



## Población y Salud en Mesoamérica

Revista electrónica publicada por el  
Centro Centroamericano de Población,  
Universidad de Costa Rica, 2060 San José, Costa Rica  
<http://ccp.ucr.ac.cr>

---

### **Población y Salud en Mesoamérica**

**Revista electrónica semestral, ISSN 1659-0201**

Volumen 11, número 2, artículo 3

Enero - julio, 2014

Publicado 1 de enero, 2014

<http://ccp.ucr.ac.cr/revista/>

## **Variabilidad geográfica de las hospitalizaciones por infarto agudo al miocardio en Costa Rica**

*Melvin Morera Salas*



Protegido bajo licencia Creative Commons

Centro Centroamericano de Población

## Variabilidad geográfica de las hospitalizaciones por infarto agudo al miocardio en Costa Rica

### Geographic variability of hospitalizations for acute myocardial infarction in Costa Rica

*Melvin Morera Salas*<sup>1</sup>

#### RESUMEN

La presente investigación muestra los patrones geográficos de las hospitalizaciones por infarto agudo al miocardio en el seguro público de salud de Costa Rica en el trienio 2010-2012. Para el análisis geográfico por área de salud se utiliza un modelo bayesiano jerárquico espacial. Se estiman razones estandarizadas suavizadas y, como medida de precisión, la probabilidad de que cada área de salud registre un riesgo de hospitalización estadísticamente diferente al promedio nacional. En la determinación de presencia de autocorrelación espacial se utiliza el indicador de la I de Moran. La amplitud entre las variaciones observadas se estima mediante la razón interpercentil (percentil 95/percentil 5) y el coeficiente de variación. La tasa bruta de hospitalizaciones es de 5,8 por 10 mil habitantes en hombres y 2,6 / 10 mil en mujeres. Se registra un rango de variación de más de dos veces en las hospitalizaciones entre las áreas con mayores y menores egresos. Se presenta un patrón de bajas tasas de hospitalizaciones por infarto agudo al miocardio en áreas de salud fuera del Área Metropolitana, donde se encuentran los hospitales nacionales de mayor complejidad. Este elemento podría estar asociado a dificultades en el acceso de los servicios de hospitalización.

**Palabras clave:** infarto del miocardio, hospitalización, distribución geográfica (fuente: POPIN, DeCS).

#### ABSTRACT

This research shows the geographic pattern of hospitalizations due to acute myocardial infarction in the public health care system in Costa Rica from 2010 to 2012. For the geographical analysis we used the geographic representation of the Bayesian smoothed standardized hospitalization ratio and the areas with hospitalization rate significantly different from the national average. Spatial autocorrelation was determined by Moran's I indicator. Amplitude between variations was performed using inter percentile ratio (percentile 95/percentile 5) and the variation coefficient. The gross rate is 5.8 hospitalizations per 10 000 population in men and 2.6/10 000 in women. The range of variation between areas with higher and lower hospitalizations is more than double. The most complex national hospitals are in the metropolitan areas. We found a pattern of low rates of hospitalization for acute myocardial infarction outside of metropolitan areas. This could be related to difficulties in accessing hospital services.

**Keywords:** Myocardial Infarction, Hospitalization, Geographical Distribution (fuente: POPIN, MeSH).

**Recibido: 5 junio 2013**

**Aprobado: 13 octubre 2013**

---

<sup>1</sup>Dirección Compra de Servicios de Salud, Caja Costarricense de Seguro Social, Correo electrónico:

## 1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares son una de las principales causas de muerte en Costa Rica en los últimos 40 años. El porcentaje de muertes por este factor pasó del 22% del total de defunciones en 1970 al 30,5% en el 2012, y se constituyó en la principal causa de muerte. Dentro de este grupo, el infarto agudo al miocardio (IAM) representa poco menos de la tercera parte de las defunciones (Aparicio y Morera, 2009).

Fruto de la preocupación que generan estas patologías, se han elaborado guías de práctica clínica editadas por las principales sociedades científicas. Sin embargo, la variabilidad en su manejo no ha disminuido hasta límites aceptables, y son constantes las recomendaciones para que se sigan estas guías y los artículos en los que se constata que hay un amplísimo margen de mejora.

Las indicaciones de las diferentes intervenciones con valor terapéutico han sido establecidas a partir de ensayos clínicos en los que se ha reclutado a miles de pacientes, y han proporcionado evidencia científica para la elaboración de las guías, pero son los registros clínicos los más apropiados para evaluar la realidad de la atención a estos pacientes. A partir del registro norteamericano de infarto agudo al miocardio, investigadores revelan que el manejo sigue siendo subóptimo (Roe *et al.*, 2005).

El objetivo de esta investigación es medir la variabilidad geográfica de las hospitalizaciones por infarto agudo al miocardio y procedimientos para su diagnóstico y tratamiento por área de salud, e identificar zonas de alto y bajo riesgo de hospitalización respecto al nivel nacional.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Fuentes de información

Los datos de hospitalización para el periodo 2010-2012 se obtienen del sistema de egresos hospitalarios del Área de Estadística en Salud de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) y la población por área de salud se basa en el Censo Costa Rica 2011. Las hospitalizaciones por distrito, grupos de edad y sexo se agruparon en áreas de salud (AS) según la división geográfica establecida por la CCSS para la prestación de servicios de atención primaria.

#### 2.1.1 Grupos de causas de hospitalización estudiadas

Se estudiaron los códigos I21-I22 de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE-10).

### 2.2 Cálculo de medidas de hospitalización

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. La utilización de modelos bayesianos jerárquicos permite incorporar información del comportamiento de áreas geográficas vecinas, para modelar autocorrelación y heterogeneidad

espacial, y también para resolver problemas de numerados pequeños. Es así como el suavizamiento de tasas de morbilidad y 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 pública (Lawson, Browne y Vidal, 2003).

Para calcular el índice de hospitalización estandarizada suavizada (IHES), que mide el riesgo relativo de morbilidad por área de salud, se ajustó un modelo jerárquico espacial de la familia de modelos denominados “ConvolutionPriors” (Besag, York y Mollié, 1991).

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 el IHES 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 área de salud que afectan los eventos de salud de dos o más zonas vecinas. El segundo de estos efectos es independiente para cada una de las áreas en el estudio, permite que cada área tenga un comportamiento autónomo de sus zonas vecinas y refleja el efecto de factores de riesgo intraárea de salud, propios de cada zona y que no afectan a las vecinas (Besag, York y Mollié, 1991).

El resultado del modelo nos brinda un riesgo relativo suavizado que recoge tanto el efecto que puedan tener las áreas vecinas sobre la hospitalización evitable, como aquellos factores propios del área de salud que hacen que tenga un riesgo de muerte específico.

En términos algebraicos el modelo es el siguiente:

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

$$\log \mu_i = \log E_i + \alpha + S_i + \eta_i$$

Donde  $O_i$  son los casos observados,  $E_i$  los casos esperados,  $S_i$  es el componente espacial que utiliza la aproximación conocida como modelo condicional autorregresivo (CAR) y  $\eta_i$  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 en la cual 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 caso (Besag, York y Mollié, 1991; Richardson *et al.*, 2004).

En términos algebraicos el modelo es el siguiente:

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

Donde:  $S_{-j} = (S_1, \dots, S_{j-1}, S_{j+1}, \dots, S_n)$ ;  $\bar{S}_i = \sum_{i \in \delta_i} S_i$ ;  $\delta_i$  es el conjunto de áreas vecinas (adyacentes) al área  $j$ , y  $m_i$  es el número de vecinos.

El resultado del modelo brinda una tasa o razón suavizada que recoge tanto el efecto que puedan tener las áreas vecinas sobre los casos observados, como aquellos factores propios del área de salud que hacen que tenga un riesgo específico.

Junto con el IHES se estiman los intervalos de credibilidad al 95% y la probabilidad de que el IHES sea superior al promedio nacional, los cuales se utilizan para determinar si las hospitalizaciones en un área de salud son significativamente diferentes al nivel nacional.

En el análisis descriptivo se utiliza la prueba t-student (t-test) para determinar si existen diferencias substanciales en la edad de hospitalizaciones por IAM entre sexos.

### **2.3 Indicadores autocorrelación espacial y de variabilidad geográfica**

En el análisis de variabilidad se utilizan el rango interpercentil (percentil 95-percentil 5) y el coeficiente de variación (desviación estándar / promedio) (Librero *et al.*, 2011). Además se utilizó el gráfico de puntos (dotplot) (Librero *et al.*, 2011), donde cada punto representa un área de salud, para mostrar la variabilidad en el IHES del IAM por sexo.

La presencia de autocorrelación espacial se determinó mediante el estadístico global de la “I de Moran”. Este indicador permite determinar la existencia de conglomerados significativos en la distribución de los datos sin indicar dónde se encuentran ubicados (Anselin *et al.*, 2004).

El estadístico de I de Moran se define como:

$$I = \frac{N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (r_i - \bar{r})(r_j - \bar{r})}{\sum_{i,j} W_{ij} \sum_{j=1}^N (r_i - \bar{r})^2}$$

Donde  $N$  es el número de áreas de salud y  $W_{ij}$  es la matriz de contigüidad, que para esta investigación se define como las áreas de salud que comparten frontera.

Los valores del estadístico I de Morán oscilan entre +1 y -1, donde el primer valor significa una autocorrelación positiva perfecta (perfecta concentración), y el segundo una autocorrelación negativa perfecta (perfecta dispersión); el cero significa un patrón espacial completamente aleatorio.

La prueba global es visualizada por medio de un gráfico de dispersión de Moran, en el que la pendiente de la recta de regresión corresponde a la significación de la “I Moran”, y se basa en una prueba de permutación (Anselin, 1996).

### **2.4 Guía de lectura e interpretación de mapas**

La unidad geográfica primaria seleccionada para este estudio corresponde a las 103 áreas de salud. Se utiliza esta unidad geográfica, en lugar de las tradicionales de distrito o cantón, porque las áreas de salud corresponden a la mínima unidad administrativa de la CCSS, responsable de la atención en salud a las personas en el primer nivel (figura 1) y, por lo tanto, las unidades

geográficas donde se pueden realizar intervenciones o modificaciones en la asignación de recursos por parte de las autoridades de salud de la CCSS.

Para la representación geográfica del IHES se utiliza el tipo de etiquetado empleado generalmente en la clasificación de atención a la urgencia, conocida internacionalmente como triage, la cual 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 pero no con la misma prioridad que el caso del rojo<sup>2</sup>.

Las áreas clasificadas con infrahospitalización son aquellas cuya probabilidad de presentar un IHES inferior al promedio del conjunto de hospitales sea inferior a 0,05. Las áreas con sobrehospitalización son las que presentan una probabilidad superior al 0,95. Por su parte las clasificadas como no significativas son las que no registran evidencia para afirmar que el riesgo sea diferente al promedio nacional (Richardson *et al.*, 2004).

## **2.5 Herramientas utilizadas**

Para el cálculo de las medidas de hospitalización, los indicadores de variabilidad y la elaboración de mapas, fueron necesarios varios procesos y la utilización de diferentes herramientas de software.

La base de datos y cálculos de las medidas de hospitalizaciones y los indicadores de variabilidad geográfica se realizaron en Microsoft Excel y en el programa estadístico Stata 11.0. La estimación del IHES se corrió en WinBUGS 1.4.3. En la estimación del IHES mediante WinBUGS se corrieron dos cadenas simultáneamente y se utilizó un calentamiento de 10000 iteraciones y las estimaciones de los coeficientes se basan en las 100000 iteraciones siguientes.

Se utilizó el análisis espacial univariante del programa estadístico OpenGeoDa<sup>3</sup> (Laboratorio de Análisis Espacial de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, Illinois) para estimar el estadístico I de Moran, con los pesos correspondientes a las áreas adyacentes o que comporten frontera (Anselin *et al.*, 2004). Se comprobó si su valor era significativamente diferente de cero, mediante método de simulación que se ofrece sistemáticamente en el paquete Geoda, utilizando una muestra de 5000 permutaciones.

En cuanto a la representación geográfica se utilizó el mapa de Costa Rica segregado por área de salud (figura 1) mediante el sistema de información geográfica OpenGeoDa. Este mapa utilizó como base para la georreferenciación el Proyecto Lambert Costa Rica Norte Datum Ocatepeque, adaptado a áreas de salud por el Proyecto de Investigación en Farmacoeconomía del Centro Centroamericano de Población de la Universidad de Costa Rica.

---

<sup>2</sup>URL <http://www.e-mergencia.com>

<sup>3</sup> Disponible en: <https://geodacenter.asu.edu/>

### 3. RESULTADOS

Durante el trienio 2010-2012 se registraron 5381 hospitalizaciones por infarto agudo al miocardio, para un promedio 1 794 egresos por año. El 68% de los casos registrados eran hombres y la media y desviación estándar de la edad fue 66 (13) años. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,0000$ ) entre la edad de los hombres 64 (12,9) y las mujeres 69,9 (12,8) años.

Se registra una tasa bruta de 5,8 hospitalizaciones por 10 mil habitantes en hombres y 2,6/ 10 mil en mujeres. Las tasas de hospitalización muestran un incremento constante conforme aumenta la edad del paciente (figura 2). La razón de tasas hombre/mujer es superior en los hombres en todos los grupos de edad.

En el cuadro 1 y figura 3 se muestra la variabilidad por área de salud de las hospitalizaciones por IAM. Se registra una considerable variabilidad en las hospitalizaciones entre áreas de salud, con rangos de más de dos veces entre las áreas con mayores y menores egresos. Se presenta una mayor variabilidad en hombres.

En la serie de gráficos de la figura 4 se observa autocorrelación espacial positiva y significativa, tanto en hombres como mujeres. Este resultado justifica la incorporación de un componente de autocorrelación en el modelo bayesiano para recoger la dependencia entre áreas vecinas en las tasas de hospitalización por IAM.

En la figura 5 se presentan dos mapas con la representación geográfica del IHES agrupado en percentiles y dos mapas con tres categorías que clasifican a las áreas de salud en las que tienen mayor y menor riesgo de hospitalización por IAM, respecto al nivel nacional. Se observa una concentración de áreas con infrahospitalización en la periferia del país. Se registran 31 áreas de salud con infrahospitalización, respecto el nivel nacional, en hombres y dos áreas de salud en mujeres. Estas áreas con baja hospitalización se encuentran en las provincias de Guanacaste, Limón y la Zona Sur del país. Estas zonas geográficas están muy distantes del acceso a hospitales nacionales de alta complejidad, todos ubicados en San José.

Por su parte, se muestra un patrón con alta hospitalización por IAM en el centro del país. Se registran 15 áreas de salud con sobrehospitalización en hombres y cinco en mujeres. Todas las áreas están en el Área Metropolitana del país, donde hay mayor acceso a hospitales especializados.

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se registra una alta variabilidad en las hospitalizaciones entre áreas de salud, tanto en hombres como en mujeres. La magnitud de la variabilidad registrada en Costa Rica es muy superior a la registrada en el ámbito español, donde dos estudios analizan las tasas de hospitalización por IAM del Sistema Nacional de Salud de España por áreas de salud (Fiol *et al.*, 2001; Márquez-Calderón *et al.*, 2007).

Una de las posibles explicaciones de la variabilidad en las tasas de hospitalización por IAM sería la diferencia en los pasos previos de detección y diagnóstico del problema, ligada a la disponibilidad de tecnología en el área de salud u hospital de referencia.

Por lo cual, los patrones geográficos de baja hospitalización por IAM en la periferia del país podrían estar asociados a diferencias en el acceso de los servicios de hospitalización, dado que los hospitales nacionales de mayor complejidad están ubicados en San José.

Las mayores tasas de hospitalizaciones por IAM en el centro del país podrían también estar asociadas a factores de riesgo comunes en zonas urbanas caracterizadas por un mayor nivel de sedentarismo y con acceso alimentación rica en grasas.

Una particularidad en el caso de esta patología es que compromete la vida de los pacientes. En este sentido la frecuencia de atención hospitalaria del IAM sólo muestra una parte de la magnitud del problema, ya que un alto porcentaje de los casos muere antes de llegar al hospital. Datos para España muestran que el 26% de los casos en hombres y el 29% en mujeres mueren sin haber ingresado al hospital (García *et al.*, 2003).

Dentro de las posibles líneas futuras de investigación se tiene el análisis del acceso a un sistema de urgencias 24 horas, donde se realice un diagnóstico inicial mediante una historia clínica dirigida (dolor torácico isquémico, contraindicaciones para fibrinólisis, diagnóstico diferencial con disección aórtica aguda y otras causas de dolor torácico), más un electrocardiograma en menos de diez minutos de la llegada del paciente con síntomas de dolor torácico. Además de la medición del tiempo en la aplicación de la trombolisis y el adecuado tratamiento (procedimientos y medicamentos) según las normas de atención al infarto en los hospitales (Anderson 2007; Krumholz *et al.*, 2008; Steg *et al.*, 2012).

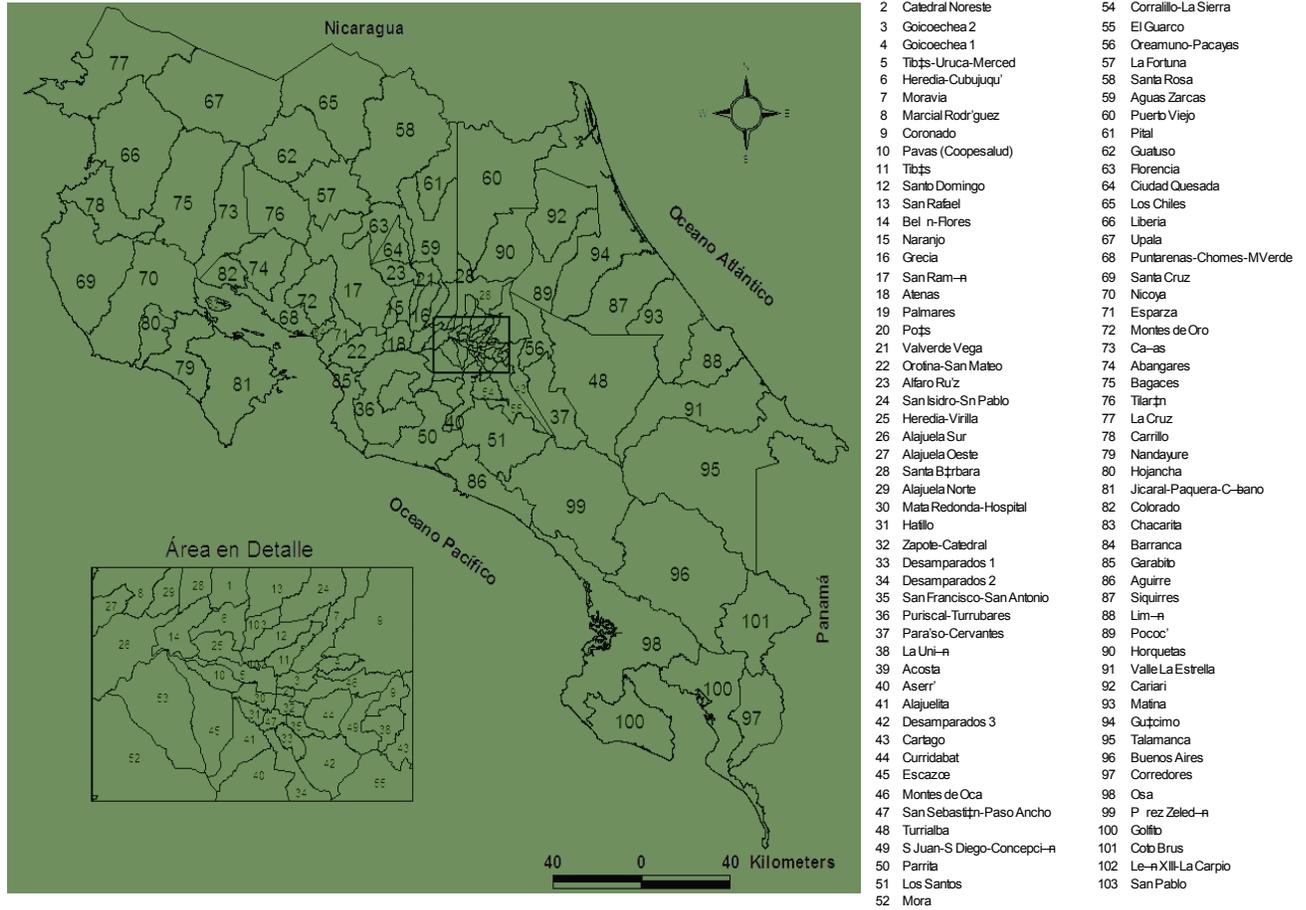
## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Anselin, L., Kim Y-W. y Syabri, I. (2004). Web-based analytical tools for the exploration of spatial data. *Journal of Geographical Systems*, 6, 197–218.
- Anselin, L. (1996). The Moran Scatterplot as an ESDA Tool to Assess Local Instability in Spatial Association. In M. Fischer, H. Scholten y D. Unwin. *Spatial Analytical Perspectives on GIS in Environmental and Socio-Economic Sciences* (pp. 111–125). London: Taylor and Francis.
- Anderson, J. L., Adams, C. D., Antman, E. M., Bridges, C. R. *et al.* (2007). ACC/AHA 2007 guidelines for the management of patients with unstable angina/non–ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 2002 Guidelines for the Management of Patients With Unstable Angina/Non–ST-Elevation Myocardial Infarction). *Circulation*, 116, 148–304.
- Aparicio, A. y Morera, M. (2009). *Atlas de mortalidad por todas las causas Costa Rica 2000-2007*. San José, C.R.: EDNASSS-CCSS.
- Besag, J., York, J. C. y Mollié, A. (1991). Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics (with discussion). *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 43, 1-59.
- Fiol, M., Cabadés, A., Sala, J., Marrugat, J. *et al.* (2001). Variabilidad en el manejo hospitalario del infarto agudo de miocardio en España. *Rev.Esp.Cardiol*, 54 (4), 443-452.
- García, J., Elosúa, R., Tormo, M. J., Audicana, C. *et al.* (2003). Mortalidad poblacional por infarto agudo de miocardio. Estudio IBERICA. *Med Clin (Barc)*, 121, 606-12.
- Krumholz, H. M., Anderson, J. L., Bachelder, B. L., Fesmire, F. *et al.* (2008). ACC/AHA 2008 performance measures for adults with ST-elevation and non-ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Performance Measures (Writing Committee to Develop Performance Measures for ST-Elevation and Non–ST-Elevation Myocardial Infarction). *Circulation*, 118, 2598–2648.
- Lawson, A., Browne, W. y Vidal, C. (2003). *Disease Mapping with WinBUGS and MLwiN. Statistics in Practice*. Londres: John Wiley and Sons.
- Librero, J., Peiró, S., Bernal-Delgado, E., Allepuz, A. *et al.* (2011). Metodología del Atlas de variaciones en hospitalizaciones potencialmente evitables en el Sistema Nacional de Salud. *Atlas Var PractMedSistNac Salud*, 4(2), 371-78.

- Márquez-Calderón, S., Jiménez, A., Perea-Milla, E., Briones, E., Aguayo, M.J., Reina, A., Aguado, M.J., ... Buzón, M. L. (2007). Atlas de Variabilidad en la Práctica Médica en el Sistema Nacional de Salud. *VPM*, 2(2), 1-24.
- Richardson, S., Thomson, A., Best, N. y Elliott, P. (2004). Interpreting Posterior Relative Risk Estimates in Disease-Mapping Studies. *Environmental Health Perspectives*, 112(9), 1016-25.
- Roe, M. T., Parsons, L. S., Pollack, C. V., Canto, J. G., Barron, H.V., Every, N.R., Rogers, W.J. y Petersons, E.D. (2005). Quality of care by classification of myocardial infarction: Treatment patterns for ST-segment elevation vs non-ST-segment elevation myocardial infarction. *Arch Intern Med*, 165, 1630-1636.
- Steg, G., James, S., Atar, D., Badano, L., Blömostrom-Lundqvist, C. Morger, M., ... Zahger, D. (2012). ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *European Heart Journal*, 33, 2569–2619.

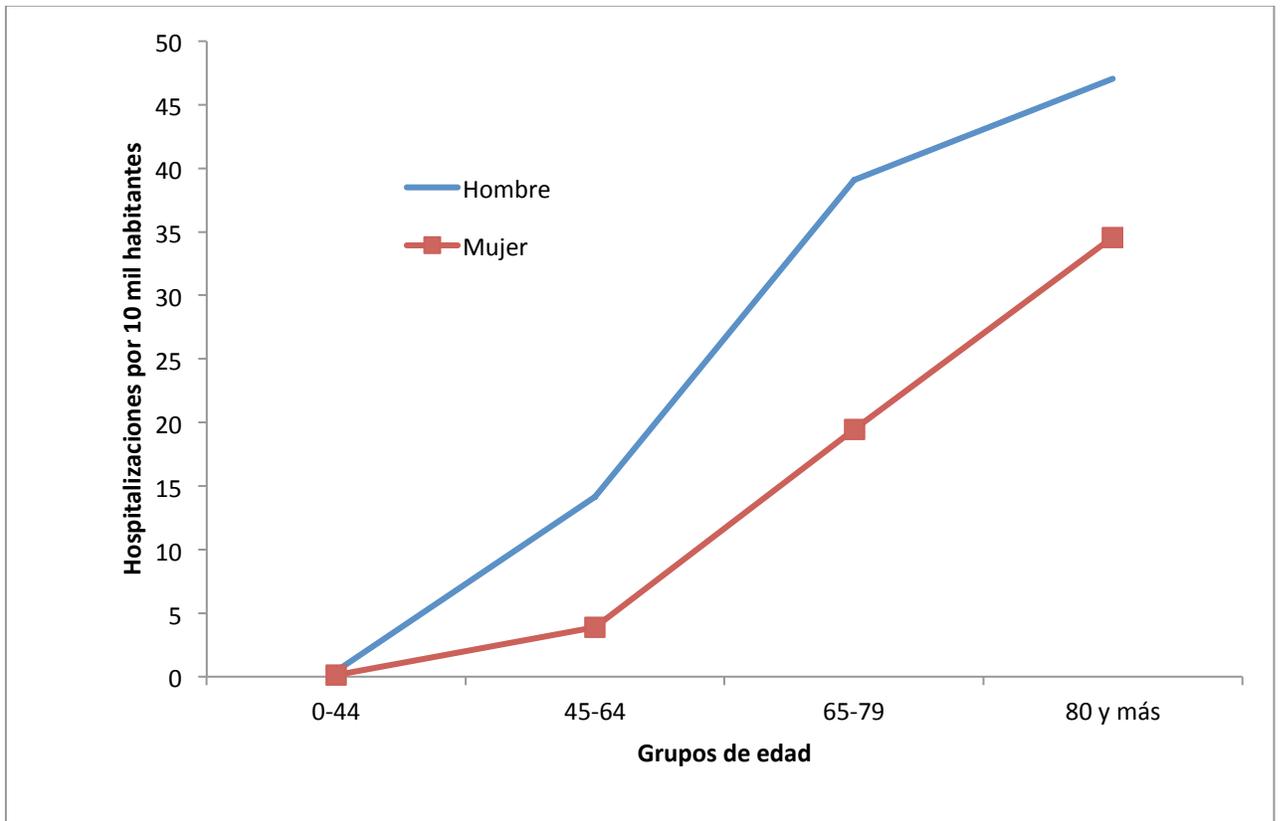
## 6. CUADROS Y FIGURAS

**Figura 1. Representación geográfica de las áreas de salud.**



Fuente: Tomado de Aparicio (2009).

**Figura 2. Tasas de hospitalización por infarto agudo al miocardio, CCSS 2010-2012.**



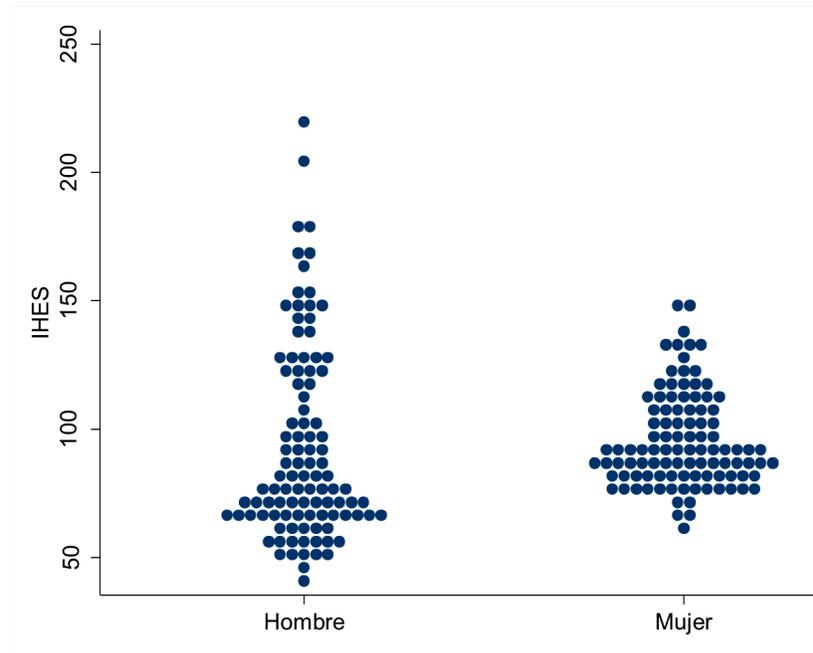
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la CCSS.

**Cuadro 1. Medidas de variabilidad por área de salud. Índice de hospitalización estandarizado suavizado por infarto agudo al miocardio, CCSS 2010-2012.**

Medida	Hombre	Mujer
Mínimo	42.7	61.0
Percentil 5	53.0	74.3
Percentil 25	66.1	81.6
Percentil 50	77.0	90.7
Percentil 75	123.2	107.7
Percentil 95	168.1	133.0
Máximo	385.7	149.4
Razón P95/P5	3.2	1.8
Promedio	96.1	96.1
Desviación Estándar	47.4	19.1
Coefficiente de variación	49.4	19.9

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la CCSS.

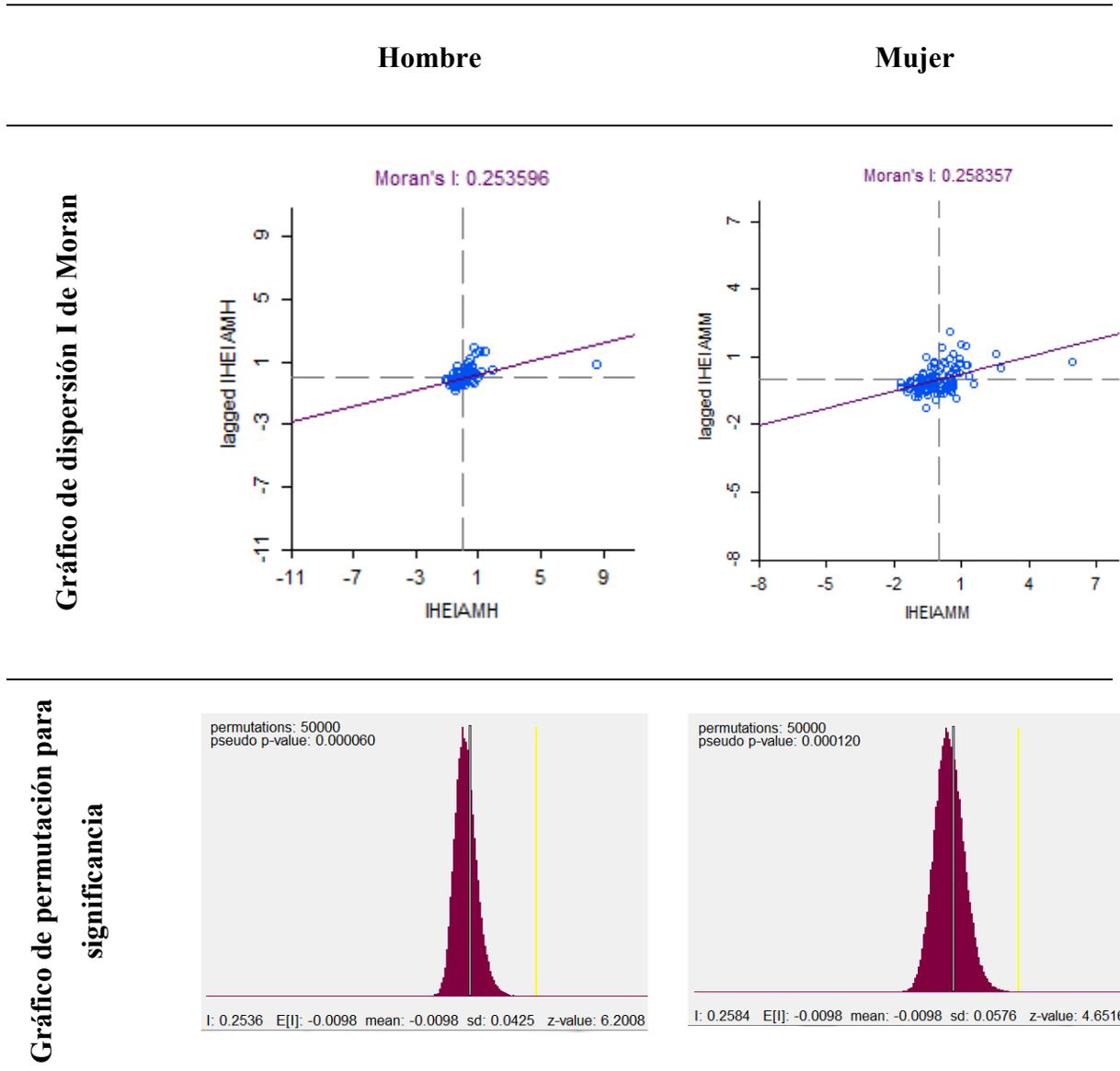
**Figura 3. Variabilidad IHES según sexo. Infarto agudo al miocardio, CCSS 2010-2012.**



Nota: Se excluye el área de salud Catedral Noreste.

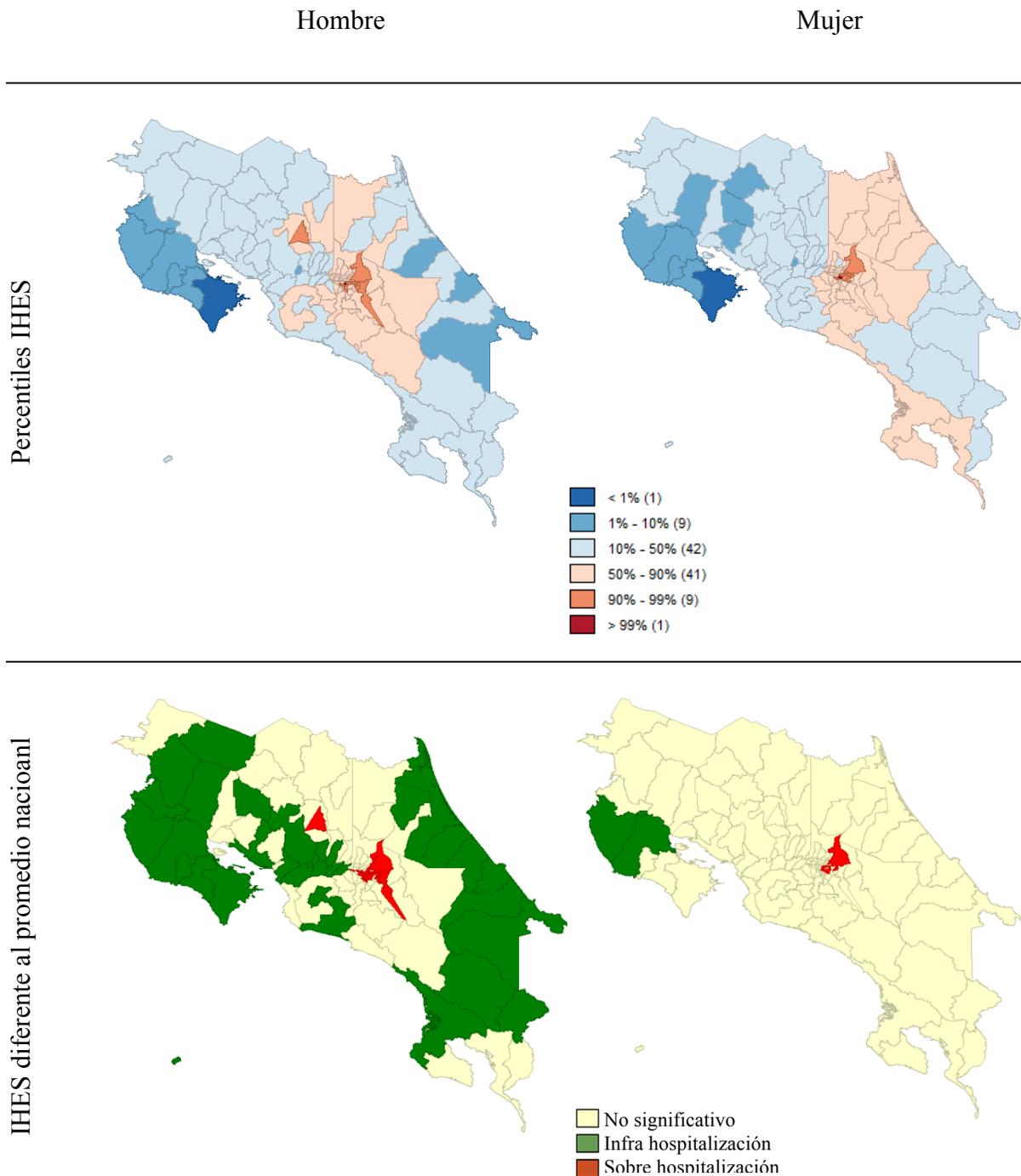
Fuente: Elaboración del autor con base en datos de la CCSS.

**Figura 4. Prueba I Moran para autocorrelación espacial por sexo. Infarto agudo al miocardio, CCSS 2010-2012.**



Fuente: Elaboración del autor con base en datos de la CCSS.

**Figura 5. Índice de hospitalización estandarizada suavizada por métodos bayesianos (IHES) y significancia estadística. Infarto agudo al miocardio, CCSS 2010-2012**



Fuente: Elaboración del autor con base en datos de la CCSS.