

Evolución geográfica del  
homicidio en Colombia

Por: Andrés Sánchez Jabba  
Ana María Díaz  
Alejandro Peláez et al.

Núm. 169  
Junio, 2012



Documentos de trabajo sobre  
**ECONOMÍA REGIONAL**



BANCO DE LA REPÚBLICA

CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS REGIONALES (CEER) - CARTAGENA

ISSN 1692 - 3715

# Evolución geográfica del homicidio en Colombia\*

Andrés Sánchez Jabba      Ana María Díaz      Alejandro Peláez  
Omar Castelblanco      Johanna Tautiva      Cristina González  
   Laura Ángel

15 de junio de 2012

---

\*La serie **Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional** es una publicación del Banco de la República – Sucursal Cartagena. Los trabajos son de carácter provisional. Las opiniones y posibles errores son de responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.  
Juan Santos y Karen García realizaron un excelente trabajo como asistentes de investigación.

---

## Resumen

Aunque en Colombia la tasa de homicidio ha mostrado una tendencia decreciente en los últimos años, esta sigue siendo significativamente alta como resultado de la alta incidencia del delito en algunas regiones colombianas. En este estudio se analiza la evolución de la estructura geográfica del delito de homicidio entre 2003 y 2010. Esto se hace mediante un análisis espacial de la tasa de homicidio municipal, empleando tres enfoques: el primero mira la distribución geográfica de la tasa de homicidio municipal; el segundo establece que dicha distribución no es aleatoria; el tercero identifica formalmente las zonas violentas y pacíficas del país. Los resultados indican que en Colombia hay una tendencia persistente a la aglomeración de municipios pacíficos y violentos. Los patrones hallados sugieren que las disputas asociadas al control territorial de áreas estratégicas para la producción y tráfico de narcóticos constituye uno de los factores que desencadena la violencia y determina su alcance. Específicamente, la confluencia de grupos irregulares en dichas zonas genera enfrentamientos que incrementan los niveles de violencia.

**Palabras clave:** homicidio, Colombia, I de Moran, análisis espacial  
**Clasificación JEL:** C21

## Abstract

Even though Colombia has shown a significant reduction in its homicide rate, this one remains comparatively high as a result of the sharp incidence of homicide within certain Colombian regions. This study analyzes the evolution of the geographical structure of homicide between 2003 and 2010. This is carried out through a spatial analysis of the municipal homicide rate, employing three approaches: The first one looks at the spatial distribution of the homicide rate. The second one establishes that said distribution is not random within the Colombian territory. The third approach formally identifies the peaceful and violent areas of the country. Results reflect a persistent tendency towards the agglomeration of peaceful and violent municipalities. Patterns found suggest that the disputes, amongst irregular groups, related to the territorial dominance over strategic areas for the production and traffic of narcotics constitutes one of the aspects that trigger violence and determines its scope.

**Keywords:** homicide, Colombia, Moran's I, spatial analysis

## I Introducción

El objetivo del presente estudio consiste en analizar la evolución geográfica del delito en Colombia entre los años 2003 y 2010. Esto se hace mediante un análisis exploratorio espacial de la tasa de homicidio municipal, empleando tres enfoques: el primero mira la distribución espacial de la tasa de homicidio municipal; el segundo incorpora el análisis de autocorrelación espacial global; el tercero realiza un análisis de asociación espacial local.

Dicho análisis permite ver qué tan fuerte es la incidencia del homicidio en cada uno de los municipios colombianos, y cómo esta ha cambiado a través del tiempo. Se establece que la distribución espacial de la tasa de homicidio no es aleatoria, es decir, que en Colombia hay una tendencia a la agrupación de municipios violentos y pacíficos. Se encuentra que en Colombia hay regiones y departamentos con municipios en los cuales persisten niveles de violencia comparativamente altos. Estos tienen tasas de homicidio que superan por un amplio margen la tasa nacional, la cual a su vez es comparativamente alta. Algunos ejemplos son Antioquia, el Eje Cafetero, Arauca y Meta. Por el contrario, hay otras que se caracterizan por tener municipios con una baja incidencia del homicidio, como es el caso de los departamentos de Atlántico y Boyacá. Sin embargo, la estructura geográfica del delito cambió a lo largo de la última década. Por ejemplo, las condiciones de seguridad mejoraron en municipios de Antioquia, Cundinamarca, Casanare y el Catatumbo, mientras que se deterioraron considerablemente en el Bajo Cauca y el sur de Córdoba.

Entre las principales contribuciones de este estudio se encuentra la identificación formal de las regiones violentas y pacíficas usando información reciente. En efecto, se actualiza a 2010 el atlas del delito de homicidio en Colombia, tomando como referencia el 2003. También se hace un análisis de la relación entre la configuración espacial de la incidencia del delito y el enfrentamiento entre grupos armados y la fuerza pública. En este orden de ideas, se espera que el estudio contribuya a la caracterización espacial y temporal de zonas con una alta incidencia de delitos de alto impacto, como el homicidio. De esta manera se busca realizar un aporte a la generación de políticas públicas dirigidas a prevenir y disminuir este tipo de manifestaciones delincuenciales.

En Colombia la geografía del delito es sumamente compleja y cambia en me-

dio de un entorno caracterizado por la constante disputa entre distintos actores armados y la fuerza pública. Por lo tanto, resulta crucial que antes de determinar las causas del comportamiento de la tasa de homicidio municipal se estudie detalladamente la geografía del delito y su evolución reciente.

Vale la pena aclarar que aunque existen diversas formas de conductas delictivas contempladas en el *Código Penal*<sup>1</sup>, como los delitos contra la libertad, integridad y formación sexuales, contra la integridad moral, contra el patrimonio económico y contra la familia. En este estudio nos enfocamos en el homicidio, el cual hace parte de los delitos contra la vida y la integridad personal, ya que es una de las formas más impactantes de violencia y uno de los principales indicadores de la misma (Brookman, 2005). Adicionalmente, esto permite mantener una estructura simple en el análisis y la interpretación de los resultados. Por lo tanto, al referirnos al delito, se hace alusión a la ocurrencia o perpetración de un homicidio.

Igualmente, resulta crucial precisar que la incidencia del delito de homicidio constituye un fenómeno de carácter estructural. Los cambios en la configuración geográfica del delito son graduales y deberían tener cierto grado de inercia entre un año y otro. Para comprobar la robustez de los resultados se realizó un análisis para años intermedios, en los cuales no se observó algún cambio significativo en la distribución espacial de la tasa de homicidio. En ese sentido, a pesar de que el análisis espacial se hace para 2003 y 2010, empleando dos cortes transversales espaciales, se puede esperar que los resultados del mismo no sean espúreos y que efectivamente representen la evolución geográfica del delito a lo largo de la década.

En el resto de este documento se presenta la metodología de autocorrelación espacial empleada para mostrar que la distribución espacial de la tasa de homicidio no es aleatoria. Esto es seguido por el análisis de indicadores locales de autocorrelación espacial (LISA), el cual permite identificar formalmente los *clusters* conformados por municipios violentos y pacíficos. Luego se profundiza en los factores que podrían estar afectando la intensidad del delito en las regiones más violentas. Finalmente se presentan las conclusiones.

---

<sup>1</sup>Consultar la Ley 599 de 2000.

## II Delito y violencia en Colombia

### A La tasa de homicidio

Colombia se puede catalogar como uno de los países más violentos del mundo, situándose entre el 7% con la tasa de homicidio más alta.<sup>2</sup> Su nivel de violencia comparativamente alto se puede observar en la Figura 1, la cual muestra un mapa con la distribución espacial de la tasa de homicidio a nivel internacional.

Se estima que en 2010 hubo un total de 468.000 homicidios en el mundo, de los cuales 15.459 sucedieron en Colombia (UNODC, 2011), lo que representa el 3,3% del total. En dicho año el país tuvo una tasa de 34 homicidios por cada cien mil habitantes (*pccmh*), y aunque esta ha mostrado una tendencia decreciente desde el 2002 (ver Figura 2), aún es significativamente alta en comparación con la tasa mundial, la cual es de 6,9 *pccmh*.

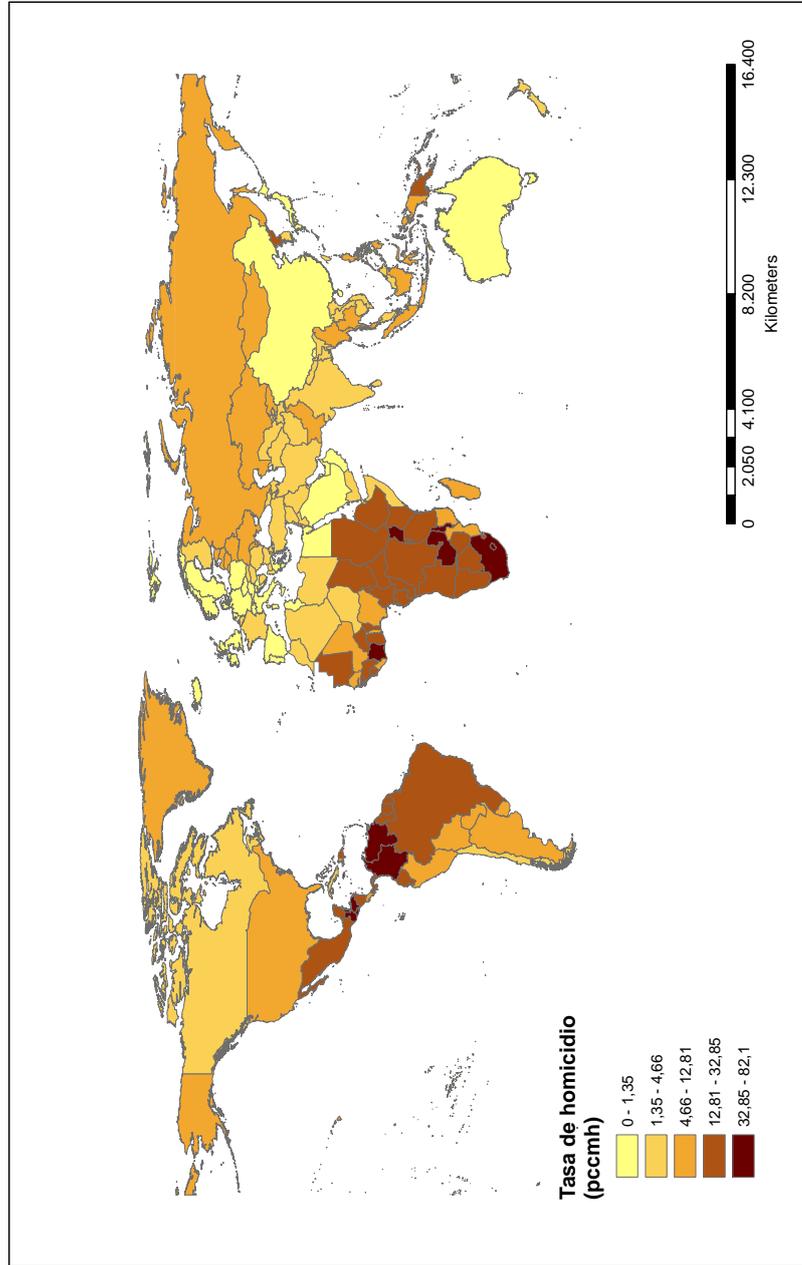
Entre 2003 y 2010 el comportamiento de la tasa de homicidio en Colombia se caracterizó por una tendencia decreciente. Esta se redujo en un 34% al pasar de 56,3 a 34 homicidios *pccmh*. Específicamente, los casos anuales de homicidios pasaron de 23.521 a 15.459. En 2010, de los 1.122 municipios analizados, el 26% presentó una tasa de homicidio mayor a 104 *pccmh*, es decir, más de tres veces la tasa nacional. Estos municipios se ubicaron principalmente en los departamentos de Córdoba, Valle, Arauca, Meta, Caquetá, Putumayo, Guaviare, Nariño, Cauca, Norte de Santander y Antioquia.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup>La cifra se obtiene al realizar cálculos con la información de homicidios a nivel internacional de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito.

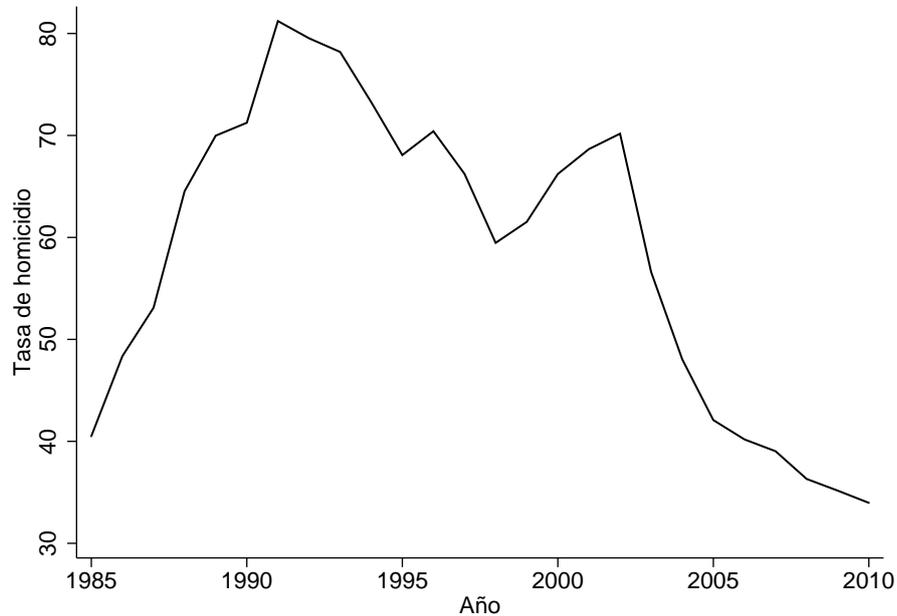
<sup>3</sup>Para saber específicamente a qué municipios se hace referencia, además de una identificación y caracterización de los municipios que aportan más del 50% de la tasa nacional, consultar la Política Nacional de Seguridad y Convivencia Ciudadana del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2011).

Figura 1: Tasa de homicidio por país (2010 o año con información más reciente)



**Fuente:** Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito.  
**Nota:** pccmh significa por cada cien mil habitantes.

Figura 2: Tasa de homicidio *pccmh* (1985-2010)



Fuente: Policía Nacional.

## B Revisión de literatura

La geografía del delito en Colombia, específicamente del homicidio, constituye un tema ampliamente estudiado. Echandía (2002) estudió la evolución de la geografía del conflicto armado colombiano. Dicho estudio muestra la distribución espacial de la tasa de homicidio municipal para el periodo 2002-2003. Ello con el propósito de mostrar que existe una elevada concentración de homicidios causados por actores armados en lugares donde persisten elevadas tasas de homicidio.

Por su parte, el informe de *Violencia, crimen y tráfico de armas ilegales en Colombia*, elaborado por la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, 2006), incluye un análisis de las dinámicas asociadas a la violencia homicida en algunas regiones y ciudades colombianas. En este informe se expone la incidencia que la competencia por el control del negocio del narcotráfico tiene sobre los niveles de violencia en el Eje Cafetero, el Catatumbo,

Valle, Antioquia, Piedemonte oriental y Nariño.<sup>4</sup>

Acero (2011) describe el comportamiento del homicidio en Colombia mostrando la distribución espacial de la tasa de homicidio municipal en 2010. Para ello emplea como fuente de información los casos de homicidio conocidos por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. El estudio indica que los departamentos de Valle, Norte de Santander, Antioquia, Arauca y Meta tienen municipios con altas tasas de homicidio.

Otero (2007) presenta la evolución de la geografía de los homicidios en Colombia a nivel departamental entre 1980 y 2004. Uno de los resultados más interesantes de este estudio subyace en que, de los 522.590 homicidios ocurridos durante este periodo, el 27,45 % se produjo en Antioquia y el 13,48 % en Valle, hecho que resalta la alta incidencia de la violencia en estos.

Los anteriores estudios se dedican a describir la distribución espacial de la tasa de homicidio sin emplear aproximaciones formales para ello. En ese orden de ideas, Echandía (1997), Cubides et al. (1998), Sánchez et al. (2003) y Sánchez (2007) realizan un aporte importante, ya que no solo analizaron la distribución espacial del delito, sino que demostraron que esta no es aleatoria. A pesar de ello, dichos estudios se limitan a establecer la dependencia espacial de la tasa de homicidio con base en un análisis global, es decir, sin identificar formalmente las zonas donde hay una alta incidencia de la violencia.

Autores como Garza et al. (2009) y Formisano (2002) han llevado a cabo análisis espaciales a nivel urbano empleando indicadores locales de asociación espacial; concretamente en Barranquilla y Bogotá, identificando formalmente los barrios con altos niveles de violencia. No obstante, dichos estudios se circunscriben al entorno urbano. Esto motiva un análisis a un mayor nivel, ya que las políticas dirigidas a disminuir la incidencia del homicidio son de carácter nacional.

Como se verá a lo largo del presente estudio, nuestros resultados coinciden con aquellos de la literatura que ha abordado el tema. Por ejemplo, la distri-

---

<sup>4</sup>El Catatumbo es una subregión localizada en Norte de Santander. Para facilitar la identificación de los departamentos de Colombia, en la Figura 16 del Anexo se presenta un mapa político-administrativo.

bución espacial de la tasa de homicidio es robusta a la fuente de información, ya que nuestros resultados coinciden con los de Acero (2011), a pesar de que se utilizan datos de la Policía Nacional en lugar de los del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.<sup>5</sup> Igualmente, las zonas catalogadas como violentas, así como sus dinámicas, concuerdan con lo presentado en el informe de UNODC (2006), lo que sugiere que hay persistencia de la violencia en varias zonas colombianas. Además, se demuestra que la distribución espacial de la tasa de homicidio no es aleatoria. Sin embargo, más allá de la consistencia de los resultados, en este estudio se avanza en la identificación formal de las aglomeraciones conformadas por municipios violentos y pacíficos, recurriendo a un análisis de indicadores locales de asociación espacial, factor que permite presentar, con precisión, una radiografía del delito de homicidio.

### III Evolución geográfica del delito

En esta sección se estudia la evolución geográfica del delito en Colombia empleando información suministrada por la Policía Nacional a través de la Dirección de Investigación Criminal e Interpol (DIJIN). Para esto se analiza la distribución espacial de la tasa de homicidio municipal, seguido de un análisis de transición que permite establecer cambios en los patrones delincuenciales. Luego se mira la autocorrelación espacial, global y local, para probar que dicha distribución no es aleatoria e identificar la formación de *clusters* conformados por municipios violentos y pacíficos.

Para el análisis exploratorio espacial de la tasa de homicidio se utiliza información del Sistema de Información Estadístico, Delincencial, Contravencional y Operativo (SIEDCO) de la Policía Nacional. Este es un sistema donde se ingresa la información asociada a la ocurrencia de una acción considerada como un delito, de acuerdo a lo establecido en el *Código Penal*. Teniendo en cuenta que la Policía Nacional alcanza una cobertura del 100 % del territorio colombiano, esto garantiza el conocimiento de los casos de homicidio en todo el país.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup>Para una descripción detallada acerca de las distintas fuentes de información asociadas a los casos de homicidio, así como la metodología empleada para procesarlas, ver MDN (2012).

<sup>6</sup>Esta es la razón por la cual se ha decidido escoger esta fuente de información en lugar de otras, como el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Fiscalía General de la Nación, Departamento Administrativo Nacional de Estadística y el Consejo Superior de la Judicatura.

## A Análisis exploratorio

La Figura 3 muestra los mapas con la distribución espacial de la tasa de homicidio para los años 2003 y 2010, utilizando intervalos definidos por quintiles. Es necesario aclarar que para ello se emplea una suavización de la tasa de homicidio basada en un criterio *bayesiano*. La suavización *empírica bayesiana* calcula, para cada municipio, el promedio ponderado entre la tasa de homicidio bruta y la estimación del promedio nacional (este se estima de la distribución de la tasa de homicidio municipal). Los pesos usados para calcular este promedio son proporcionales a la población de cada municipio:

$$\pi_i = w_i p_i + (1 - w_i) \theta \quad (1)$$

con

$$w_i = \frac{\phi}{\phi + \frac{\theta}{P_i}} \quad (2)$$

donde, para cada municipio,  $\pi_i$  es la tasa de homicidio suavizada,  $p_i$  es la tasa de homicidio bruta,  $\theta$  es la media general,  $\phi$  es la varianza estimada de la distribución de la tasa de homicidio,  $P_i$  corresponde a la población y  $w_i$  es el peso asignado a la tasa de homicidio bruta. Para mayor detalle acerca de esta metodología y sus aplicaciones, ver Clayton & Kadlor (1987), Marshal (1991) y Bailey & Gatrell (1995).

En esencia, el problema con la tasa de homicidio bruta es que tiende a estar sobredimensionada en municipios con baja densidad poblacional. Esto sucede cuando la población varía sustancialmente a lo largo del conjunto de observaciones y, teniendo en cuenta que este análisis incluye a la totalidad de los municipios colombianos, la variación es inherente a la tasa de homicidio bruta.

Los cálculos de esta sección se hacen con respecto a la tasa de homicidio suavizada. Aunque los resultados no cambian con respecto a la tasa de homicidio bruta, el principio *bayesiano* representa un marco apropiado para analizar la distribución espacial de la tasa de homicidio. Esto se debe a que tiene en cuenta el problema de la sobredimensión al ajustar la tasa bruta hacia la media nacional. Específicamente, aquellos municipios con baja densidad poblacional reciben

un ajuste significativo a su tasa de homicidio, mientras que en los municipios con mayor densidad poblacional la tasa bruta tiende a permanecer inalterada (Anselin et al., 2004).

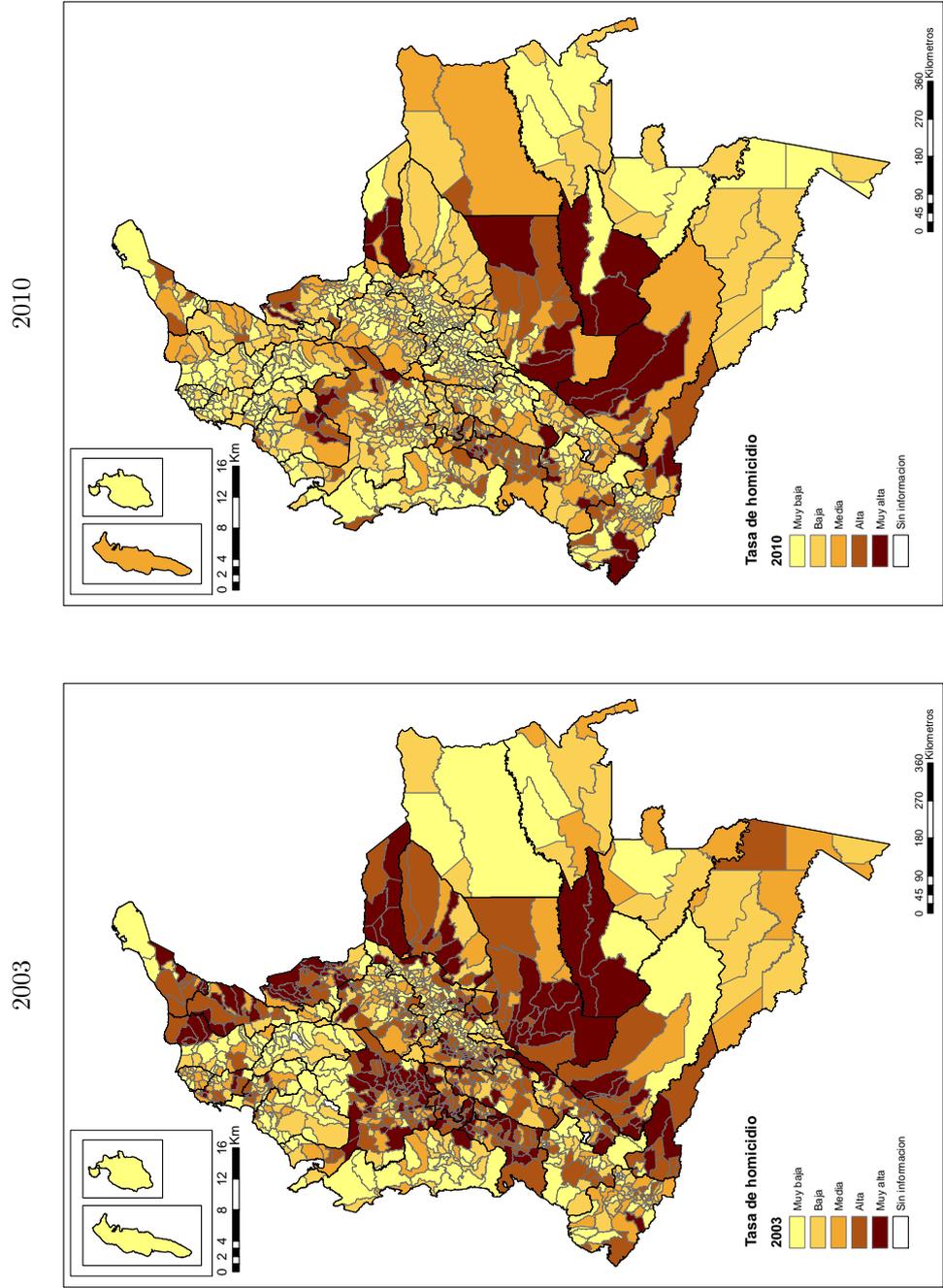
Se puede observar que en 2003 hubo algunos departamentos y regiones que se caracterizaron por tener municipios con tasas de homicidio comparativamente altas. Este es el caso del suroriente antioqueño, el Eje Cafetero, el Catatumbo, la Sierra Nevada<sup>7</sup>, Arauca, Meta, Putumayo y Guaviare. Por el otro lado, una buena parte de la región Caribe y la Pacífica, así como el Bajo Cauca<sup>8</sup>, se caracterizaron por tener municipios con una baja tasa de homicidio.

---

<sup>7</sup>La Sierra Nevada es una subregión ubicada en el departamento del Magdalena.

<sup>8</sup>El Bajo Cauca es una subregión ubicada en el nororiente de Antioquia.

Figura 3: Distribución espacial de la tasa de homicidio en Colombia



Fuente: Elaboración de los autores con base en información de la Policía Nacional.  
Nota: Los municipios sin información fueron creados después de 2003 o corresponden a un área en litigio.

### III EVOLUCIÓN GEOGRÁFICA DEL DELITO

No obstante, entre 2003 y 2010 se produjeron cambios sustanciales en la estructura geográfica del delito. En el segundo panel de la Figura 3 se muestra la distribución espacial de la tasa de homicidio en 2010, tomando como base los quintiles de 2003. Lo primero que se puede decir es que la tasa de homicidio bajó en una buena proporción de los municipios colombianos, pues muchos se reubicaron en un quintil que refleja una menor incidencia del delito. Las reducciones más importantes se presentaron en municipios ubicados en el suroriente antioqueño, Norte de Santander, Cundinamarca, Huila, Piedemonte, Montes de María y Sierra Nevada. Estos patrones son consistentes con la tendencia decreciente que caracterizó a la tasa de homicidio nacional durante este periodo. Sin embargo, en municipios ubicados en el Bajo Cauca, sur de Córdoba y Nariño sucedió lo contrario, es decir, en estos la incidencia del delito aumentó. Igualmente en Arauca, Putumayo, Caquetá, Meta y Guaviare la violencia se mantuvo en niveles altos, mientras que en Atlántico, Boyacá y Santander esta fue consistentemente baja.

Con el objetivo de mostrar la dinámica de la geografía del delito, en el Cuadro 1 se presenta la matriz de transición asociada a la evolución de la tasa de homicidio. Dicha matriz utiliza los mismos quintiles de la distribución espacial de la tasa de homicidio e indica qué porcentaje de los municipios que en 2003 se encontraba en un quintil determinado permaneció en el mismo en 2010 o se ubico en quintiles más altos o bajos.

Cuadro 1: **Matriz de transición de la tasa de homicidio (2003-2010)**

Quintiles 2003	Quintiles 2010				
	1	2	3	4	5
1	61,88	22,87	9,42	3,59	2,24
2	43,50	39,01	10,76	4,93	1,79
3	34,38	38,84	19,64	4,91	2,23
4	24,66	34,98	21,97	12,56	5,83
5	21,97	30,94	20,18	17,04	9,87

**Fuente:** Elaboración de los autores con base en información de la Policía Nacional.  
**Nota:** Los valores están expresados en porcentaje.

Se puede observar que sólo el 10 % de los municipios que en 2003 se ubicó en el quintil de mayor violencia, permaneció en el mismo en 2010. El resto se

reubicó en quintiles asociados a un menor grado de violencia. Esta misma tendencia es la que se observó entre los municipios que en 2003 se ubicaron en el cuarto quintil. Esto se relaciona con la dinámica encontrada en la Figura 3 para los municipios ubicados del suroriente antioqueño, la Sierra Nevada y el occidente de Cundinamarca. A medida que nos desplazamos sobre la distribución de la tasa de homicidio, hacia quintiles más bajos, la tendencia se mantiene hasta llegar al primer quintil, donde en 2010 se mantuvo el 62 % de los municipios que lo componían en 2003. Esto último se puede asociar con lo observado en los municipios de Atlántico y Boyacá.

No obstante lo anterior, hay un pequeño porcentaje de municipios que se desplazó hacia niveles de violencia más altos. Por ejemplo, el 13 % de los municipios que se ubicó en los dos quintiles más bajos en 2003, se reagrupó en 2010 en los dos quintiles más altos. Esto corresponde a lo observado para los municipios del Bajo Cauca, sur de Córdoba y Nariño.

Finalmente se puede observar que un 10 % de los municipios que en 2003 se ubicó en el quintil más alto, permaneció en el mismo en 2010. Es decir, en estos hubo persistencia de la violencia. Este es el comportamiento presentado por municipios ubicados en Arauca, Meta, Caquetá, Putumayo y Guaviare.

## B Dependencia espacial

Un análisis de la Figura 3 sugiere que hay dependencia espacial, es decir, que la tasa de homicidio de un municipio tiende a parecerse a la de sus vecinos. Se puede observar que hay regiones colombianas con aglomeraciones de municipios con una alta o baja incidencia del delito.

Sin embargo, el análisis basado exclusivamente en la geovisualización de la tasa de homicidio no es suficiente para generar una conclusión acerca de la distribución espacial del delito, ya que se trata de una inspección visual que no tiene en cuenta un criterio estadístico formal (Anselin, 1993). Anselin et al. (1996) afirman que en el análisis exploratorio de datos espaciales basado en la geovisualización debe ser considerado como un paso descriptivo para explorar fenómenos espaciales complejos, mas no como una metodología que permita establecer formalmente asociaciones espaciales.

Por lo tanto, para validar o descartar los patrones que se derivan de la inspección visual de la tasa de homicidio, es necesario llevar a cabo un análisis de autocorrelación espacial. Dicho análisis examina la similitud entre los valores de la tasa de homicidio de un municipio particular y los de unidades espaciales vecinas. En otras palabras, la perpetración de homicidios en un municipio determinado puede propagarse hacia municipios vecinos. Vale la pena aclarar que este efecto es directamente proporcional a la distancia, siendo mayor en municipios cercanos, lo cual parte de la ley primaria de la geografía invocada por Tobler (1970).

Para establecer el grado de autocorrelación espacial asociado a un fenómeno que se manifiesta en el espacio se calcula el coeficiente I de Moran, basado en Moran (1948). Según Anselin (1993), y bajo el contexto de nuestro estudio, dicho estadístico indica formalmente el grado de asociación lineal entre un vector que contiene la tasa de homicidio de cada municipio y otro que contiene el promedio ponderado de las tasas de homicidio de municipios vecinos (Anselin, 1995). La comparación de cada municipio con sus vecinos constituye la estructura de contigüidad.

Anselin (1993) define a los *vecinos* como unidades espaciales que comparten una frontera común.<sup>9</sup> La estructura de contigüidad se formaliza a través de una matriz de pesos espaciales  $\mathbf{W}$ , la cual restringe el número de observaciones con las cuales se compara a cada municipio. Dicha matriz contiene elementos  $w_{ij} = 0$  cuando  $i$  y  $j$  no son vecinos y  $w_{ij} = 1$  en caso contrario y se utiliza para ponderar las tasas de homicidio de los municipios vecinos.

Formalmente, el I de Moran se puede expresar como:

$$I = \frac{N}{S_0} \frac{\mathbf{y}'\mathbf{W}\mathbf{y}}{\mathbf{y}'\mathbf{y}} \quad (3)$$

donde  $N$  representa el número de observaciones,  $S_0$  es la suma de todos los elementos de la matriz de pesos espaciales, es decir  $S_0 = \sum_i \sum_j w_{ij}$ ,  $\mathbf{y}$  es una matriz que contiene a la desviación de cada observación con respecto a la media, esto es,  $X_i - \bar{X}$ , con  $X$  como la tasa de homicidio y  $\mathbf{W}$  es la matriz de pesos

---

<sup>9</sup>Existen diversos criterios de definición de vecinos. Sin embargo, los resultados no varían con respecto a una estructura de contigüidad basada en una frontera común.

espaciales.

El diagrama de dispersión de Moran se divide en cuatro categorías. En el cuadrante superior derecho se encuentran los municipios que presentan altas tasas de homicidio, así como sus vecinos (*Alto-Alto*). La agrupación de municipios en este cuadrante es conocida como un *hot-spot*. Análogamente, municipios en el cuadrante inferior izquierdo son aquellos que tienen una baja tasa de homicidio, así como sus vecinos (*Bajo-Bajo*), lo que se conoce como un *cold-spot*. Estos dos cuadrantes se asocian con una autocorrelación espacial positiva. De igual forma, los municipios ubicados en el cuadrante superior izquierdo, así como en el inferior derecho, muestran un grado de asociación espacial negativo, ya que su tasa de homicidio no es similar a la de sus vecinos.

En la Figura 4 se muestran los diagramas de dispersión de Moran de la tasa de homicidio municipal para 2003 y 2010. Para esto se recurrió a la extensión metodológica propuesta por Assunção & Reis (1999), la cual calcula este coeficiente empleando una estandarización *bayesiana* de la tasa de homicidio, de tal manera que se eviten correlaciones espúreas.<sup>10</sup>

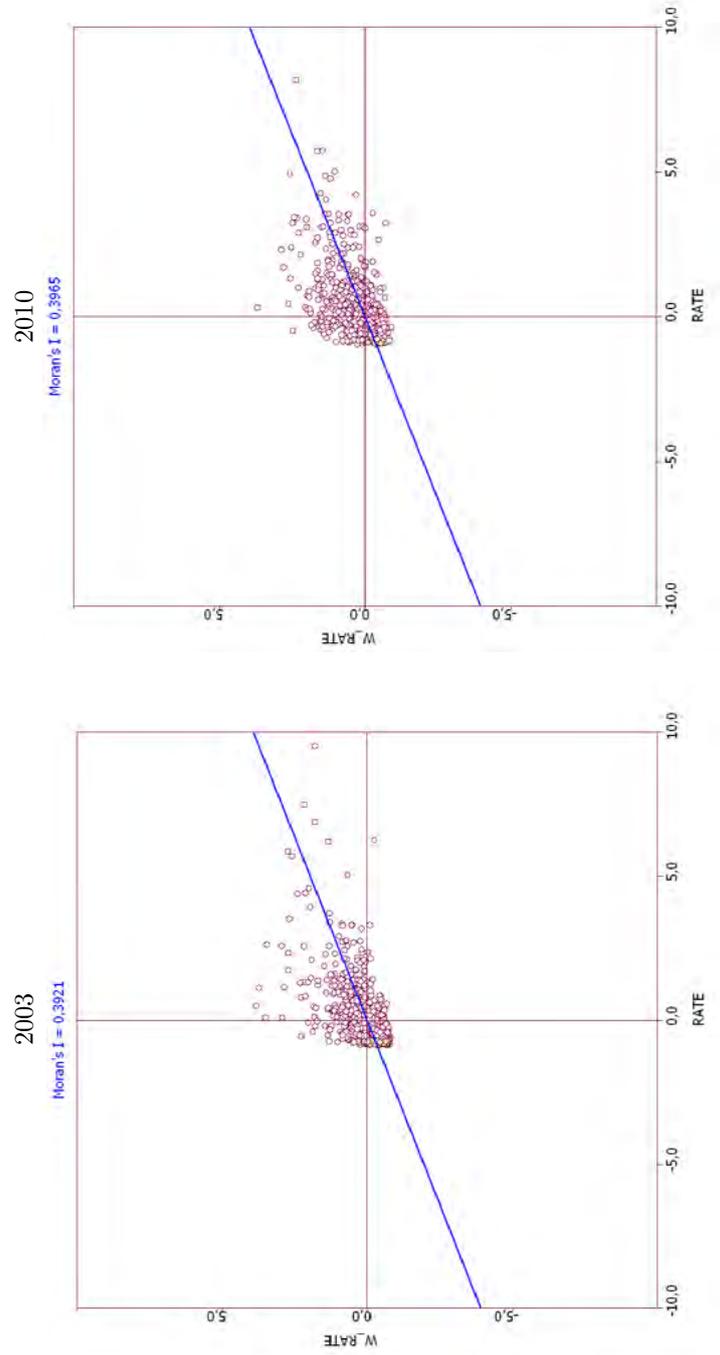
En cada panel de la Figura 4, el eje de las abscisas se refiere a la tasa de homicidio de cada municipio, en desviaciones de la media, mientras que el de las ordenadas se relaciona con el promedio ponderado de la tasa de homicidio de los municipios vecinos. Se obtuvieron unos I de Moran de 0,3921 y 0,3965 para 2003 y 2010, respectivamente, los cuales son estadísticamente significativos a cualquier nivel de significancia.<sup>11</sup> Estos muestran un fuerte grado de autocorrelación espacial positiva, es decir, que en Colombia la distribución espacial de la tasa de homicidio no es aleatoria y, específicamente, que hay una tendencia a la aglomeración de municipios con tasas de homicidio similares. La semejanza de los I de Moran indica que dicha tendencia es persistente. Sin embargo, esto solo se refiere a dicha tendencia, mas no a los municipios que conforman estas agrupaciones, pues no todos los municipios que en 2003 se agruparon en el cuadrante *Alto-Alto* lo hicieron en 2010.

---

<sup>10</sup>Assunção & Reis (1999) argumentan que cuando la población varía a lo largo del conjunto de unidades espaciales, el I de Moran pierde precisión al incrementar la probabilidad de cometer error tipo I.

<sup>11</sup>Para calcular los I de Moran se excluyó a San Andrés y Providencia, ya que al ser islas, el criterio de vecindad basado en la contigüidad no constituye una buena aproximación.

Figura 4: I de Moran para la tasa de homicidio municipal



**Fuente:** Elaboración de los autores con base en información de la Policía Nacional.  
**Nota:** Para mantener consistencia en el análisis, se excluyó a los municipios que fueron creados después de 2003. Igualmente, para facilitar la comparabilidad de los diagramas se excluyó al municipio de El Castillo, Meta, ya que su tasa de homicidio superó por más de diez veces el promedio nacional.

Al indagar entre los municipios que conformaron cada cuadrante se pudo establecer que el 40,7 % de aquellos que en 2003 se ubicaron en el cuadrante *Alto-Alto* permaneció en el mismo en 2010 (AA-AA en la Figura 5, la cual presenta un mapa donde se ilustran las transiciones de los municipios que conformaron cada uno de los cuadrantes del diagrama de dispersión de Moran). Estos son municipios que tanto en 2003 como en 2010 fueron comparativamente violentos así como sus vecinos, y se localizaron principalmente en Valle, Arauca, Meta, Caquetá, Putumayo, Guaviare, Antioquia y Norte de Santander. Análogamente, el 70,4 % de los que en 2003 conformaron el cuadrante *Bajo-Bajo* permaneció en este en 2010 (BB-BB), los cuales se localizaron principalmente en la Costa Caribe, Boyacá, Santander, Antioquia y Guainía. Estos resultados muestran que en Colombia hay persistencia de las agrupaciones municipales violentas y pacíficas, independientemente de la tendencia decreciente que caracterizó el comportamiento de la tasa de homicidio durante este periodo.

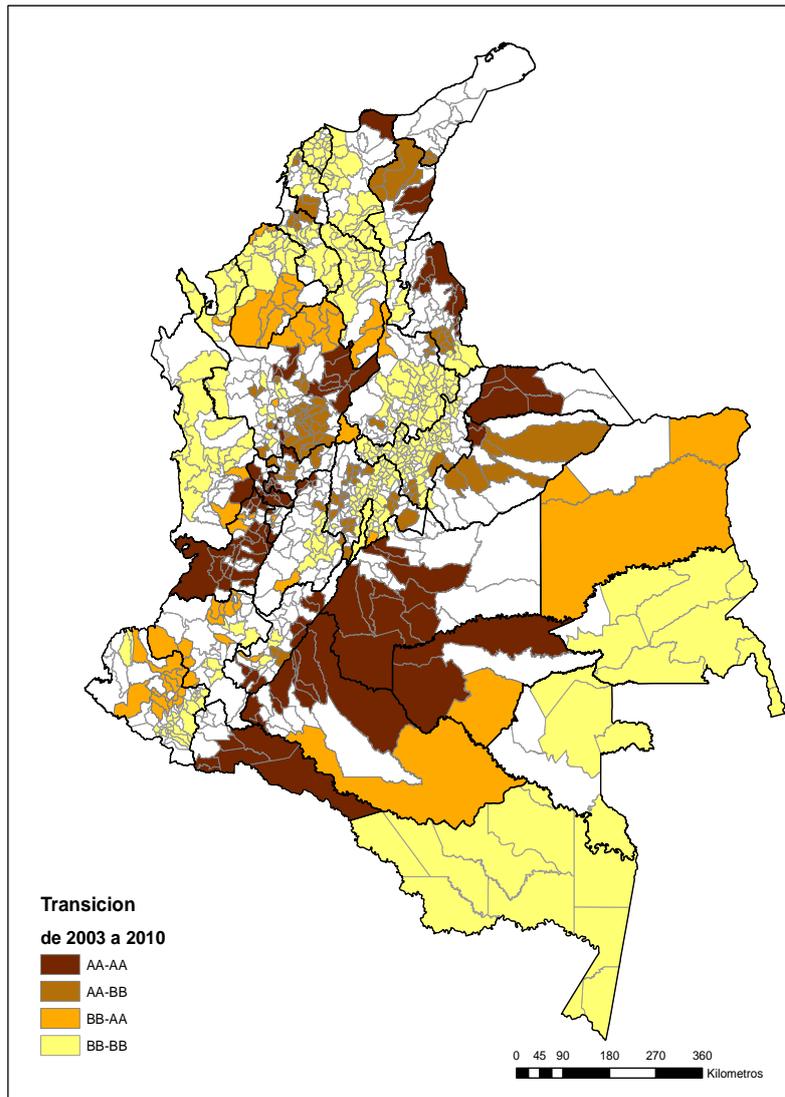
Por otro lado, el 35,8 % de los municipios comparativamente violentos en 2003, y que además tenían vecinos violentos, pasaron a ser comparativamente pacíficos, así como sus vecinos (AA-BB). Estas transiciones se produjeron principalmente en el suroriente antioqueño, los Montes de María, Sierra Nevada y Casanare, regiones en las cuales se presentaron las reducciones más importantes en la incidencia del delito. Sin embargo, el 11,3 % de los municipios comparativamente pacíficos en 2003, así como sus vecinos, se volvieron comparativamente violentos en 2010 (BB-AA). La mayoría de estos pertenece al Bajo Cauca, sur de Córdoba, Nariño y Cauca.

En términos generales, los resultados derivados del análisis de dependencia espacial confirman los patrones hallados en la subsección A respecto a la evolución de la estructura geográfica del delito. Sin embargo, este constituye un análisis que se basa en la dependencia espacial global que ignora patrones de asociación espacial local.

## C Análisis local

El análisis de la evolución geográfica del delito resalta la heterogeneidad en la incidencia del homicidio en los municipios colombianos. Como se mostró en las subsecciones A y B, en Colombia hay regiones comparativamente pacíficas, pe-

Figura 5: Transición de los municipios que conforman los cuadrantes del diagrama de dispersión de Moran (2003 - 2010)



Fuente: Elaboración de los autores con base en información de la Policía Nacional.

ro al mismo tiempo hay regiones cuya tasa de homicidio supera por un amplio margen la tasa nacional.

El análisis espacial local muestra los *clusters* conformados por municipios comparativamente pacíficos y violentos y se trata de una derivación del análisis de autocorrelación espacial global. En ese orden de ideas, los I de Moran calculados en la subsección B se pueden descomponer con el objetivo de identificar formalmente las regiones violentas y pacíficas de Colombia. Para esto Anselin (1995) propone el uso de indicadores locales de asociación espacial (LISA - *Local Indicator of Spatial Association*) como mecanismo para incorporar *clusters* al análisis de dependencia global.

La motivación para esta descomposición subyace en que el análisis de dependencia global ignora la inestabilidad estructural. Es decir, se basa en el cálculo de un estadístico que incorpora información de todos los municipios colombianos. No obstante, este soslaya patrones locales de asociación espacial, que incluso podran caracterizarse por su aleatoriedad.

Un LISA indica el grado de significancia espacial de la aglomeración de valores similares alrededor de una unidad espacial específica. En ese sentido representa un I de Moran local, y la concentración de unidades espaciales con un LISA significativo permite identificar *clusters* espaciales tanto violentos como pacíficos.<sup>12</sup>

La Figura 6 muestra el análisis espacial basado en los LISA<sup>13</sup> y muestra únicamente los casos de significancia espacial local. Los *clusters* conformados por municipios de color rojo representan zonas violentas (*Alto-Alto*), mientras que los *clusters* azules se asocian con zonas pacíficas (*Bajo-Bajo*).<sup>14</sup> Los municipios de color morado (rosado) representan casos de autocorrelación espacial negativa, los cuales se pueden relacionar con resiliencia espacial (Galvis & Meisel, 2011).

Vale la pena aclarar que los mapas basados en los LISA no son equivalentes

---

<sup>12</sup>Para una explicación detallada acerca de los indicadores locales de asociación espacial (LISA), consultar Anselin (1995).

<sup>13</sup>El cálculo de los LISA también incorpora la extensión metodológica propuesta por Assunção & Reis (1999).

<sup>14</sup>Los mapas de significancia espacial se encuentran disponibles y pueden ser solicitados al autor de correspondencia.

tes a la distribución espacial de la tasa de homicidio, tal como se presentó en la Figura 3 de la subsección A. En ese sentido, estos no muestran los cambios en la intensidad del delito como tal, sino en los aglomerados municipales con significancia espacial. Por lo tanto, al comparar los LISA de 2003 y 2010 no se estarían mirando los cambios en la incidencia del delito, sino la reubicación de dichos aglomerados a lo largo del país.

Es importante recordar que para determinar la significancia espacial, los LISA tienen en cuenta la desviación de la tasa de cada municipio con respecto a la media nacional. Por esta razón es posible que no resulten significativas ciertas aglomeraciones con municipios cuyas tasas de homicidio son comparativamente altas. De esta manera, la conformación de *clusters* violentos o pacíficos no necesariamente implica un cambio en la tasa de homicidio.

En el primer panel de la Figura 6 se puede constatar que en 2003 las regiones comparativamente violentas de Colombia fueron: el Catatumbo, suroriente antioqueño, Eje Cafetero, Arauca y Meta. Por otro lado, las regiones pacíficas fueron: La Mojana, el Bajo Cauca, Bajo Magdalena, Boyacá, Chocó, Nariño, Amazonas, Vaupés y Guainía. El panorama cambió para 2010, pues hubo reubicación de aglomerados, tal como lo muestra el segundo panel, en el cual se puede observar que las regiones comparativamente violentas fueron: el Bajo Cauca, sur de Córdoba, Eje Cafetero, Valle, Arauca, Meta, Caquetá, Putumayo y algunos municipios en Cauca y Nariño; las pacíficas fueron: la subregión del Canal del Dique, La Mojana, aunque en una menor proporción al ser comparada con 2003, y el altiplano cundiboyacense.

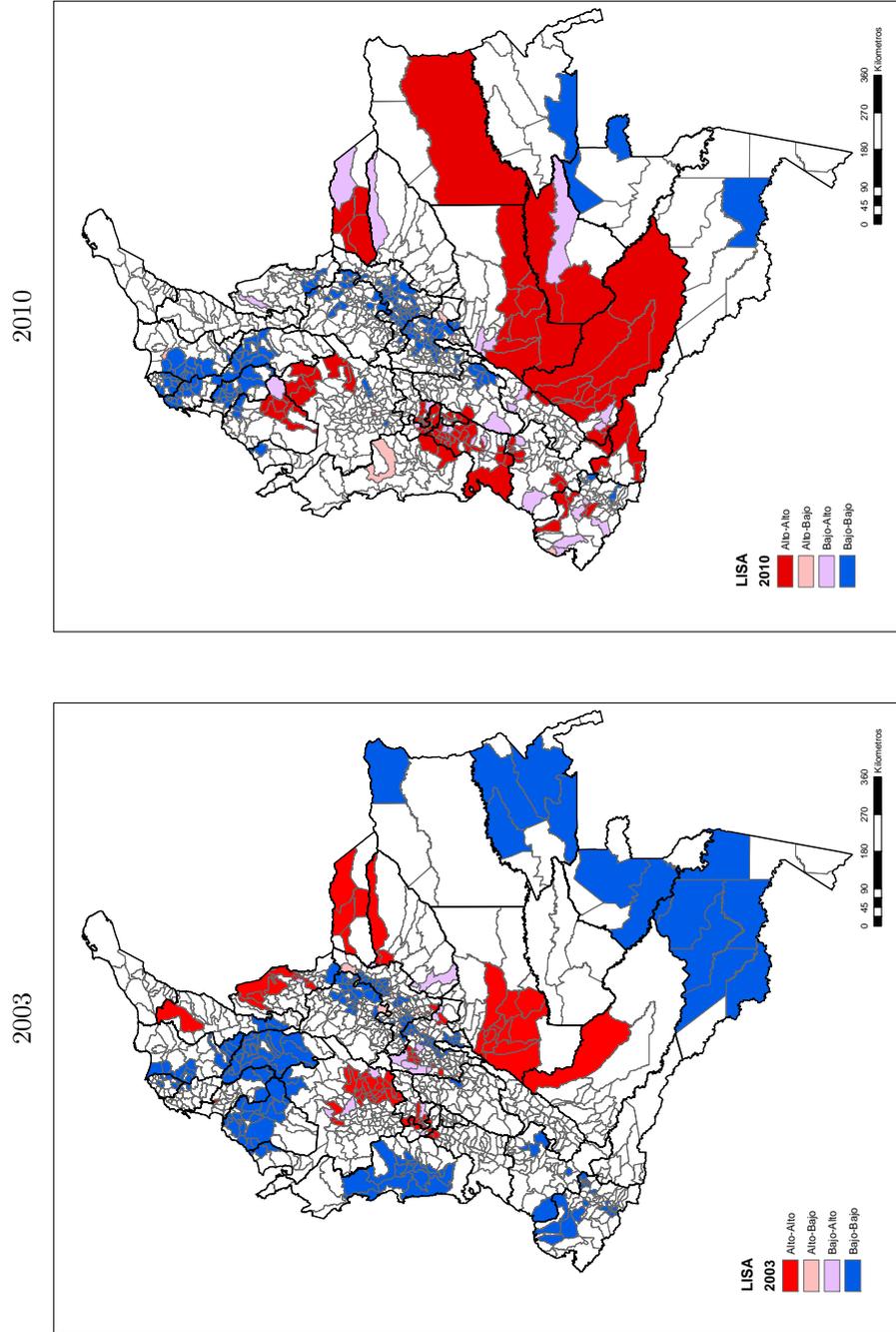
Estos resultados muestran la persistencia de los niveles comparativamente altos de violencia en Antioquia, Arauca, Meta y el Eje Cafetero. Igualmente, resaltan la naturaleza pacífica de Boyacá y Atlántico. También muestran el mejoramiento de las condiciones de seguridad en zonas en las cuales antes se tenía una incidencia del delito significativamente alta, tal como es el caso del suroriente antioqueño, el noroccidente de Cundinamarca y Casanare, zonas que dejaron de tener *clusters* conformados por municipios violentos. Estos logros podrían ser atribuibles a la Política de Seguridad Democrática, estrategia que se implementó desde 2002 y se dedicó principalmente a combatir, tanto militar como económicamente, a los grupos al margen de la ley con el objetivo de reducir los altos niveles de violencia que se presentaban en el país (Pérez, 2012). No

obstante, en otras zonas hubo un deterioro significativo de la seguridad, como es el caso del Bajo Cauca y el sur de Córdoba, siendo la primera la zona donde se produjo el cambio más drástico.

Los resultados del análisis LISA no implican, por ejemplo, que en 2003 los municipios del departamento de Valle tuvieran tasas de homicidio bajas; lo cierto es que en 2010 Valle se volvió una zona comparativamente violenta. Los resultados tampoco implican que en 2010 el Catatumbo tuviera una baja incidencia del delito. Sin embargo, el mejoramiento de las condiciones de seguridad permitió una reducción importante de la violencia en algunos municipios pertenecientes a esta región. En esta zona, ante la confluencia de municipios con altas y bajas tasas de homicidio, se descarta la formación de un *cluster* violento o pacífico. De hecho, en la Figura 6 se puede constatar que en 2010 en el Catatumbo hubo un municipio *outlier*. Específicamente, se trata de Teorama, cuya baja incidencia del delito contrasta con sus vecinos violentos.

A partir de este análisis se puede decir que entre 2003 y 2010 la incidencia del delito se ha incrementado en zonas periféricas a los lugares donde antes se tenían altos niveles de violencia. Por ejemplo, si bien es cierto que la violencia en el suroriente antioqueño disminuyó significativamente, esta se incrementó en el Bajo Cauca y el sur de Córdoba. Por otro lado, los *clusters* de municipios violentos que en 2003 se encontraban en Cundinamarca y Casanare parecen haberse desplazado hacia Cauca, Nariño y Putumayo.

Figura 6: LISA de la tasa de homicidio municipal



Fuente: Elaboración de los autores con base en información de la Policía Nacional.

## D Análisis regional

A nivel regional se encuentran diferencias importantes en cuanto a la incidencia del delito. Por ejemplo, las regiones Caribe y Andes Orientales se caracterizan por sus bajas tasas de homicidio,<sup>15</sup> las cuales estuvieron por debajo de la tasa nacional, tanto para 2003 como para 2010. Por el contrario, los Andes Occidentales, Orinoquía y Amazonía presentan tasas que superan por un amplio margen la tasa nacional, lo cual era de esperarse, ya que estas regiones incluyen a los departamentos en los cuales han persistido altos niveles de violencia. Por otro lado, llama la atención el aumento de la tasa de homicidio de la región Pacífica, a diferencia de lo sucedido en las demás regiones.

Cuadro 2: Tasa de homicidio por regiones

Región	2003	2010
Amazonía	76,11	64,82
Andes occidentales	86,35	53,76
Andes orientales	40,11	20,06
Caribe	41,57	25,12
<b>Nacional</b>	<b>56,20</b>	<b>33,97</b>
Orinoquía	117,44	49,54
Pacífico	36,50	38,55

Fuente: Policía Nacional.

Al realizar el ejercicio de asociación espacial local (LISA) a nivel regional se encuentran algunos *clusters* que no aparecen en el análisis nacional. Esto era de esperarse, ya que hay otras zonas con mayor y menor incidencia del delito, y el indicador de asociación espacial local tiene en cuenta la desviación de la tasa de homicidio de cada municipio con respecto a la media regional.

Aunque en términos generales la región Caribe presenta una tasa de homicidio menor a la tasa nacional, al interior de la misma hubo zonas comparativamente violentas. Por ejemplo, en la Figura 7 se puede observar cómo cambió la incidencia del delito en la Costa Caribe colombiana. Dicha figura indica que en 2003 los *clusters* conformados por municipios violentos se ubicaron cerca de la

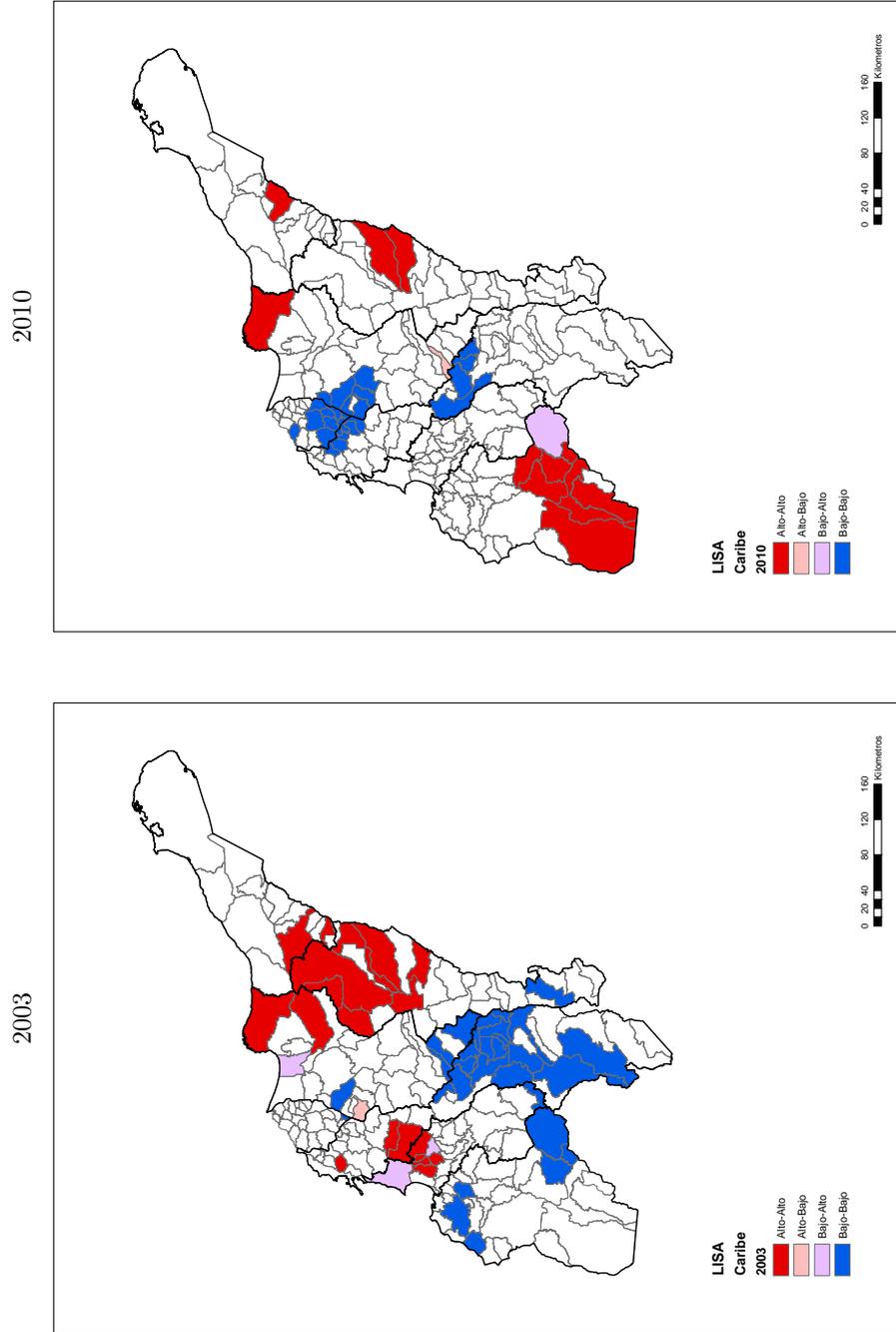
<sup>15</sup>Para ello se emplea la delimitación de regiones propuesta por el Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) del Banco de la República. Para facilitar su identificación, en la Figura 17 del Anexo se muestran dichas regiones.

Sierra Nevada, así como en los Montes de María. Estos son aglomerados que no son visibles en el análisis nacional, y constituyen ejemplos de zonas que fueron comparativamente violentas en una región caracterizada por tener una baja incidencia del delito.

Al analizar los Andes orientales se puede observar la persistencia de los altos niveles de violencia en el Catatumbo (ver Figura 8), resultado que no se obtiene en el análisis nacional. Igualmente, llama la atención que en 2010, al interior de esta región, Huila y Tolima presentaron *clusters* conformados por municipios violentos.

Finalmente, al analizar los Andes occidentales se obtuvo que el suroriente antioqueño pasó de tener un aglomerado de violencia a uno pacífico, lo que refleja los avances que se tuvieron en materia de seguridad en esta zona del país. Los aglomerados de municipios antioqueños comparativamente pacíficos en 2010 no aparecen en el análisis nacional. Esto se debe a que hay municipios aun más pacíficos en otras zonas del país, como aquellos en la subregión del Canal del Dique y en Boyacá.

Figura 7: LISA para la Costa Caribe



Fuente: Elaboración de los autores con base en información de la Policía Nacional.