

**Estado
de la
Nación**

EN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE



DECIMOCUARTO INFORME ESTADO DE LA NACIÓN EN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE

Informe Final

Variabilidad geográfica en el riesgo de morir por enfermedad cardiovascular ajustando por condiciones socioeconómicas de las áreas de salud: un análisis espacial con técnicas bayesianas

Investigadores:

*Melvin Morera Salas y
Amada Aparicio Llanos.*

*Centro Centroamericano de Población - Universidad de Costa Rica y
Caja Costarricense de Seguro Social*



CONSEJO NACIONAL DE RECTORES



*Nota: Las cifras de las ponencias pueden no coincidir con las consignadas por el
Decimocuarto Informe Estado de la Nación en el tema respectivo, debido a revisiones posteriores.
En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.*

Contenido

Material y métodos.....	4
Análisis de la información.....	5
<i>Guía para la lectura e interpretación de mapas</i>	<i>7</i>
Resultados.....	8
<i>Identificación de patrones geográficos de sobremortalidad</i>	<i>10</i>
<i>Análisis de variabilidad por área de salud.....</i>	<i>12</i>
Discusión.....	14
Agradecimiento	14
Afiliación y financiamiento.....	14
Bibliografía	15
Anexo 1	18
<i>Sintaxis de WinBUGS para el Modelo Espacial Autorregresivo con</i>	
<i>Coviables</i>	<i>18</i>
<i>Mortalidad por Enfermedad Cardiovascular.....</i>	<i>18</i>

Introducción

Uno de los indicadores más utilizados en la literatura internacional para medir las desigualdades en salud son las tasas de mortalidad por diversas enfermedades¹⁻². Este tipo de estudios se enmarcan en el enfoque de la epidemiología espacial, cuyo énfasis es la descripción y el análisis de variaciones geográficas en enfermedades o en la mortalidad respecto a factores demográficos, ambientales, del comportamiento, socioeconómicos, genéticos e infecciosos³.

El análisis en epidemiología espacial se realiza generalmente a nivel de áreas pequeñas, cuyo principal problema en el pasado había sido la inestabilidad en el cálculo de las tasas dado el bajo número de eventos o el bajo número de población en algunas unidades geográficas. No obstante, este problema ha sido solucionado gracias al reciente avance de las herramientas informáticas aplicadas a la estadística. Es así como el suavizado de tasas de mortalidad en áreas pequeñas a través de la estadística bayesiana y su representación geográfica en mapas se ha convertido en una herramienta básica en el análisis regional en salud pública⁴.

Este estudio se centra en el grupo de enfermedades cardiovasculares (ECV) por ser la primera causa de muerte en Costa Rica y cuyo comportamiento epidemiológico varía entre las diferentes poblaciones⁵. Por ejemplo, se estima que en Latinoamérica la prevalencia esta aumentando a tal punto que va a llegar a considerarse un problema de salud pública⁶.

La Organización Mundial de la Salud define a la ECV como “el rápido desarrollo de signos focales o globales de compromiso de la función cerebral, con síntomas de 24 horas o más, o que lleven a la muerte sin otra causa que el origen vascular”⁷. La manera más simple de clasificar la ECV es dividirla en isquémica y hemorrágica⁸.

Esta enfermedad causa en los países desarrollados entre el 10% y 12% del total de las muertes, de las cuales el 88% se presenta en los mayores de 65 años y entre el 10% y 40% son muertes prehospitalarias. El riesgo de muerte por ECV, es mayor durante el primer mes del evento (17-34%) y está asociado con la edad, las condiciones de salud de la población y el tipo de ECV (es mayor en los eventos hemorrágicos). Algunos estudios han determinado que el 45.1% de los casos sobreviven cinco años y que solo el 35% de los pacientes sobreviven 10 años⁹.

En el contexto costarricense se tiene que esta enfermedad produjo 38.479 defunciones en el período 2000-2007, lo que implica que en promedio 11 de cada 10 mil costarricenses han muerto anualmente por ECV. Dos de cada cinco de estas defunciones se produjeron antes de los 74 años, las cuales son consideradas como muertes evitables por existir intervenciones suficientemente efectivas para evitarlas¹⁰⁻¹².

El objetivo de esta investigación es medir la variabilidad del riesgo de muerte por ECV de cada área de salud, ajustado por el índice de desarrollo social (IDS), respecto al

nivel nacional e identificar patrones de alta mortalidad que ayuden a focalizar las intervenciones desde los servicios de salud.

El estudio realiza un análisis temporal con el fin de medir el comportamiento de las muertes por estas causas en Costa Rica en el periodo 1970-2007 y un análisis espacial del 2000 al 2007, ajustando el riesgo de morir por área de salud con la influencia de las zonas vecinas y por el efecto del índice de desarrollo social. Información que será un insumo para la generación de hipótesis para futuras investigaciones, como por ejemplo la determinación de factores de riesgo¹³⁻¹⁹ causales en la población costarricense o la profundización las causas de la variabilidad geográfica.

Material y métodos

Esta investigación se centra en el análisis de la Enfermedad Cardiovascular (ECV) que constituye la primera causa de muerte en el país. El análisis se realiza mediante mapas por área de salud (mínima unidad administrativa de la seguridad social) e incluye un indicador de riesgo de muerte estadísticamente más robusto conocido como Razón de Mortalidad Estandarizada Suavizada (RMES).

Los datos de mortalidad provienen del Centro Centroamericano de Población, la población se obtuvo de la Dirección Actuarial de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) y corresponden a proyecciones con base en el Censo de Población del 2000 y el Índice de Desarrollo Social (IDS) del año 2007 fue facilitado por el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. Las muertes por ECV corresponden a las defunciones registradas con los códigos I00-I99 de la CIE-10²⁰ para el periodo 2000-2007.

Con la información de defunciones por distrito se construyó una base de datos a nivel de área de salud (AS), separada por grupos decenales de edad y sexo. Para lo cual se consideró la sectorización de las áreas de salud establecido por la CCSS para el 2007, asignando los datos de distritos compartidos por más de un área de salud, al área con mayor porcentaje de población atendida de dicho distrito. En el caso del IDS se tomaron los datos por distrito y se agruparon por área de salud calculando un promedio ponderado con el tamaño relativo del distrito dentro de la composición del AS.

Análisis de la información

En el análisis descriptivo se calcularon tasas ajustadas por edad, sexo y proporciones. La amplitud entre las variaciones observadas se estima mediante el rango interpercentil (percentil 5/percentil 95), el coeficiente ponderado de variación y el componente sistemático de variación.

Para calcular la razón de mortalidad estandarizada suavizada²¹⁻²² (RMES) que mide el riesgo relativo de muerte por área de salud, ajustado por edad, sexo y diferencias socioeconómicas (aproximadas por el IDS), se ajustó un modelo jerárquico espacial con covariables a partir de lo propuesto por Tomas A. et al²³, el cual es un caso específico de la familia de modelos denominados “Convolution Priors” propuesta por Besag, York y Mollie²⁴. Como medida de precisión se ha calculó la probabilidad de que la RMES sea superior a 1 para cada área de salud²⁵; por tanto el proceso de estimación de la RMES permite calcular otras muchas funciones de ésta, por ejemplo su desviación típica, su intervalo de credibilidad o la probabilidad de que dicha razón sea cercana o superior a 1.

El modelo y el proceso inferencial se llevaron a cabo desde el punto de vista de la estadística bayesiana, y en concreto utilizando el método de Gibbs Sampling basado en técnicas de Monte Carlo con Cadenas de Markov.

El modelo incluye dos efectos aleatorios e incorpora información sobre la estructura geográfica de la región de estudio. El primero de los efectos induce dependencia en la RMES de zonas vecinas ya sea por respuesta a hábitos, exposiciones o factores de riesgo compartidos y refleja los factores de riesgo de efecto más allá del AS que afectan a la mortalidad de dos o más zonas vecinas. El segundo de estos efectos es independiente para cada una de las áreas en el estudio y permite que cada área tenga un comportamiento independiente del de sus zonas vecinas y refleja el efecto de factores de riesgo intra área de salud propios de cada zona y que no afectan a las zonas vecinas²⁶.

En términos algebraicos el modelo es el siguiente:

$O_i \sim \text{Poisson}(\mu_i)$

$\log \mu_i = \log E_i + \alpha + \beta \cdot \text{IDS}_i + S_i + \eta_i$

Donde O_i son las defunciones observadas, E_i las defunciones esperadas, IDS_i es la covariable, S_i es el componente espacial que utiliza la aproximación conocida como modelo condicional autorregresivo (CAR) y η_i es el componente de efectos aleatorios para el cual se asume una distribución a priori Normal.

En cuando a la modelización del componente S_i , se asume una dependencia espacial por la que las estimaciones del riesgo en un área determinada dependen de las áreas vecinas. De forma que los pesos (o ponderaciones espaciales) son máximos (igual a la unidad) si las áreas son adyacentes y mínimos (igual a cero) en otro caso²⁷.

En términos algebraicos el modelo es el siguiente:

$$S_i | S_{-i} \rightarrow N(\bar{S}_i, \omega_s^2 | m_i)$$

$$\text{Donde: } S_{-j} = (S_1, \dots, S_{j-1}, S_{j+1}, \dots, S_n); \bar{S}_j = \sum_{i \in \delta_j} S_i; \delta_j$$

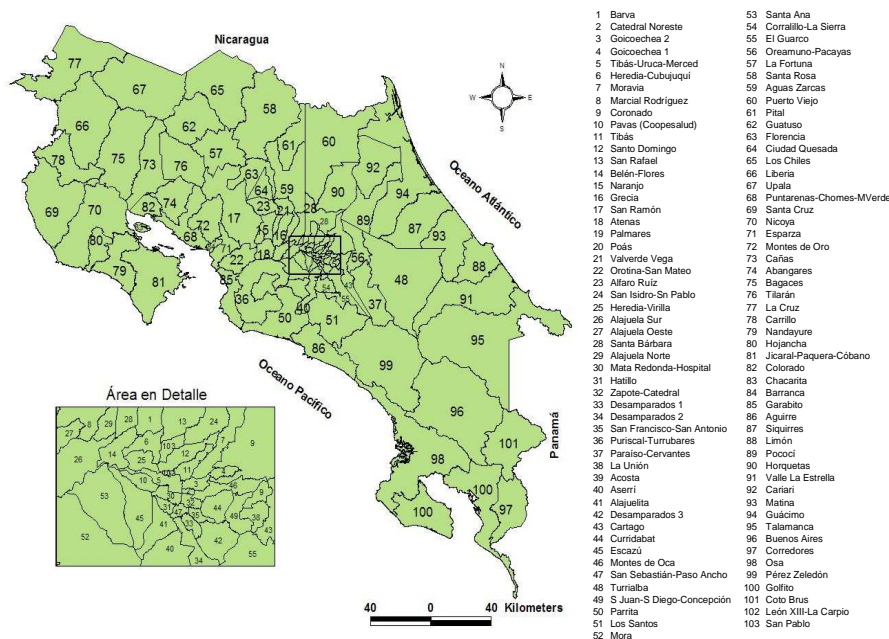
Es el conjunto de áreas vecinas (adyacentes) al área j , y m_i es el número de vecinos.

El resultado del modelo nos brinda un riesgo relativo suavizado que el efecto que puedan tener las áreas vecinas sobre la mortalidad y los factores propios del área de salud que hacen que tenga un riesgo de muerte específico. Además, se incorpora el efecto de diferencias socioeconómicas en el indicador de desarrollo social entre AS.

Los cálculos de las medidas de mortalidad y los indicadores de variabilidad geográfica se realizaron en Microsoft Excel y en el programa estadístico SPSS versión 13.0. El modelo bayesiano se estimó mediante el software de libre distribución WinBUGS 1.4²⁸. Se utilizó un calentamiento de 10,000 iteraciones y las estimaciones de los coeficientes se basan en las 100,000 iteraciones siguientes.

En cuanto a la representación geográfica se utilizó el mapa de Costa Rica segregado por área de salud (figura 1) para representar la RMES y la probabilidad de que este sea mayor a la unidad, con el fin de facilitar la interpretación en caso de obtener patrones de mortalidad por ECV. Para esto se utilizó el sistema de información geográfica ArcView 3.3 ESRI, con la georeferenciación del Proyecto de Investigación en Farmacoeconomía del Centro Centroamericano de Población de la Universidad de Costa Rica. Este mapa utilizó como base para la georeferenciación el Proyecto Lambert Costa Rica Norte Datum Ocotepique.

Figura 1. Representación geográfica de las áreas de salud asociadas a un número que se corresponde con su nombre de identificación. Costa Rica.



Guía para la lectura e interpretación de mapas

Los mapas utilizados en este estudio dividen al país en 103 áreas de salud, que corresponden a la mínima unidad administrativa de la CCSS, responsable de la atención en salud a las personas en el primer nivel. El primer mapa (figura 1), identifica las AS con un número, el cual se corresponde con su nombre y unidad programática.

Dado, que el centro del país concentra un número de áreas de salud importante en una zona geográfica poco extensa, se presenta un corte ampliado del mapa, el cual se denomina área en detalle.

La forma correcta de leer las figuras 2 y 3, es la siguiente: a mayor intensidad de color mayor es la RMES y a menor intensidad de color menor es la RMES.

El segundo mapa (Figuras 2), nos permite determinar si existen patrones de riesgo diferenciado de morir por ECV, medido por la RMES. Aquellas AS que presentan mayor riesgo de morir por la ECV se representan en un tono mas intenso (marrón) y las de menor riesgo en un tono menos intenso (naranja más pálido). Se seleccionaron como puntos de corte los valores de 0.7, 0.9, 1.1 y 1.4. Estos valores representan un riesgo de defunción de aproximadamente un 10% y un 40% inferior y un exceso de defunción del 10% y 40% respecto al promedio nacional.

El tercer mapa (Figura 3), muestra la probabilidad de que un AS presente una RMES por ECV mayor al promedio nacional. Al igual que el anterior esta representado en cinco categorías y se representan con una degradación que va desde el verde lima hasta el verde oscuro, los cuales se corresponden con los puntos de corte de 0.25, 0.5, 0.75, y 0.95. Es decir entre mayor sea el número (mas cercano a 1) mayor es la probabilidad de que presente sobremortalidad (verde oscuro). La probabilidad de que la razón de mortalidad sea superior a la unidad, como indicador nos proporciona una valoración de la variabilidad de la estimación de la RMES, pero además tiene una interpretación muy útil ya que cuantifica la significatividad del exceso de riesgo de defunción que encontramos en cada AS. Así, los valores altos de esta probabilidad indican una gran evidencia de exceso de riesgo de defunciones respecto al total del país.

En el cuarto mapa (Figura 4), se utiliza el tipo de etiquetado empleado generalmente en la clasificación de atención a la urgencia, conocida internacionalmente como triage²⁹ la cual no es una técnica sino una clasificación que sigue un criterio cromático internacional establecido por prioridad, donde el color rojo representa una acción de extrema atención y el color verde se considera de atención no urgente, mientras que el color amarillo requiere de atención mas no con la misma prioridad que el caso rojo. Se utilizó este criterio de priorización con la finalidad de llamar la atención sobre aquellas AS que presentan sobremortalidad (rojo) e inframortalidad (verde) y las AS que resultaron no estadísticamente significativas con respecto al promedio nacional (amarillo). Las áreas clasificadas con inframortalidad son aquellas cuya RMES tiene un intervalo de credibilidad, con probabilidad del 95%, que está por debajo de la unidad.

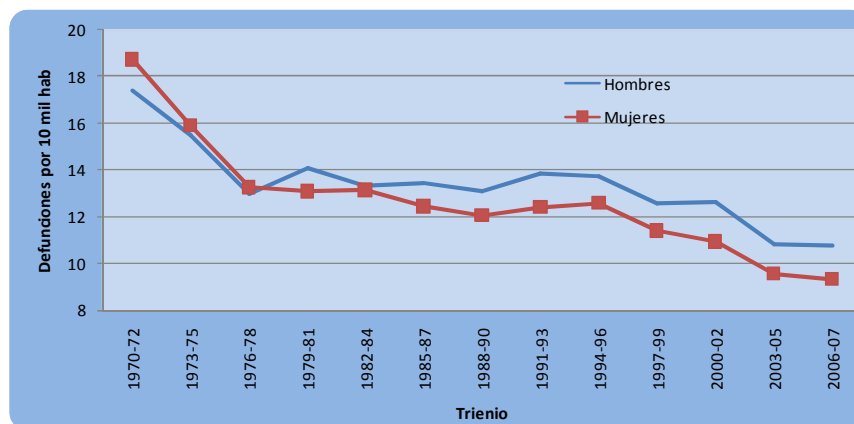
Las áreas con sobremortalidad presentan un intervalo de credibilidad de la RMES superior a la unidad y el último grupo son las AS en cuyo intervalo de credibilidad está contemplada la unidad (es decir no hay evidencia para afirmar que el riesgo sea diferente al promedio nacional).

Resultados

En el período 2000-2007 se produjeron 20,861 defunciones por enfermedades cardiovasculares en hombres y 17,618 en mujeres. El número de defunciones anuales por esta patología entre los hombres es superior en cerca de 3,243 muertes respecto al número observado entre las mujeres, y las tasas estandarizadas de mortalidad en los hombres son 1.15 veces las observadas en las mujeres.

La tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares ha venido en descenso desde aproximadamente 18 por 10 mil habitantes a principios de década de los 70 del siglo pasado, a tasas cercanas al 10 por 10 mil habitantes en el 2007. En el gráfico 1, se observa que el descenso en la mortalidad fue mayor entre 1970 y 1978, luego tuvo un período de relativa meseta durante casi dos décadas, para volver a decrecer a mayor ritmo a partir de 1995. También se observa que a inicios del periodo estudiado las mujeres tenían una tasa superior a los hombres, pero a partir de 1978 esta relación se invierte y además, la brecha entre sexos se amplía conforme evoluciona el tiempo.

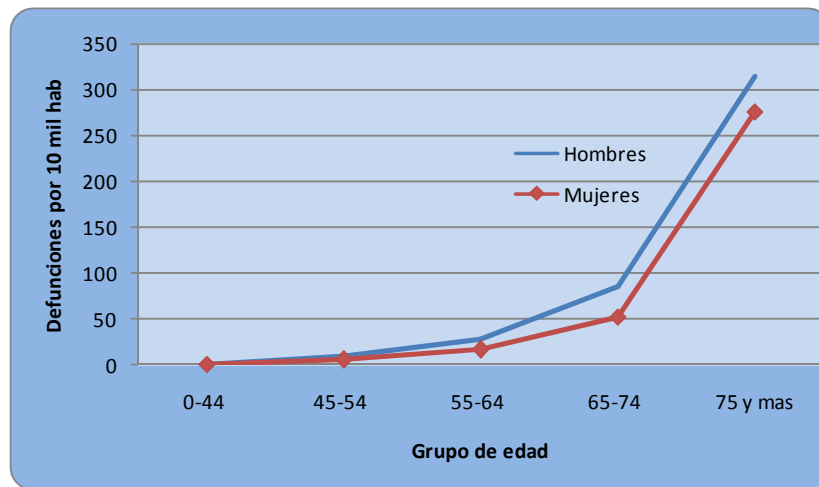
Gráfico 1. Evolución de las tasas de mortalidad por enfermedad cardiovascular ajustadas por edad. Costa Rica 1970-2007.



Cuando se desagregan las tasas de mortalidad por grupos de edad se observa que a partir de los 55 años, las tasas empiezan a acelerarse, concordante con el proceso de “envejecimiento” (gráfico 2). También se observa que los hombres para todos los grupos de edad presentan mayores tasas de mortalidad que las mujeres y este fenómeno se da mayormente en grupos intermedios de edad, debido a que la edad es un factor de riesgo en la ECV. Los ataques cardiacos en personas jóvenes son sufridos

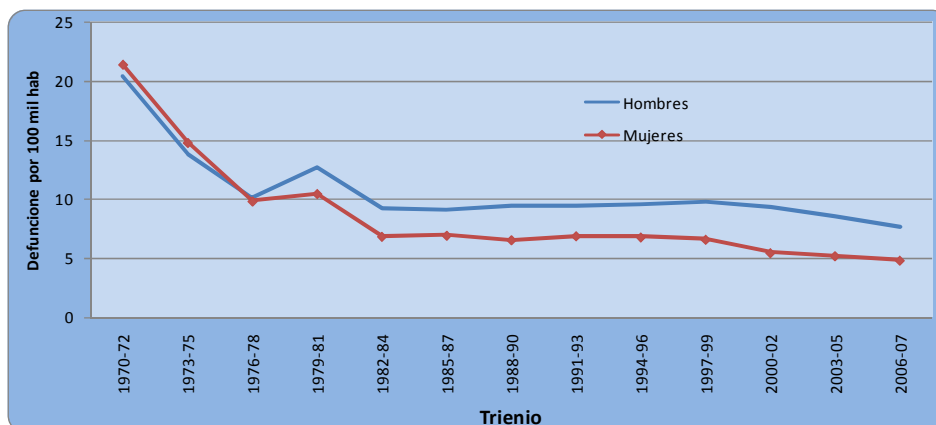
principalmente por varones, y aumentan en forma lineal con la edad. Los hombres por debajo de los 50 años tienen una incidencia más elevada de afecciones cardiovasculares que las mujeres en el mismo rango de edad - entre tres y cuatro veces más -. A partir de la menopausia, los índices de enfermedades cardiovasculares son sólo el doble en hombres que en mujeres de igual edad. En general, se ha comprobado que las complicaciones clínicas de la arteriosclerosis aparecen en la mujer con 10-15 años de retraso con respecto al hombre³⁰.

Gráfico 2. Tasas de mortalidad específicas de la enfermedad cardiovascular por grupo de edad según sexo. Costa Rica 2000-2007.



Es importante destacar que a pesar de que las tasas de mortalidad se incrementen drásticamente a partir de los 55 años, no debemos ignorar que existen defunciones en edades inferiores que son perfectamente evitables con las adecuadas intervenciones del sistema de salud. En la gráfico 3, se observa que al igual que en la tasa global de mortalidad en el grupo de personas menores a 45 años se presenta un decrecimiento en la mortalidad en el período 1970-2007, pero que en el año 2007 aún persisten tasas de ocho y cinco por 100 mil habitantes en hombres y mujeres respectivamente.

Gráfico 3. Evolución de las tasas específicas de mortalidad por enfermedad cardiovascular de cero a 44 años edad. Costa Rica 1970-2007.



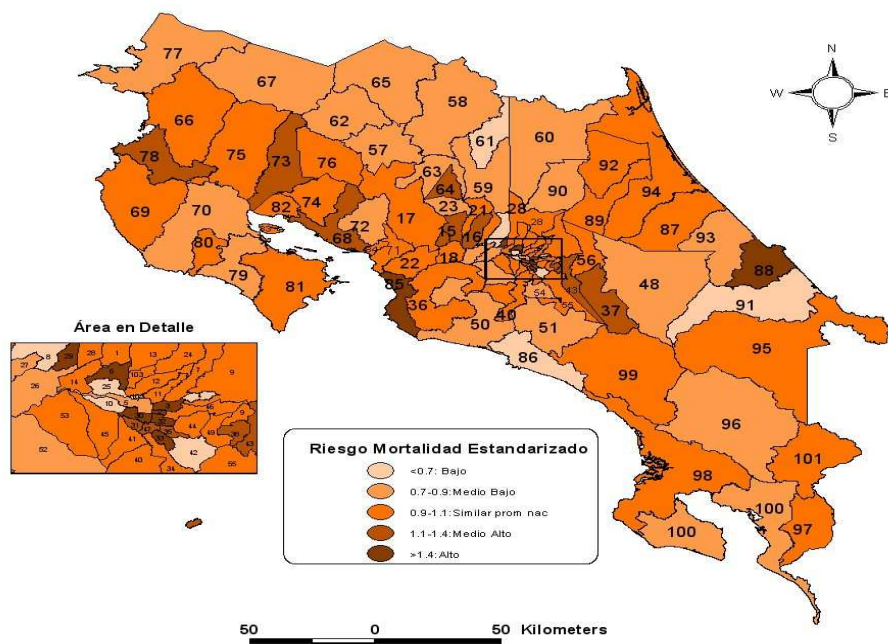
Identificación de patrones geográficos de sobremortalidad

En el cuadro 1 del anexo se detalla la información que se usó para elaborar los mapas. La información está desagregada por AS e incluye el número de defunciones, las personas-año de cada área, la RMES con sus intervalos de credibilidad, la probabilidad de que la RMES sea superior a uno y la clasificación de áreas con sobre e inframortalidad.

Es importante destacar que con los resultados del modelo bayesiano se determinó una relación positiva y estadísticamente significativa entre defunciones por enfermedades cardiovasculares y el índice de desarrollo social a nivel de área de salud. Este efecto queda incorporado dentro de la RMES que se calculó posteriormente y que sirve de base para la representación geográfica.

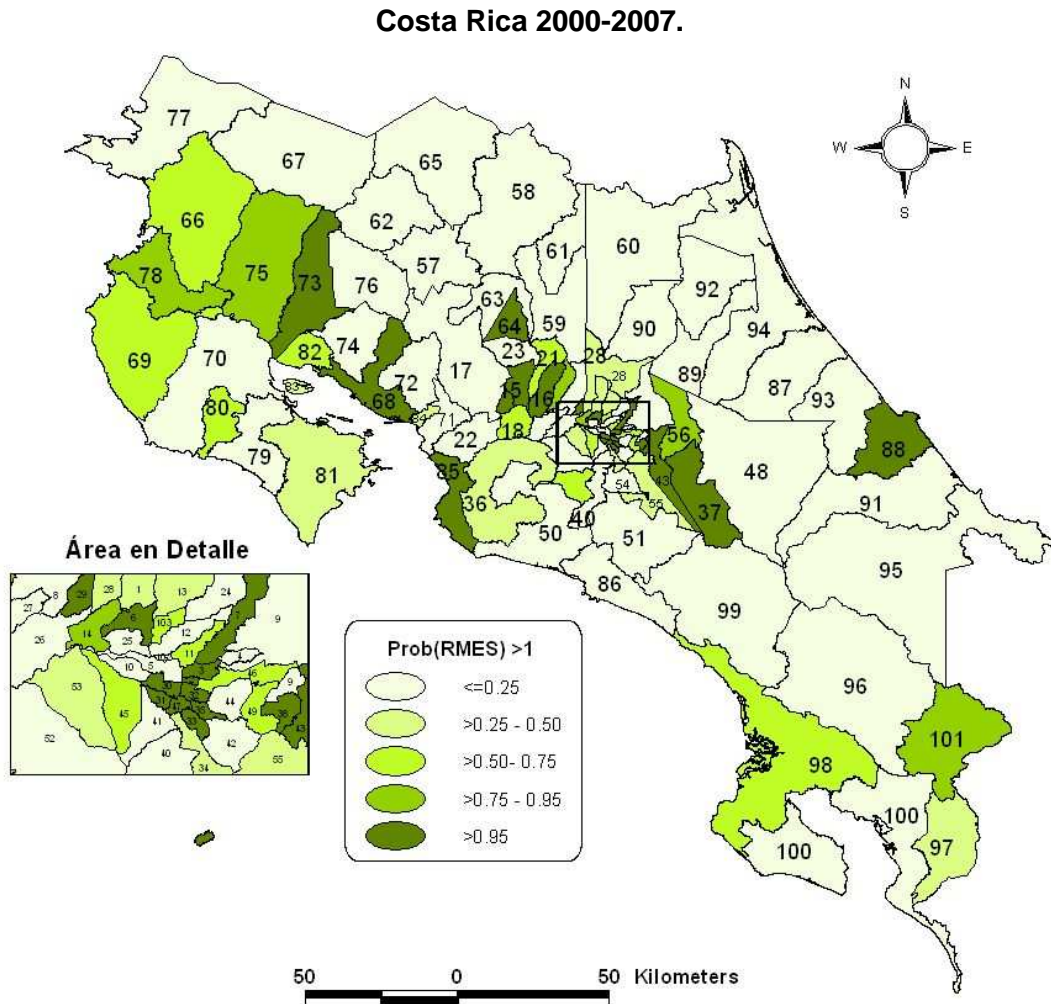
Como se mencionó anteriormente, uno de los principales objetivos de la elaboración de mapas con tasas de mortalidad es la identificación de posibles patrones geográficos con excesos de riesgo respecto al nivel nacional que no es fácil de identificar a través de la información en tablas. En la figura 2, se observa un gran contraste visual ya sea porque la mortalidad esté por encima o por debajo del promedio nacional. No obstante, en algunas zonas se presenta uniformidad en la intensidad de color lo que sugiere la posibilidad de patrones de alta o baja mortalidad. Tal es el caso de las áreas de salud con baja mortalidad (RMES <1) que se presentan en la frontera norte con Nicaragua (colores claros). También se puede observar patrones de alta mortalidad (RMES >1) en el Pacífico Central y Norte y Centro del país (colores de mayor intensidad).

Figura 2. Áreas de salud con razón de mortalidad estandarizada suavizada, en la enfermedad cardiovascular. Costa Rica 2000-2007.



Dado que el proceso de estimación de la RMES se realizó con técnicas bayesianas, resulta posible calcular otras muchas funciones de ésta como fue el caso de la probabilidad de que dicha razón sea cercana o superior a 1. Este valor nos da la significatividad del exceso de riesgo de defunción que encontramos en cada área de salud. Así, los valores altos de esta probabilidad indican gran evidencia de exceso de riesgo de defunciones respecto al total del país. En la figura 3, se observa un predominio de colores oscuros mayoritariamente en el valle central, en las zonas pacífico central y norte, lo cual reafirma el patrón geográfico de alta mortalidad respecto al nivel nacional identificado antes.

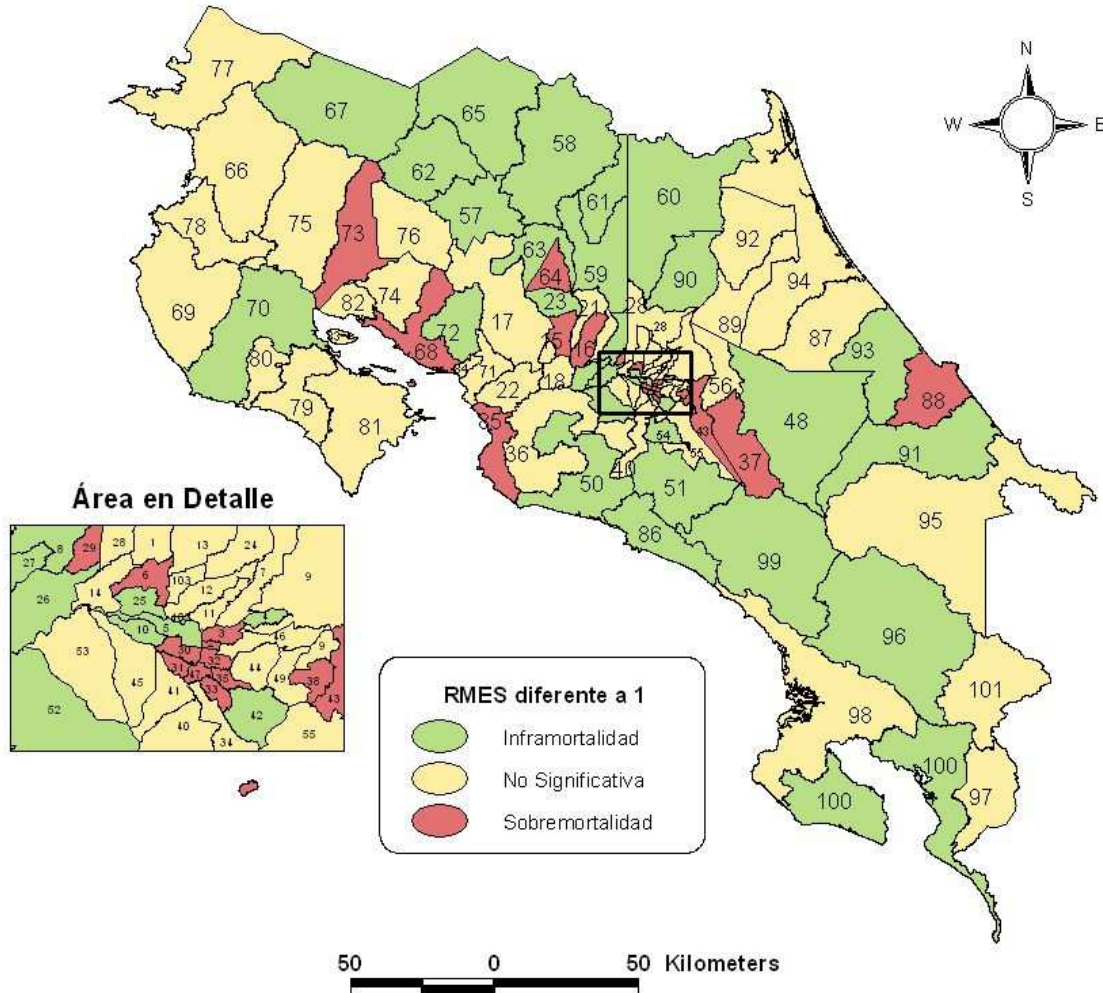
Figura 3. Áreas de salud con probabilidad de presentar sobremortalidad.



Una de las ventajas de estimar la RMES y sus intervalos de credibilidad, es el haber podido identificar las áreas de salud con sobre e inframortalidad. Las cuales se representan en la figura 4, donde las áreas con sobremortalidad (rojo) se ubican en el centro del país y la zona pacífico central, mientras que las áreas con inframortalidad (verde) se ubican principalmente en la zona norte (frontera con Nicaragua) y pacífico sur.

Figura 4. Áreas de salud con razón de mortalidad estandarizada suavizada, en la enfermedad cardiovascular significativamente diferente al promedio nacional.

Costa Rica 2000-2007.



Análisis de variabilidad por área de salud

Después de ajustar el riesgo de muerte en enfermedades cardiovasculares por edad, sexo y por el índice de desarrollo social, se muestran grandes diferencias de mortalidad entre áreas de salud, medido por indicadores como el rango interpercentil (P_{95}/P_5) y el coeficiente de variación. Es decir, que eliminando los valores extremos, se presentan diferencias de hasta 3 veces el riesgo de morir entre áreas de salud y además, estas variaciones no son debidas al azar dado que la prueba de significancia de esas diferencias resultó estadísticamente significativo al 99% (cuadro 1).

Cuadro 1. Medidas cuantitativas de variación del índice de mortalidad estandarizado suavizado por enfermedad cardiovascular. Costa Rica 2000-2007.

Indicadores	Ambos sexos
Tasas	
Mínimo	0.35
Percentil 5	0.57
Percentil 25	0.84
Mediana	0.97
Percentil 75	1.07
Percentil 95	1.59
Máximo	6.34
Estadísticos de variación	
Rango interpercentil (P_{95}/P_5)	2.82
Rango intercuartil (P_{75}/P_{25})	1.28
Coeficiente variación ponderado (%) P_{5-95}	64.69
Componente sistemático de variación	372.96
Ji al cuadrado	4,482.18
Probabilidad asociada Ji al cuadrado	0.000

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CCP, CCSS y MIDEPLAN

Una agrupación de la RMES muestra que el 32% de las AS presenta un riesgo de morir inferior al nivel nacional (inframortalidad) y un 20% de las áreas registra porcentajes superiores que lo esperado a nivel nacional (sobremortalidad). En el cuadro 2 se presenta el ordenamiento de las diez áreas de salud con mayor y menor mortalidad. Se observa que la mayoría de áreas con mayores RMES se ubican en el Gran Área Metropolitana.

Cuadro 2. Diez áreas de salud con mayor y menor mortalidad por enfermedad cardiovascular. Costa Rica 2000-2007.

Sobre mortalidad	Infra mortalidad
Moravia	Heredia-Virilla
Hatillo	Valle La Estrella
Paraíso-Cervantes	Aguirre
San Francisco-San Antonio	Desamparados 3
Grecia	Marcial Rodríguez
Naranjo	Pavas (Coopesalud)
Cañas	Goicoechea 1
San Sebastián-Paso Ancho	Pital
La Unión	León XIII-La Carpio
Cartago	Santa Rosa

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CCP, CCSS y MIDEPLAN

Discusión

A pesar del gran progreso que ha presentado Costa Rica en lo que a indicadores de salud se refiere, como es el caso de la disminución constante de la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, estos logros no han beneficiado de la misma forma a toda la población nacional, dado que siguen existiendo en la actualidad amplias diferencias entre zonas geográficas. En este sentido los resultados muestran que aún ajustando el riesgo de muerte por edad, sexo y condiciones socioeconómicas de la zona (IDS), se presentan diferencias de hasta tres veces en la mortalidad por enfermedad cardiovascular, entre áreas de salud. Esto evidencia amplias desigualdades en el riesgo de morir por este grupo de enfermedades dentro del país.

Se evidenció que el 20% de las áreas de salud tiene una razón de mortalidad estandarizada suavizada superior a uno, o lo que es lo mismo, exceden el valor de las muertes esperadas. Se identificó además, un patrón geográfico con tasas de mortalidad superiores al nivel nacional en el centro del país y en la zona pacífico central.

Estos dos elementos identificados, alta variabilidad y ubicación de patrones con sobremortalidad, se podrían utilizar junto con resultados de otras investigaciones en esta patología, para la formulación de políticas en oportunidad de la atención secundaria y terciaria, prevención de la enfermedad mediante detección temprana en las AS donde se ha detectado un riesgo de morir proporcionalmente mayor que el promedio y mediante acciones de promoción de estilos de vida saludable³¹.

Adicionalmente, se espera que este estudio sirva de punto de partida para la formulación de hipótesis de futuras investigaciones, tendientes a determinar la influencia de factores individuales, sociales, ambientales y disponibilidad de servicios de salud (infraestructura, recurso humano y tecnología) en la intervención oportuna y disminución de la mortalidad evitable por enfermedad cardiovascular.

Agradecimiento

Agradecemos a Samuel Muñoz Trigueros estudiante del bachillerato de estadística por su labor como asistente del proyecto y a la Dirección de Actuarial de la CCSS, al CCP y el MIDEPLAN, por facilitar los datos que hicieron posible este estudio.

Afiliación y financiamiento

Este proyecto contó con el apoyo de una beca parcial sin condiciones del PPPI de la Merck Company Foundation, brazo filantrópico de Merck & Co. Inc., Whitehouse Station, New Jersey, USA.

Bibliografía

1. Gattini C; Sanderson C; Castillo-Salgado C. Variación de los indicadores de mortalidad evitable entre comunas chilenas como aproximación a las desigualdades de salud. Rev Panam Salud Pública. 2002;12(6):454-461).
2. Schneider, et al., pp. 398-414. Resumen de los indicadores más utilizados para la medición de desigualdades de salud. Rev Panam Salud Publica v.12 n.6 Washington dez. 2002. Nota técnica).
3. Elliott P, Wartenberg D. Spatial epidemiology: current approaches and future challenges. Environmental Health Perspectives 2004; 112(9): 998-1006.
4. Lawson A, Browne W, Vidal C. Disease Mapping with WinBUGS and MLwiN. Statistics in Practice. John Wiley and Sons, 2003.
5. Tunstall-Pedoe H, Kuulasmaa K, Mähönen M, Tolonen H, Ruokokoski E, Amouyel P. Contribution of trends in survival and coronary-event rates to changes in coronary heart disease mortality: 10-year results from 37 WHO MONICA project populations. Lancet. 1999 May 8;353(9164):1547-57.
6. Silva-Sieger F; Arenas-Borda W; Zarruk-Serrano JG; Restrepo J.; Bernal-Pacheco O.; Ramírez S.; López-Jaramillo P. Factores asociados al tiempo de consulta en pacientes con enfermedad cerebrovascular isquémica. REV NEUROL 2007; 44 (5): 259-264).
7. World Health Organization. The WHO Stroke Surveillance System/2004. Geneva: WHOrganization; 2006).
8. Díez-Tejedor E; Del Brutto O; Alvarez-Sabin J; Muñoz M; Abiusi G. Clasificación de las enfermedades cerebrovasculares. Sociedad Iberoamericana de Enfermedades Cerebrovasculares. Revista de neurología 2001, vol. 33, no5, pp. 455-464, Viguera, Barcelona.
9. Silva F; Quintero C y Zarruk JG. Enfermedad cerebrovascular Capítulo 2. Warlow CP. Epidemiology of stroke. The Lancet 1998; 352: 1SIII-4SIII. 28 – Guía Neurologica 8.
10. Charlton J; Hartley RM; Silver R; Holland WW. Geographical variation in mortality from conditions amenable to medical intervention in England and Wales. Lancet 1983; I: 691-696.
11. Holland W and the EC Working Group on Health Services and "Avoidable Death", eds. European Community Atlas of Avoidable Death 1985-1989. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press; 1997.

12. Nolte E; McKee M (2003). Measuring the health of nations: analysis of mortality amenable to health care. *BMJ* 2003; 327: 389-494. Disponible en: <http://www.bmj.com/cgi/reprint/327/7424/1129>
13. Daviglius ML, et al. Favorable cardiovascular risk profile in young women and long-term risk of cardiovascular and all-cause mortality. *JAMA*. 2004;292(13):158892).
14. Fernández Cherkásova L.; Díaz Zayas N.; Guevara Rodríguez IM. Estudio de factores de riesgo de la enfermedad cerebrovascular en el Policlínico Docente "Doctor Carlos J. Finlay". *Rev Cubana Med Gen Integr* 2004;20(1).
15. Pintó X; Corbella E; Figueras R; Biarnés J; Ricart W; Morales C; Falkon L; Masana L. Factores predictivos del riesgo de enfermedad cardiovascular en los pacientes con diabetes tipo 2 e hipercolesterolemia. *Rev Esp Cardiol*. 2007;60:251-8.
16. Diaz Perilla M; Cordoba DP. Identificación de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular presentes en los pacientes que ingresan al Hospital San Ignacio / Risk factors of cardiovascular disease in patients. *Lect. nutr*;10(4):51-58, dic. 2003.
17. Roselló Araya M y Guzmán Padilla S. Riesgo cardiovascular en la población con sobrepeso u obesidad en el cantón Central de Cartago, CARMEN 2001. *AMC*; 50(2):97-101, abril-junio 2008.
18. Sachidanandam K, Fagan SC y Ergul A. Estrés Oxidativo y Enfermedad Cardiovascular: Antioxidantes y Problemas no Resueltos. *Cardiovascular Drug Reviews* 23(2):115-132, Ver 2005
19. Benavides E y Tapia J. Enfermedad Cerebrovascular y uso de anticonceptivos orales. *Cuadernos de Neurología*. Vol. XXVI, 2002.
20. Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionadas con la Salud. 10ª revisión. OPS, Washington, D.C., 1995.
21. Ministerio de Salud pública. Programa Nacional de Prevención y Control de las ECV. La Habana: MINSAP, 2000. Disponible en <http://asp.sld.cu>, revisado 10 de mayo 2008).
22. Bembibre Taboada R; Buergo Zuaznábar MA y Castellón González C. Implementación del Programa Nacional para la Prevención y Control de las Enfermedades Cerebrovasculares en la Provincia Cienfuegos. *Rev cubana med* v.43 n.2-3 Ciudad de la Habana abr.-jun. 2004).
23. Thomas A; Best N, Lunn D, Arnold R y Spiegelhal D. *GeoBUGS User Manual Version 1.2, September 2004* (<http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/bugs>).

24. Besag J, York JC, Mollié A. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics (with discussion). *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*. 1991. 43: 1-59.
25. Richardson S; Thomson A; Best N; Elliott P. Interpreting posterior relative risk estimates in disease-mapping studies. *Environmental Health Perspective* 2004; 112(9): 1016-1025.
26. Martínez MA et al. Atlas de Mortalidad de la Comunidad de Valencia 1991-2000. Consellería de Sanitat, Generalitat Valenciana. 2005.
27. Kelsall J; Wakefield J. Modeling spatial variation in disease risk: a geostatistical approach. *Journal of the American Statistical Association* 2002, 97:692–701.
28. Spiegelhalter DJ; Thomas A; Best N. G. y Lunn, D. (2002). WinBUGS Version 1.4 User Manual. MRC Biostatistics Unit.
29. URL <http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/bugs>
30. Jiménez Guadarrama LR. Disponible en: <http://www.e-mergencia.com> y revisado el 13 de mayo 2008).
31. Disponible en http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-I/guia/cardiovascular/fr_nomodi.htm, revisado el 10 de mayo 2008.
32. Daviglius ML; et al. Favorable cardiovascular risk profile in young women and long-term risk of cardiovascular and all-cause mortality. *JAMA*. 2004;292(13):158892).

Anexo 1

Sintaxis de WinBUGS para el Modelo Espacial Autorregresivo con Coviabiles

Mortalidad por Enfermedad Cardiovascular

```
model { for (i in 1 : N)
{
#Verosimilitud
  O[i] ~ dpois(mu[i])          # O[i] son las defunciones observadas en cada área de
salud
  log(mu[i]) <- log(E[i]) + alpha + beta*IDS[i] +S[i] + eta[i]      # E[i]) son las defunciones
esperadas
  RR[i] <- exp(alpha + beta*IDS[i] +S[i] + eta[i])    # Riesgo relativo de cada área de
salud
  PRP[i]<-step(RR[i]-1)          # Probabilidad de que el RR sea mayor a uno
  eta[i] ~ dnorm(0, tau.eta) # Extra variabilidad (no espacial) desestructurada de efectos
aleatorios
}
S[1:N] ~ car.normal(adj[], weights[], num[], tau.S) # Heterogeneidad espacial
for(k in 1:sumNumNeigh) {
  weights[k] <- 1
}

# Otras funciones a priori
alpha ~ dflat()
beta~ dnorm(0.0, 0.00001)
tau.S ~ dgamma(0.5, 0.0005)
sdS <- sqrt(1 / tau.S)
tau.eta ~ dgamma(0.5, 0.0005)
sdeta <- sqrt(1 / tau.eta)

# Contraste de hipótesis 1
PH0<-step(beta)      # H0: Beta mayor a cero
PH1<-1-step(beta)   # H1: Beta menor o igual que cero
}
```

Variabilidad geográfica en el riesgo de morir por enfermedad cardiovascular ajustando por condiciones socioeconómicas de las áreas de salud: un análisis espacial con técnicas bayesianas.

Anexo 2.

Defunciones Observadas, esperadas, Razón de Mortalidad Estandarizada Suavizada										
Nº Mapa	UE	Area	Observado	Esperado	Personas-Año	RMES	Linf	Lsup	P(RMES >1)	Categoría
25	2274	Heredia-Virilla	145	451.09	380,353	0.35	0.30	0.40	0.00	Inframortalidad
91	2651	Valle La Estrella	61	148.87	156,584	0.44	0.34	0.54	0.00	Inframortalidad
86	2594	Aguirre	72	180.87	177,949	0.45	0.36	0.54	0.00	Inframortalidad
42	2339	Desamparados 3	321	667.38	600,182	0.49	0.44	0.55	0.00	Inframortalidad
8	2216	Marcial Rodríguez	247	467.93	396,333	0.54	0.48	0.61	0.00	Inframortalidad
10	2218	Pavas (Coopesalud)	608	1106.77	728,012	0.56	0.51	0.60	0.00	Inframortalidad
4	2212	Goicoechea 1	264	411.22	303,916	0.65	0.58	0.73	0.00	Inframortalidad
61	2475	Pital	112	173.57	167,058	0.66	0.55	0.78	0.00	Inframortalidad
102	4000	León XIII-La Carpio	345	509.29	333,098	0.69	0.62	0.76	0.00	Inframortalidad
58	2472	Santa Rosa	106	149.62	153,488	0.71	0.59	0.85	0.00	Inframortalidad
60	2474	Puerto Viejo	142	194.11	279,783	0.73	0.62	0.86	0.00	Inframortalidad
62	2477	Guatuso	81	111.64	117,117	0.74	0.59	0.89	0.00	Inframortalidad
67	2504	Upala	240	326.56	306,102	0.74	0.65	0.83	0.00	Inframortalidad
57	2471	La Fortuna	107	145.31	146,986	0.75	0.62	0.89	0.00	Inframortalidad
50	2351	Parrita	91	123.58	106,045	0.75	0.61	0.90	0.00	Inframortalidad
23	2272	Alfaro Ruiz	105	140.47	119,182	0.77	0.64	0.92	0.00	Inframortalidad
72	2553	Montes de Oro	114	147.54	104,352	0.79	0.66	0.93	0.00	Inframortalidad
54	2390	Corralillo-La Sierra	128	164.34	146,073	0.79	0.67	0.93	0.00	Inframortalidad
90	2650	Horquetas	92	116.77	170,007	0.80	0.65	0.96	0.01	Inframortalidad
93	2654	Matina	194	243.13	313,173	0.80	0.69	0.91	0.00	Inframortalidad
5	2213	Tibás-Uruca-Merced	448	558.23	367,625	0.81	0.74	0.88	0.00	Inframortalidad
65	2484	Los Chiles	117	142.55	164,896	0.82	0.68	0.97	0.01	Inframortalidad
63	2481	Florencia	129	158.68	162,204	0.82	0.69	0.96	0.01	Inframortalidad
48	2348	Turrialba	625	760.68	684,711	0.82	0.76	0.89	0.00	Inframortalidad
27	2277	Alajuela Oeste	488	592.93	508,232	0.83	0.76	0.90	0.00	Inframortalidad
59	2473	Aguas Zarcas	194	235.47	233,516	0.83	0.72	0.95	0.00	Inframortalidad
26	2276	Alajuela Sur	573	681.28	575,304	0.84	0.78	0.91	0.00	Inframortalidad
52	2382	Mora	234	278.99	217,655	0.84	0.74	0.95	0.00	Inframortalidad
51	2352	Los Santos	253	294.03	278,626	0.86	0.76	0.97	0.01	Inframortalidad
96	2732	Buenos Aires	254	293.02	339,208	0.86	0.76	0.97	0.01	Inframortalidad
70	2535	Nicoya	531	612.27	350,798	0.87	0.80	0.94	0.00	Inframortalidad
100	2761	Golfito	283	323.65	273,013	0.87	0.77	0.97	0.01	Inframortalidad
99	2760	Pérez Zeledón	1032	1110.97	1,028,572	0.93	0.87	0.99	0.01	Inframortalidad
77	2559	La Cruz	118	138.30	138,302	0.85	0.71	1.01	0.03	No significativo
79	2562	Nandayure	104	120.60	81,383	0.87	0.72	1.03	0.06	No significativo
74	2556	Abangares	125	137.71	102,466	0.91	0.76	1.06	0.11	No significativo
12	2231	Santo Domingo	306	339.18	229,812	0.91	0.81	1.01	0.04	No significativo
92	2652	Cariari	333	362.40	449,336	0.91	0.82	1.01	0.05	No significativo
24	2273	San Isidro-Sn Pablo	161	177.73	149,264	0.92	0.79	1.06	0.12	No significativo
71	2552	Esparza	239	259.75	208,839	0.93	0.81	1.04	0.10	No significativo
22	2256	Orotina-San Mateo	265	286.23	201,800	0.93	0.82	1.04	0.10	No significativo
41	2336	Alajuelita	535	577.05	697,870	0.93	0.85	1.01	0.04	No significativo
95	2680	Talamanca	162	172.01	235,608	0.93	0.80	1.07	0.16	No significativo
44	2343	Curridabat	586	630.47	533,015	0.93	0.86	1.01	0.04	No significativo
94	2655	Guácimo	256	272.52	324,306	0.93	0.83	1.05	0.13	No significativo
76	2558	Tilarán	187	199.54	142,790	0.94	0.81	1.08	0.18	No significativo
87	2631	Siquirres	368	388.51	457,165	0.94	0.85	1.04	0.12	No significativo
89	2634	Pococí	411	430.24	532,653	0.95	0.86	1.05	0.16	No significativo
17	2237	San Ramón	714	746.28	609,536	0.96	0.89	1.03	0.12	No significativo
40	2335	Aserrí	541	558.04	560,155	0.97	0.89	1.05	0.21	No significativo
36	2331	Puriscal-Turruabares	403	416.15	281,157	0.97	0.88	1.06	0.25	No significativo
84	2590	Barranca	343	352.78	300,156	0.97	0.87	1.08	0.28	No significativo
55	2392	El Guarco	428	438.65	436,249	0.98	0.89	1.07	0.30	No significativo
9	2217	Coronado	847	866.79	793,966	0.98	0.91	1.05	0.25	No significativo
53	2387	Santa Ana	337	345.71	309,935	0.98	0.88	1.09	0.35	No significativo
28	2278	Santa Bárbara	269	275.19	264,559	0.98	0.87	1.10	0.37	No significativo
97	2758	Corredores	330	334.21	290,994	0.98	0.88	1.09	0.36	No significativo
1	2131	Barva	302	306.85	285,198	0.99	0.88	1.10	0.40	No significativo
34	2317	Desamparados 2	613	620.01	587,659	0.99	0.91	1.07	0.38	No significativo
81	2579	Jicaral-Paquera-Cóbano	201	202.11	171,316	0.99	0.86	1.13	0.43	No significativo
13	2232	San Rafael	295	299.31	266,127	0.99	0.88	1.10	0.42	No significativo
83	2586	Chacarita	199	199.85	169,815	0.99	0.86	1.13	0.44	No significativo
69	2531	Santa Cruz	552	549.58	346,234	1.01	0.92	1.09	0.54	No significativo
46	2346	Montes de Oca	761	754.70	466,632	1.01	0.94	1.08	0.61	No significativo
45	2345	Escazú	569	563.29	454,772	1.01	0.93	1.10	0.62	No significativo
21	2254	Valverde Vega	166	163.18	139,358	1.02	0.87	1.17	0.57	No significativo
103	4001	San Pablo	243	239.21	179,490	1.02	0.90	1.15	0.62	No significativo
11	2219	Tibás	604	591.55	394,353	1.02	0.94	1.11	0.71	No significativo
18	2251	Atenas	319	312.11	195,231	1.02	0.92	1.14	0.65	No significativo
39	2334	Acosta	217	211.07	166,701	1.02	0.89	1.16	0.62	No significativo
66	2502	Libería	455	442.60	405,404	1.03	0.93	1.12	0.71	No significativo
98	2759	Osa	241	231.51	189,355	1.03	0.91	1.16	0.67	No significativo
80	2563	Hojancha	67	64.35	42,906	1.03	0.81	1.28	0.58	No significativo
49	2349	San Juan-San Diego-Concepción	330	318.09	345,907	1.04	0.93	1.15	0.73	No significativo
20	2253	Poás	225	212.43	196,600	1.06	0.93	1.20	0.79	No significativo
82	2582	Colorado	47	42.58	31,640	1.06	0.80	1.36	0.64	No significativo
101	2762	Coto Brus	338	315.95	313,877	1.06	0.95	1.18	0.86	No significativo
14	2233	Belén-Flores	430	401.62	304,387	1.07	0.98	1.18	0.93	No significativo
56	2395	Oreamuno-Pacayas-Tierra Blanca	458	424.11	423,299	1.08	0.98	1.18	0.94	No significativo
75	2557	Bagaces	160	146.42	132,000	1.08	0.92	1.25	0.83	No significativo
78	2560	Carrillo	327	297.92	232,663	1.10	0.98	1.22	0.95	No significativo
19	2252	Palmares	390	355.22	267,721	1.10	0.99	1.21	0.97	No significativo
7	2215	Moravia	562	516.02	374,533	1.09	1.00	1.18	0.98	Sobremortalidad
31	2312	Hatillo	697	625.56	411,482	1.11	1.03	1.20	1.00	Sobremortalidad
37	2332	Paraíso-Cervantes	549	487.73	516,877	1.12	1.03	1.22	1.00	Sobremortalidad
35	2318	San Francisco-San Antonio	403	356.51	259,273	1.13	1.03	1.24	0.99	Sobremortalidad
16	2236	Grecia	673	590.95	507,949	1.14	1.05	1.22	1.00	Sobremortalidad
15	2235	Naranjo	433	377.69	311,729	1.14	1.04	1.25	1.00	Sobremortalidad
73	2555	Cañas	278	236.55	208,173	1.17	1.03	1.30	0.99	Sobremortalidad
47	2347	San Sebastián-Paso Ancho	669	542.99	356,510	1.23	1.13	1.32	1.00	Sobremortalidad
38	2333	La Unión	292	235.37	257,201	1.23	1.10	1.38	1.00	Sobremortalidad
43	2342	Cartago	1200	961.23	812,576	1.25	1.18	1.32	1.00	Sobremortalidad
64	2483	Ciudad Quesada	433	342.49	351,227	1.26	1.14	1.38	1.00	Sobremortalidad
68	2511	Puntarenas-Chomes-Monte Verde	307	241.23	204,827	1.26	1.12	1.40	1.00	Sobremortalidad
6	2214	Heredia-Cubujuqui	991	707.42	601,543	1.40	1.31	1.49	1.00	Sobremortalidad
88	2632	Limón	904	591.93	627,643	1.52	1.42	1.62	1.00	Sobremortalidad
30	2311	Mata Redonda-Hospital	615	396.18	259,747	1.54	1.43	1.67	1.00	Sobremortalidad
32	2314	Zapote-Catedral	658	409.80	269,798	1.60	1.48	1.72	1.00	Sobremortalidad
85	2592	Garabito	142	83.68	109,049	1.62	1.37	1.90	1.00	Sobremortalidad
29	2281	Alajuela Norte	1023	620.46	525,875	1.64	1.54	1.74	1.00	Sobremortalidad
3	2211	Goicoechea 2	926	549.62	408,548	1.68	1.57	1.79	1.00	Sobremortalidad
33	2315	Desamparados 1	762	438.57	417,023	1.73	1.60	1.85	1.00	Sobremortalidad
2	2210	Catedral Noreste	349	52.54	34,747	6.34	5.68	7.03	1.00	Sobremortalidad

Fuente: Elaboración propia con base en datos del CCP, CCSS y MIDEPLAN.