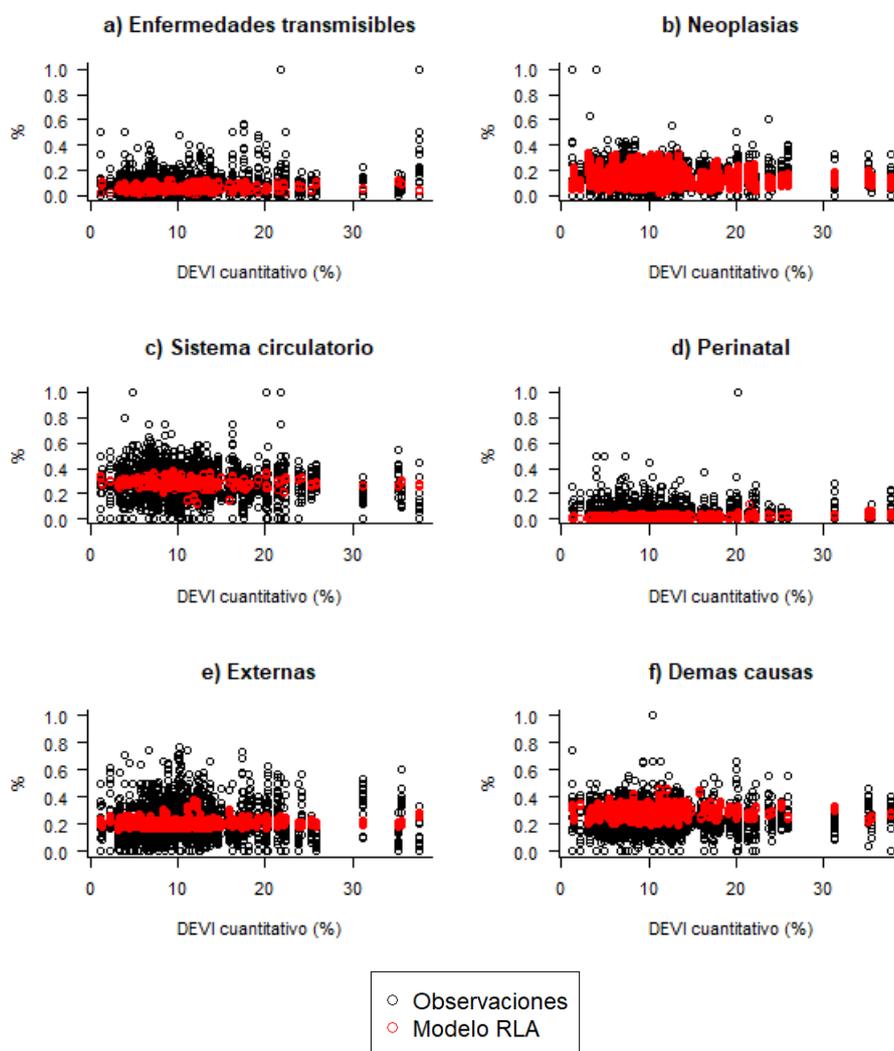
Fuente: elaboración propia.

Figura 58. Asociación entre los componentes y el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM)



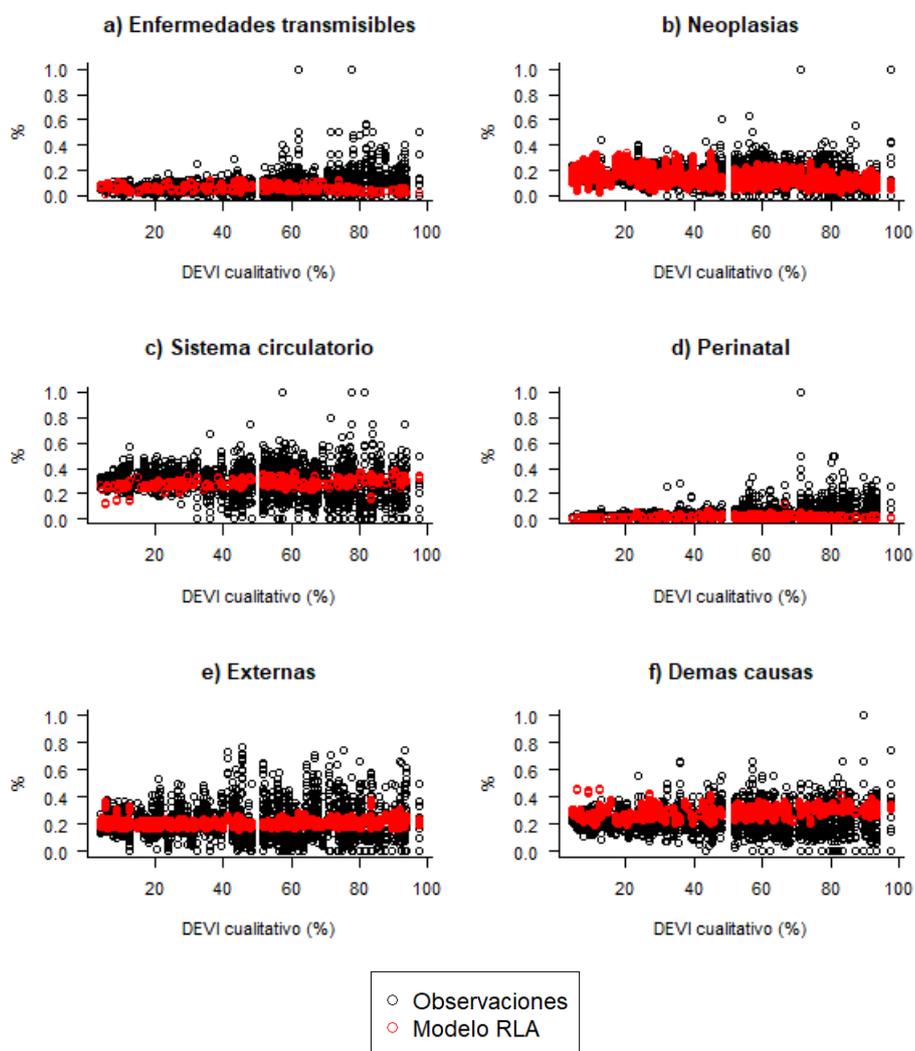
Fuente: elaboración propia.

Figura 59. Asociación entre los componentes y el Índice de Déficit de Vivienda (DEVI) Cuantitativo



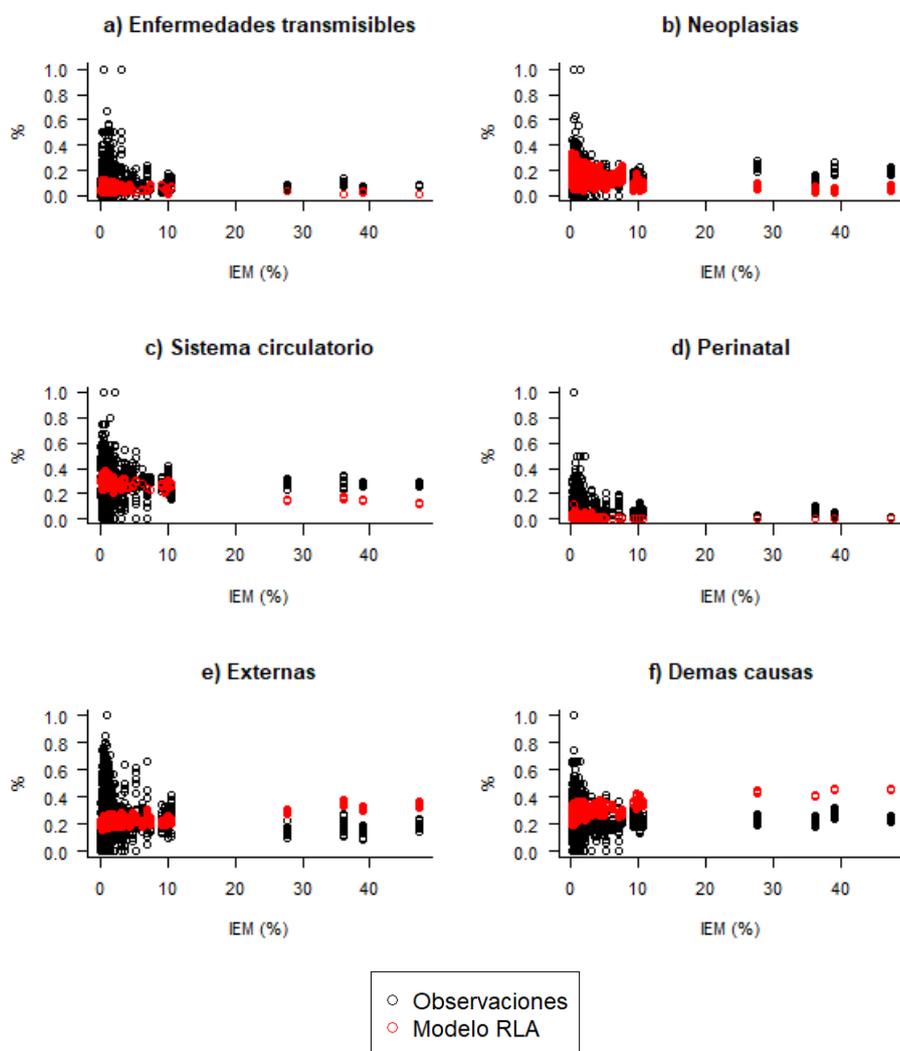
Fuente: elaboración propia.

Figura 60. Asociación entre los componentes y el Índice de Déficit de Vivienda (DEVI) Cualitativo



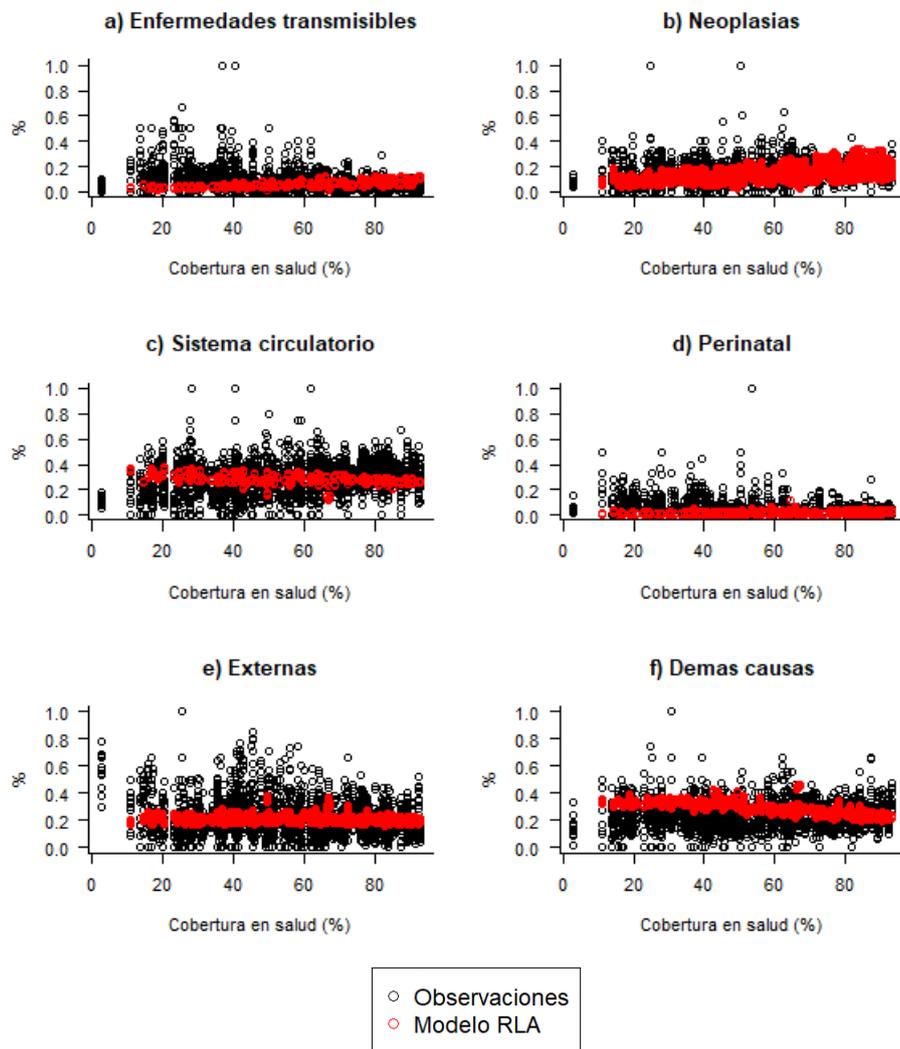
Fuente: elaboración propia.

Figura 61. Asociación entre los componentes y el Índice de Déficit de Vivienda (DEVI) Cualitativo



Fuente: elaboración propia.

Figura 62. Asociación entre los componentes y la cobertura en salud



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo A. Documento de aprovação del “Comitê de Ética em Pesquisa” del Hospital das Clínicas y de la Facultad de Medicina de Ribeirão Preto de la Universidad de São Paulo

Ribeirão Preto, Junho 17 de 2016.

Doutora

MÁRCIA GUIMARÃES VILLANOVA

Coordenador Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

- **Referência:** Solicitação de análise da necessidade de apreciação ética
- **Projeto de pesquisa:** Análise espaço-temporal das desigualdades sociais na mortalidade na região do Pacífico colombiano: um estudo ecológico 2000-2014
- **Pesquisador Responsável:** Mauricio Pérez Flórez

Cumprimentos

Participo do Programa de Pós-Graduação em Saúde na Comunidade (Doutorado Direto). O projeto em referencia (resumo anexo em espanhol e em português) está vinculado à linha de pesquisa de métodos quantitativos em saúde, baixo a orientação do professor Jorge Alberto Achcar do Departamento de Medicina Social.

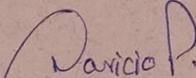
Por meio deste documento eu solicito a análise da necessidade de apreciação ética para o estudo intitulado “**Análise espaço-temporal das desigualdades sociais na mortalidade na região do Pacífico colombiano: um estudo ecológico 2000-2014**” proposto por Mauricio Pérez Flórez.

Esta solicitação se fundamenta: i) por ser um estudo descritivo retrospectivo, na minha pesquisa vou utilizar de dados secundários disponíveis para o publico no portal web do Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) da Colômbia (<http://www.dane.gov.co/>); ii) porque todos os dados serão manejados e analisados de forma anônima, sem identificação nominal dos participantes de pesquisa.

O investigador principal se compromete a utilizar os dados provenientes deste, apenas para os fins descritos e a cumprir todas as diretrizes e normas regulamentadoras, no que diz respeito ao sigilo e confidencialidade dos dados coletados.

Eu espero para uma resposta, e obrigado pela sua atenção.

Cordialmente,



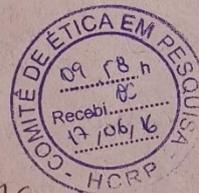
MAURICIO PEREZ FLOREZ

Resquisador responsável / Estudante: Doutorado Direto Saúde na Comunidade
Cod: 9917454

Cel: 16 99 415 52 98

E-mail USP: mperezflorez@usp.br

E-mail alternativo: mpf5000@hotmail.com



*Não há necessidade
de submissão ao CEP 2016/6*

DR^a. MÁRCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa
do HCFMRP-USP e da FMRP-USP

Marcia Villanova

Anexo B. Clasificación de la causa de muerte según la “Lista 6/67- CIE-10” de la OMS/OPS

Grupo	Subgrupo	Descripción	Códigos CIE-10
1.00		Enfermedades transmisibles	A00-B99, G00-G03, J00-J22, P35.0
	1.01	Enfermedades infecciosas intestinales	A00-A09
	1.02	Tuberculosis, inclusive secuelas	A15-A19, B90
	1.03	Ciertas enfermedades transmitidas por vectores y rabia	A20, A44, A68, A75 - A79, A82-A84, A85.2, A90 - A91, A95, B50-B57
	1.04	Ciertas enfermedades inmunoprevenibles (prevenibles por vacuna)	A33-A37, A80, B05, B06, B16, B17.0, B18.0, B26, B91, P35.0
	1.05	Meningitis	A32.1, A39, A87, B00.3, B01.0, B02.1, B37.5, B38.4, G00 - G03
	1.06	Septicemia	A40-A41
	1.07	Infecciones con modo de transmisión predominantemente sexual	A50 - A64
	1.08	Enfermedad por el VIH (SIDA)	B20-B24
	1.09	Infecciones respiratorias agudas	J00-J22
	1.10	Otras enfermedades infecciosas y parasitarias	RESTO DE (A00-B99) : A21 - A31, A32.0, A32.7 - A32.9, A38, A42 - A43, A46 - A49, A65 - A67, A69 - A74, A81, A85.0 - A85.1, A85.8, A86, A88-A89, A92 - A94, A96 - A99, B00.0 - B00.2, B00.4 - B00.9, B01.1 - B01.9, B02.0, B02.2 - B02.9, B04, B07 - B15, B17.1 - B17.8, B18.1 - B19.9, B25, B27-B36, B37.0 - B37.4, B37.6 - B37.9, B38.0 - B38.3, B38.7 - B38.9, B39 - B49, B58 - B89, B92 - B99
2.00		Neoplasias (Tumores)	C00-D48
	2.01	Tumor maligno del estómago	C16
	2.02	Tumor maligno del colon	C18
	2.03	Tumor maligno de los órganos digestivos y del peritoneo, excepto estómago y colon	C15, C17, C19 - C21, C26, C48
	2.04	Tumor maligno hígado y vías biliares	C22-C24
	2.05	Tumor maligno del páncreas	C25
	2.06	Tumor maligno de la tráquea, los bronquios y el pulmón	C33-C34
	2.07	Tumor maligno de los órganos respiratorios e intratorácicos, excepto tráquea, bronquios y pulmón	C30-C32, C37-C39
	2.08	Tumor maligno de la mama de la mujer	C50 en mujeres
	2.09	Tumor maligno del útero	C53-C55
	2.10	Tumor maligno de la próstata	C61

2.11	Tumor maligno de otros órganos genitourinarios	C51-C52,C56-C57, C60, C62-C68
2.12	Tumor maligno del tejido linfático, de los órganos hematopoyéticos y de tejidos afines	C81 - C96
2.13	Otros tumores malignos	Resto de C00-C97: C00 - C14, C40 - C47, C49, C58, C69 - C80, C97
2.14	Carcinoma-in-situ, tumores benignos y de comportamiento incierto o desconocido	D00 - D48
3.00	Enfermedades del sistema circulatorio	I00-I99
3.01	Fiebre reumática aguda y enfermedades cardíacas reumáticas crónicas	I00-I09
3.02	Enfermedades hipertensivas	I10-I15
3.03	Enfermedades isquémicas del corazón	I20-I25
3.04	Enfermedad cardiopulmonar, enfermedades de la circulación pulmonar y otras formas de enfermedad del corazón	I26-I45, I47-I49, I51
3.05	Paro cardíaco	I46
3.06	Insuficiencia cardíaca	I50
3.07	Enfermedades cerebrovasculares	I60-I69
3.08	Aterosclerosis	I70
3.09	Otras enfermedades del sistema circulatorio	I71-I99
4.00	Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	P00-P96, P35.1 - P96
4.01	Feto y recién nacido afectados por ciertas afecciones maternas	P00, P04
4.02	Feto y recién nacido afectados por complicaciones obstétricas y traumatismo del nacimiento	P01-P03, P10-P15
4.03	Retardo del crecimiento fetal, desnutrición fetal, gestación corta y bajo peso al nacer	P05, P07
4.04	Trastornos respiratorios específicos del período perinatal	P20- P28
4.05	Sepsis bacteriana del recién nacido	P36
4.06	Enfermedad hemolítica del feto y del recién nacido y kernicterus	P55 - P57
4.07	Otras afecciones originadas en el período perinatal	P08, P29, P35.1 - P35.9, P37 - P54, P58 - P96
5.00	Causas externas	V01-Y89
5.01	Accidentes de transporte terrestre, inclusive secuelas	V01 - V89, Y85.0
5.02	Otros accidentes de transporte y los no especificados, inclusive secuelas	V90 - V99, Y85.9
5.03	Caídas	W00-W19
5.04	accidentes causados por máquinas y por instrumentos cortantes o punzantes	W24 - W31
5.05	Accidentes causados por disparo de arma de fuego	W32-W34
5.06	Ahogamiento y sumersión accidentales	W65-W74
5.07	Exposición al humo, fuego y llamas	X00-X09
5.08	Envenenamiento accidental por, y exposición a sustancias nocivas	X40-X49

5.09	Complicaciones de la atención médica y quirúrgica, inclusive secuelas	Y40 - Y84, Y88
5.10	Otros accidentes, inclusive secuelas	W20 - W23, W35-W64, W75 - W99, X10 - X39, X50 - X59, Y86, Y89.9
5.11	Lesiones autoinfligidas intencionalmente (suicidios), inclusive secuelas	X60 - X84, Y87.0
5.12	Agresiones (homicidios), inclusive secuelas	X85 - Y09, Y87.1
5.13	Intervención legal y operaciones de guerra, inclusive secuelas	Y35 - Y36, Y89.0 - Y89.1
5.14	Eventos de intención no determinada, inclusive secuelas	Y10 - Y34, Y87.2
6.00	Todas las demás enfermedades	D50-D89, E00-E90, F00-F99, G04-G98, H00-H95, J30-J98, K00-K92, L00-L98, M00-M98, N00-N99, O00-O99, Q00-Q99
6.01	Diabetes mellitus	E10-E14
6.02	Deficiencias nutricionales y anemias nutricionales	E40-E64, D50-D53
6.03	Trastornos mentales y del comportamiento	F00-F99
6.04	Enfermedades del sistema nervioso, excepto meningitis	G04- G99
6.05	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	J40-J47
6.06	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	J30-J39
6.07	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	J60 - J70
6.08	Otras enfermedades respiratorias	J80 - J98
6.09	Apendicitis, hernia de la cavidad abdominal y obstrucción intestinal	K35-K46, K56
6.10	Cirrosis y ciertas otras enfermedades crónicas del hígado	K70, K73, K74, K76
6.11	Resto de enfermedades del sistema digestivo	Resto de K00-K93, i.e. K00-K31, K50-K55, K57-K66, K71, K72, K75, K80- K92
6.12	Enfermedades del sistema urinario	N00-N39
6.13	Hiperplasia de la próstata	N40
6.14	Embarazo, parto y puerperio	O00-O99
6.15	Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	Q00-Q99
6.16	Resto de las enfermedades	Resto de A00-Q99, i.e. D55 - D89, E00 - E07, E15 - E34, E65 - E89, H00 - H95, L00 - L98, M00 - M99, N41 - N99
7.00	Signos, síntomas y afecciones mal definidas	R00-R99

Fuente: elaboración propia a partir de LISTA 6/67 - CIE-10 OMS/OPS del DANE.

Anexo C. Variables contenidas en el Indicador de Desarrollo Municipal (IDM)

El Indicador de Desarrollo Municipal (IDM) es un indicador sintético desarrollado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) (207) mediante la técnica de análisis de componentes principales y análisis factorial que permite medir el desarrollo territorial de los municipios de Colombia de acuerdo con el comportamiento de las siguientes variables de tipo social y financiero:

Variables Sociales

- % de población en cabecera
- % de viviendas con acueducto
- % de viviendas con alcantarillado
- % de viviendas con servicios de energía
- % de personas sin NBI 2005 cabecera
- % de personas sin NBI 2005 resto
- Viviendas por hogar con personas presentes
- % población alfabeta
- % asistencia escolar

Variables financieras

- Ingresos tributarios per cápita (\$ corrientes)
- Inversión pública municipal per cápita
- % de no dependencia de las transferencias