



Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2024

Investigación

Patrones territoriales de los homicidios en Costa Rica y factores asociados

Investigadores:

Shu Wei Chou Chen
Christopher Torres Rojas
(Escuela de Estadística, UCR)

San José | 2024



2024
UNIVERSIDADES
PÚBLICAS CON LOS
PUEBLOS ORIGINARIOS



363.259
C552p

Chou Chen, Shu Wei
Patrones territoriales de los homicidios en Costa Rica y factores asociados / Shu
Wei Chou Chen, Christopher Torres Rojas. -- Datos electrónicos. -- San José, C.R. :
CONARE - PEN, 2024.

1 recurso en línea (27 páginas): archivos de texto PDF, 1.201 KB

ISBN 978-9930-636-52-7
Investigación para el Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sos-
tenible 2024

1. HOMICIDIOS. 2. VIOLENCIA. 3. INSEGURIDAD. 4. COSTA RICA. I.
Torres Rojas, Christopher. II. Título.



Índice

Palabras clave	4
Descarga de responsabilidad	4
Introducción.....	4
Metodología.....	6
Resultados	9
Análisis temporal de homicidios de Costa Rica	9
Análisis espacial de homicidios de Costa Rica.....	11
Autocorrelación espacial	14
I de Moran global	14
I de Moran local	14
Conglomerados de acuerdo con el índice I de Moran local.....	17
Patrón de las tasas de homicidios.....	19
Factores socioeconómicos asociados con la violencia homicida.....	20
Asociaciones por componentes sociales	20
Modelos de regresión.....	24
Conclusiones.....	26
Referencias	27

Descarga de responsabilidad

Esta investigación se realizó para el Informe Estado de la 2024. El contenido es responsabilidad exclusiva de su autor, y las cifras pueden no coincidir con las consignadas en el capítulo respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

Palabras clave

Homicidios, violencia, seguridad ciudadana, inseguridad, tasa homicidios, crimen organizado, ajuste cuentas, criminalidad, desigualdad, equidad social, cantones, narcotráfico, drogas, indicadores sociales.

Introducción

En el ámbito de la política pública, los homicidios son una variable clave para entender la seguridad y la realidad de un país o región. Los homicidios, medidos mediante la tasa de homicidios, son un indicador de estabilidad social que permite al Estado tomar decisiones sobre seguridad e identificar las áreas más vulnerables a este fenómeno. Generalmente, la tasa de homicidios tiene un impacto relevante a nivel internacional, influyendo en gran medida en el turismo y la inversión. Debido a esto, a nivel global se han realizado numerosos estudios sobre este fenómeno, considerándose el estudio de Shaw (1942) en Chicago como uno de los pioneros en el análisis espacial de la criminalidad, seguido por muchos otros.

Goh y Law (2023) menciona que existen tres teorías complementarias que permiten explicar los mecanismos por los cuales la desigualdad social genera un aumento en las tasas de criminalidad en una sociedad. Una de ellas es la teoría general de la deformación, que en términos generales sugiere que la criminalidad se debe a la generación de tensiones en el individuo, como la eliminación de refuerzos positivos y la inclusión de refuerzos negativos, siendo ejemplos de esto la pobreza o el desempleo. La segunda es la teoría de la desorganización social, la cual considera que las condiciones y características de las regiones geográficas adyacentes a una zona afectan los índices de criminalidad de esta. Por último, la teoría de la elección racional plantea que el delincuente es un ser racional que pondera el costo-beneficio de cometer un crimen, lo cual depende usualmente del contexto social y de las leyes del país.

Varios estudios estadísticos han considerado estas teorías en su desarrollo, incorporando variables que intentan describir y comprender estos enfoques mediante modelos estadísticos. Estos modelos analizan la asociación entre factores sociodemográficos y la violencia homicida, generalmente relacionada con alguna de las siguientes dimensiones: pobreza y nivel de educación, estructura familiar y composición racial (Tcherni 2011). En el lenguaje estadístico, estos factores también se denominan covariables o variables predictoras. Es importante reconocer que estos modelos proporcionan evidencia empírica, basada en los datos, de las asociaciones, pero no implican causalidad de ningún tipo.

En la literatura es frecuente encontrar variables como el porcentaje de población con estudios universitarios, la tasa de desempleo y el porcentaje de población joven como variables predictoras en los modelos utilizados. Un ejemplo de esto se encuentra en Franco-Galeano (2018), cuyo análisis concluye que existe una relación negativa entre el porcentaje de personas con estudios universitarios y los homicidios en el caso intraurbano de Medellín. De manera similar, Maldonado-Guzmán, Saldaña-Taboada, y Miguel-Alvaro (2020) presentan resultados donde el desempleo y la cantidad de familias uniparentales son predictores de la inseguridad percibida en Barcelona.

Cabe mencionar que, aunque la literatura está de acuerdo en estas áreas estructurales, las variables orientadas a medirlas suelen diferir entre sí debido a las características intrínsecas de cada población o a la falta de medición de ciertos aspectos.

Costa Rica se ha asociado generalmente con ser un país relativamente seguro en comparación con sus vecinos centroamericanos. Como bien menciona Fajnzylber, Lederman, y Loayza (1998), durante el período de 1970 a 1990, Costa Rica fue uno de los pocos países en Latinoamérica que presentaron una disminución sostenida en la tasa de homicidios. Este escenario difiere del actual, en el que “se ha experimentado un repunte en la tasa de homicidios en los últimos años, alcanzando 12,8 por cada 100,000 habitantes en 2022”, ya que los grupos del crimen organizado han estado luchando por el control de ciertas zonas clave UNODC (2023), especialmente en áreas costeras como Limón, que es un punto estratégico para la exportación de drogas, como menciona UNODC (2023) en su último informe. Este comportamiento parece replicarse en el Pacífico, donde provincias como Puntarenas registran un aumento constante en la cantidad de homicidios, según los registros del Organismo de Investigación Judicial OIJ (2021), lo cual sugiere un cambio estructural en la violencia homicida en el país.

Este documento presenta un análisis sobre la situación de los homicidios en Costa Rica durante el período 2014-2023, con el fin de contribuir a la preparación del capítulo de equidad e integración social del Informe Estado de la Nación 2024. El objetivo principal del estudio es analizar los patrones territoriales de los homicidios en Costa Rica en los últimos años e identificar los factores asociados.

Este estudio tiene como finalidad responder si ha existido un cambio estructural en los patrones de homicidio, si existen cantones relacionados espacialmente y si hay coincidencias entre los resultados locales y los estudios internacionales previos o la opinión de los expertos a nivel local (OIJ o Fuerza Pública).

Los resultados obtenidos permiten responder a estas interrogantes y brindar información de interés público sobre una de las problemáticas que más afectan a la sociedad. Además, los resultados pueden servir como insumo para discusiones sobre acciones que permitan reducir el reciente aumento de los homicidios en el país.

En seguida, la Sección 2 presenta la metodología, incluyendo los datos utilizados en este análisis y los métodos estadísticos empleados para responder la pregunta de investigación. Los resultados se presentan en la Sección 3, y finalmente, las conclusiones se exponen en la Sección 4.

Metodología

Para llevar a cabo esta investigación, se dispone de datos sobre homicidios de 2014 a 2023, obtenidos del Organismo de Investigación Judicial (OIJ). Primero, se realizó un análisis descriptivo para identificar los patrones temporales de la violencia homicida en el país. Además, se analizaron características como la clasificación de los homicidios, la edad de las víctimas y la distribución por provincia a lo largo de los años. Luego, se agregaron los datos de homicidios por cantón para todo el período de análisis con el fin de encontrar patrones espaciales e identificar si existen conglomerados de cantones con mayor o menor número de homicidios en el país.

En la primera etapa del análisis, se observó un aumento en el número absoluto de homicidios en el país después de 2021, específicamente en la clasificación de los homicidios relacionada con ajustes de cuentas. Por lo tanto, en una segunda etapa, se procedió a calcular, por cantón, las tasas de homicidios totales y de homicidios por ajuste de cuentas, con el fin de identificar patrones espaciales. Se utilizaron las tasas en lugar de los casos absolutos debido a que el riesgo de violencia homicida depende de la población de cada cantón, y las tasas ponderadas por población permiten comparar los riesgos en igualdad de condiciones para todos los cantones.

Se realizó un análisis de comparación mediante autocorrelación espacial, de las tasas de homicidios (por mil habitantes) durante tres períodos de tiempo: antes de la pandemia de Covid-19 (2018 y 2019), durante la pandemia (2020 y 2021), y después de la pandemia (2022 y 2023). Además, es importante recalcar que, para la comparación de la violencia homicida a nivel cantonal a lo largo del tiempo, se decidió mantener la misma cantidad de cantones. En concreto, se unieron los nuevos cantones: Río Cuarto (creado en 2017), Monteverde (2021) y Puerto Jiménez (2022) a sus respectivos cantones originales: Grecia, Puntarenas y Golfito.

El análisis de autocorrelación espacial se realizó con el índice global de I de Moran, una herramienta para detectar la existencia de conglomerados de cantones que presentan valores altos o bajos con respecto a la variable homicidios por su cercanía. Por otro lado, los índices locales de I de Moran, como medida local de asociación espacial (local indicators of spatial association, LISA, por su sigla en inglés) fueron calculados con el fin de caracterizar localmente los cantones que conforman estos conglomerados.

En una tercera etapa, se procedió a analizar un conjunto de 33 posibles factores socioeconómicos asociados a la tasa de homicidios totales (y su transformación logarítmica, debido a la asimetría de la variable y porque dicha transformación facilita el análisis estadístico), a través de un análisis descriptivo de correlaciones. Este análisis con la tasa de homicidios por ajuste de cuentas se omite en este artículo, ya que las asociaciones son similares a las de los casos totales.

Debido a las limitaciones en la continuidad temporal de las mediciones socioeconómicas en el país y el interés en estudiar el aumento de los homicidios durante 2022 y 2023, se centró el estudio en las tasas de homicidios cantonales durante 2022-2023, utilizando las variables cantonales presentadas en la cuadro 1, las cuales fueron recopiladas principalmente en el año 2022, además de algunas otras variables de interés del censo de 2011. Este conjunto de

variables socioeconómicas fue recopilado por el Programa Estado de la Nación, a través de un conjunto de instituciones públicas que producen estadísticas oficiales.

Cuadro 1

Las potenciales variables socioeconómicas que relacionan con la tasa de homicidio

Componente	Variable	Descripción	Fuente
1. Educación	Escolaridad	Escolaridad promedio por cantón, según censo 2011.	INEC. Censo 2011
	rel_universidad	Cantidad promedio de personas con universidad incompleta por 1000 habitantes	2022. SINIRUBE
	prom_universidad	universidad incompleta o superior por hogar.	2022. SINIRUBE
	prom_eduprimaria	Promedio de personas con educación primaria por hogar	2022. SINIRUBE
	prom_edusecundaria	Promedio de personas con educación secundaria por hogar	2022. SINIRUBE
	prom_sinedu	Promedio de personas que no asisten a educación por hogar	2022. SINIRUBE
	prom_climaedu	Promedio de personas mayores de edad que tiene entre 11 a 19 años de estudio.	2022. SINIRUBE
2. Seguridad y empleo	T_denuncias911	Cantidad de reportes de denuncias de inseguridad del entorno, violencia familiar, violencia personal, a la propiedad, sexual, drogas y menores de edad por habitantes cantonal.	2016-2022 Emergencias 9-1-1
	T_denuncias_OIJ	Cantidad de reportes de asaltos, hurtos, robos, robos de vehículos y tacha de vehículos por habitantes cantonal.	2020-2023. OIJ, Poder Judicial
	prom_desempleado	promedio de personas desempleadas por hogar	2022. SINIRUBE
	tasa_aprox_desempleo	Cantidad promedio de personas desempleadas por 1000 habitantes	2022. SINIRUBE
	prom_psectorprim	Promedio de personas del hogar en el sector primario por hogar	2022. SINIRUBE
	rel_psectorprim	Cantidad promedio de personas en el sector primario por 1000 habitantes	2022. SINIRUBE
3. Composición demográfica	prom_dependiente	Promedio de personas dependientes por hogar	2022. SINIRUBE
	rel_dependiente	Cantidad promedio de personas dependientes por 1000 habitantes	2022. SINIRUBE
	rel_migrantes	Cantidad promedio de personas migrantes por 1000 habitantes	2022. SINIRUBE
	prom_migrantes	Cantidad promedio de personas migrantes por hogar	2022. SINIRUBE

Componente	Variable	Descripción	Fuente
4. Pobreza, desarrollo y vivienda	rel_mujeres	Porcentaje promedio de mujeres por hogar.	2022. SINIRUBE
	prop_jefemujer	Porcentaje de hogares con jefa de hogar mujer.	2022. SINIRUBE
	prom_pob524	Promedio de personas con edad de 5 a 24 años por hogar	2022. SINIRUBE
	rel_pob524	Promedio de personas con edad de 5 a 24 años por 1000 habitantes	2022. SINIRUBE
	prom_discapacidad	Promedio de personas discapacitadas por hogar.	2022. SINIRUBE
	prop_rural	Porcentaje de hogares en zona rural.	2022. SINIRUBE
	IDH	Índice de Desarrollo Humano cantonal.	UCR
	IDS	Índice de Desarrollo Social cantonal.	Mideplan
	prop_pobreza	Porcentaje de hogares en pobreza	2022. SINIRUBE
	prop_pobrezaext	Porcentaje de hogares en pobreza extrema	2022. SINIRUBE
	prop_vulnerable	Porcentaje de hogares en situación vulnerable	2022. SINIRUBE
	prom_asegurado	Cantidad promedio de personas aseguradas por hogar	2022. SINIRUBE
	prom_miembros	Promedio de miembros por hogar.	2022. SINIRUBE
	prop_asentamiento	Porcentaje de hogares con vivienda en asentamientos informales.	2022. SINIRUBE
	prop_vivbueno	Porcentaje de hogares con la vivienda en estado bueno	2022. SINIRUBE
prop_hacinamiento	Porcentaje de hacinamiento en los hogares.	2022. SINIRUBE	

Fuente: Elaboración propia.

Una de las limitaciones de este análisis de asociación es la presencia de posibles factores de confusión; en otras palabras, algunas de las variables socioeconómicas están muy correlacionadas entre sí. Para abordar este problema, se realizó un análisis de modelos de regresión con el fin de reducir el conjunto de factores asociados. Esta parte del estudio se llevó a cabo con dos variables de interés: las tasas de homicidios totales y las tasas de homicidios por ajuste de cuentas. Para ello, se modelaron cada una de las dos variables de interés mediante dos estrategias:

- Un modelo de regresión lineal que considera las tasas de homicidios como variables continuas: en este caso, es necesaria una transformación logarítmica (debido a la asimetría de las tasas de homicidios) para cumplir con los supuestos estadísticos del modelo (normalidad, homocedasticidad y linealidad).
- Un modelo lineal generalizado que considera los conteos de homicidios cantonales como variable dependiente: en este caso, se utilizaron las distribuciones de Poisson y binomial negativa. Sin embargo, el modelo de Poisson no cumplió con el supuesto de equidispersión,

mientras que la distribución binomial negativa permitió manejar la sobredispersión de la variable.

A nivel metodológico, cabe destacar que se realizó una transformación logarítmica de $\log(tasa + 0.1)$ para el análisis espacial y el modelaje estadístico, con el fin de satisfacer los supuestos estadísticos del análisis espacial, como la normalidad y la linealidad. Además, para este estudio se definió un nivel de significancia estadística del 10%, o bien $\alpha = 0.1$, (en comparación con el nivel de significancia usual del 5%), para que el análisis estadístico sea más conservador en el sentido de permitir un error del 10% al rechazar las hipótesis nulas (la no autocorrelación espacial y factores no asociados) y detectar aquellas anomalías en los conglomerados espaciales y factores asociados en los cantones que potencialmente podrían estar bajo riesgo de violencia homicida. En otras palabras, la decisión de establecer este nivel de significancia busca que el estudio sea conservador, permitiendo la identificación de anomalías leves en los cantones que podrían estar en riesgo.

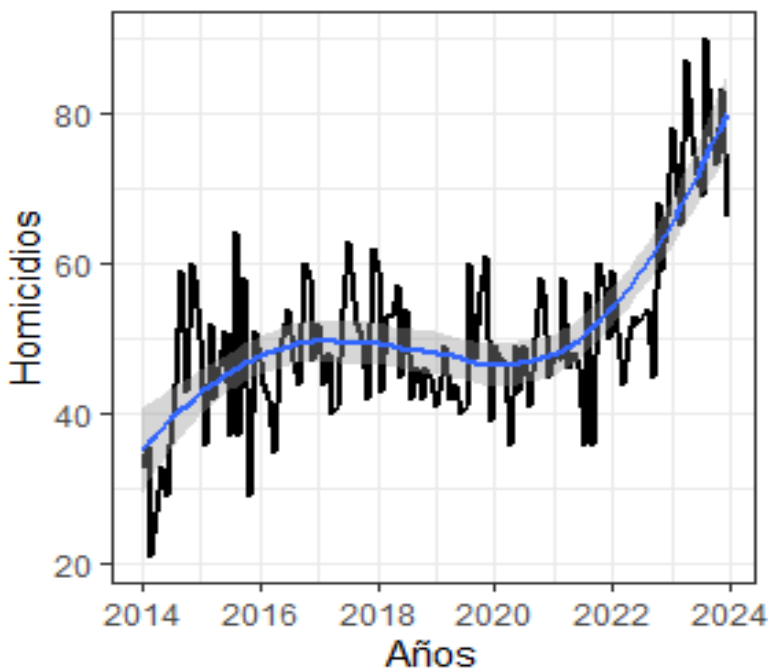
Resultados

Análisis temporal de homicidios de Costa Rica

En primer lugar, la caracterización temporal de la violencia homicida de manera nacional es presentada en el gráfico 1 y muestra que existe un aumento de casos de homicidios a partir de 2021. Este período coincide justamente en el período de la pandemia de Covid-19 que inició aproximadamente en marzo del 2020.

Gráfico 1

Serie mensual de homicidios de Costa Rica en el período 2014-2023 con la tendencia suavizada

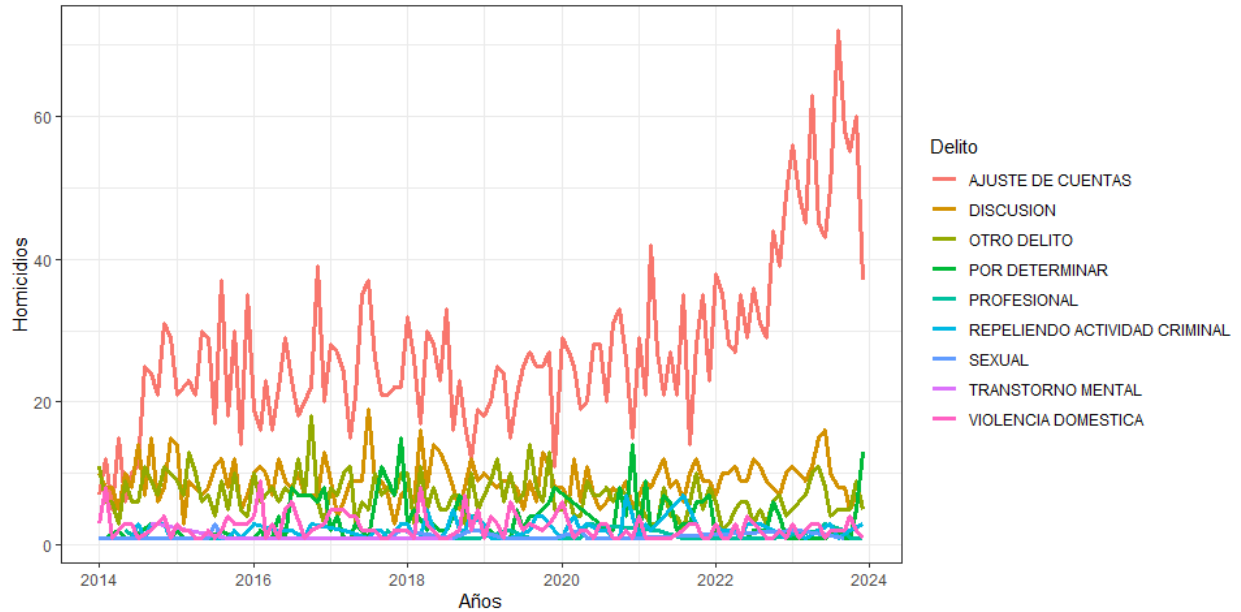


Fuente: Elaboración propia.

Si se analiza por la clasificación de homicidios, el gráfico 2 muestra que la categoría de ajuste de cuentas es la única serie que presenta aumento, mientras que el resto de las categorías se mantienen en un nivel similar durante todo el período. Las víctimas por rango de edad se concentran en las personas jóvenes, destacan el grupo entre 12 y 17 años (gráfico 3).

Gráfico 2

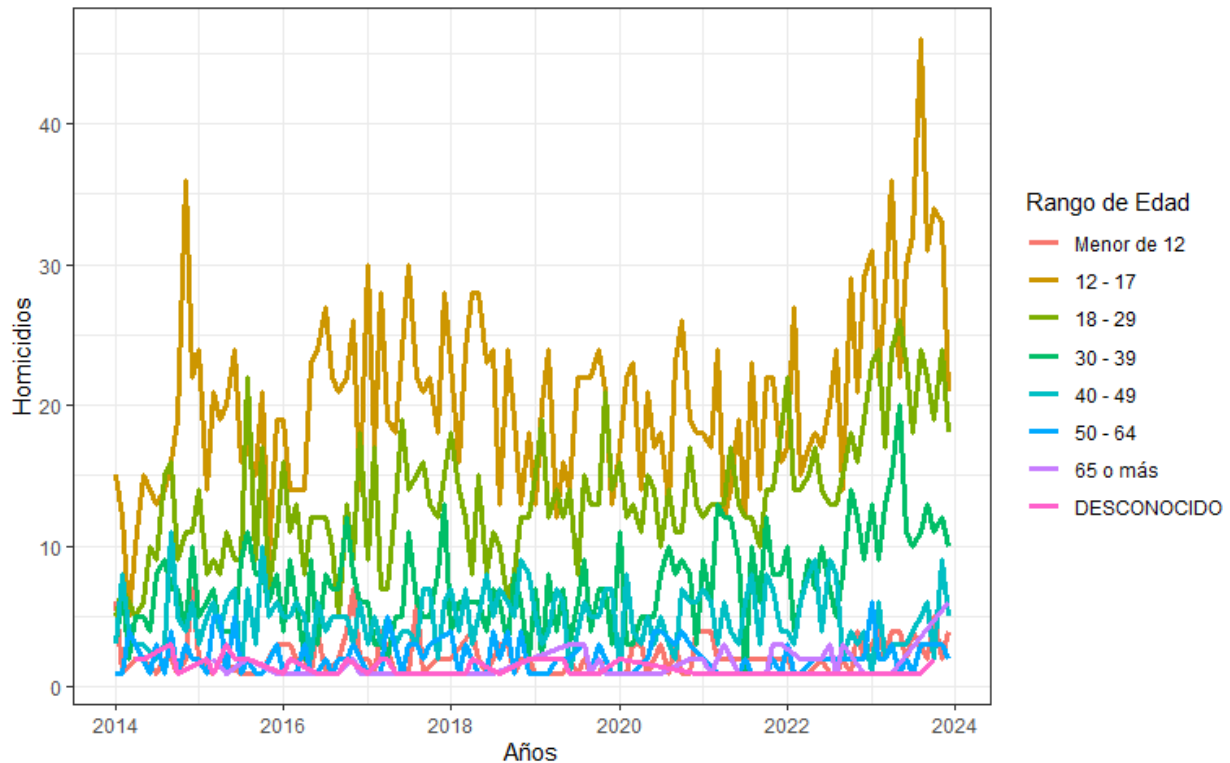
Series mensuales de homicidios por tipo de delito de Costa Rica en el período. 2014-2023



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3

Series mensuales de homicidios por rango de edad de Costa Rica en el período. 2014-2023



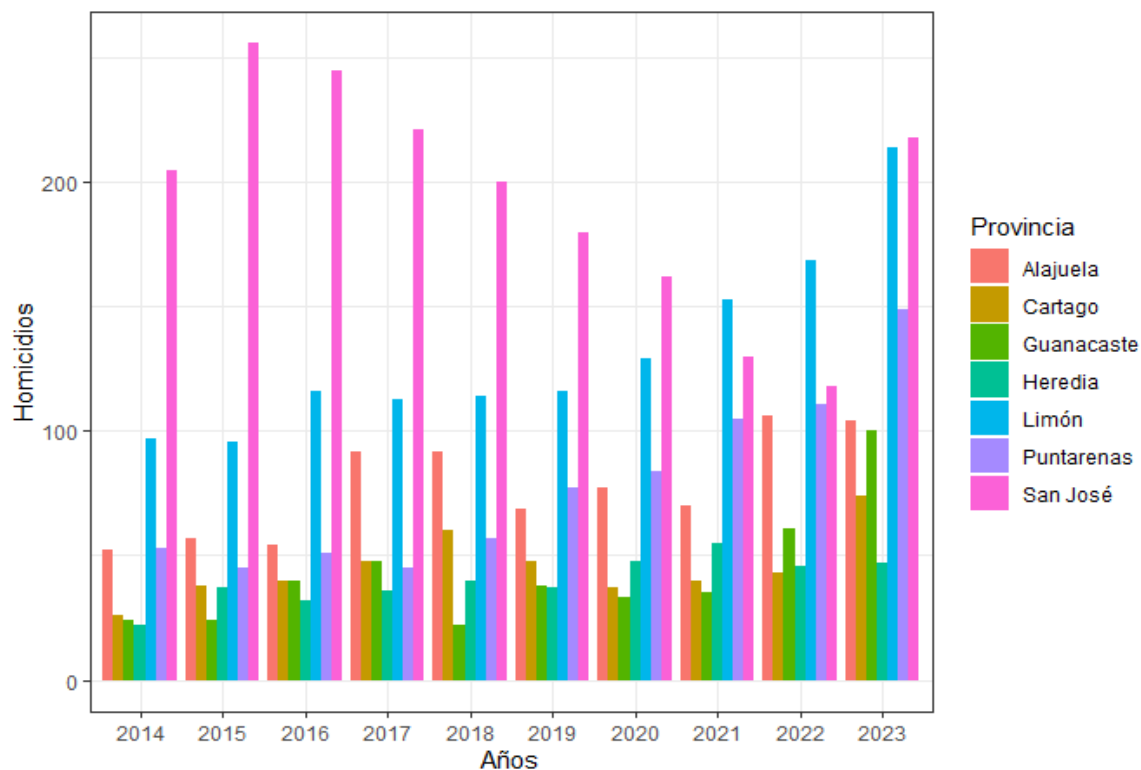
Fuente: Elaboración propia.

Análisis espacial de homicidios de Costa Rica

A continuación, se analiza por provincia con el gráfico 4 San José muestra un decrecimiento de homicidios a lo largo de los años, pero sube en el 2023, mientras que los homicidios crecen con el tiempo en las provincias costeras (Puntarenas, Guanacaste y Limón).

Gráfico 4

Cantidad de Homicidios por Año según Provincia en Costa Rica en el período. 2014-2023



Fuente: Elaboración propia.

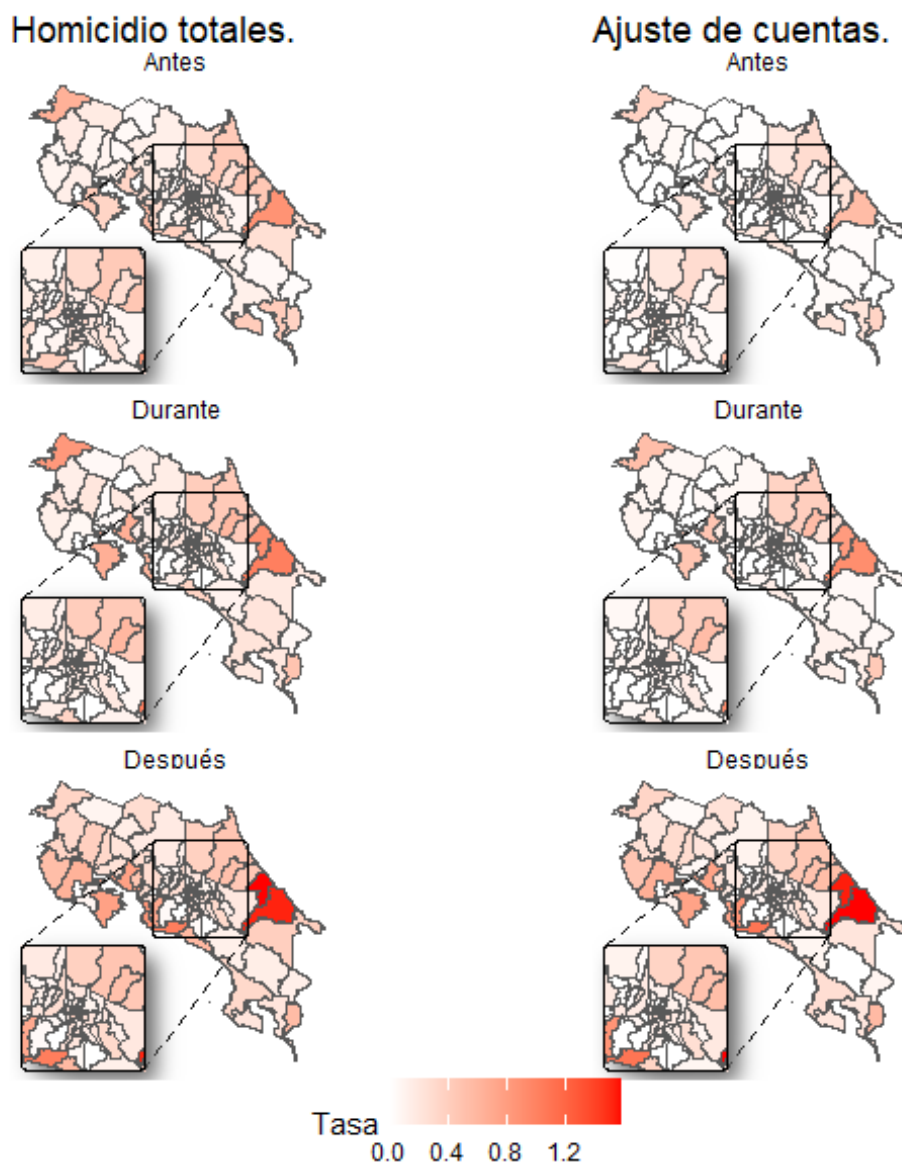
Debido a que al gráfico 2 muestra que el aumento se debe al ajuste de cuentas, se analizan los homicidios totales y los homicidios por ajuste de cuentas como dos variables de interés. Además, dado que los homicidios dependen de la población cantonal, se procede a calcular las tasas de cada variable de interés, es decir, ponderar la cantidad de homicidios por la población de cada cantón. Por otro lado, el gráfico 1 muestra un aumento aproximadamente entre 2021 y 2022, lo cual coincide con la época de la pandemia. Por esta razón, se procede a dividir el periodo de análisis en tres periodos:

- Ante de la pandemia de Covid19.
- Durante la pandemia.
- Posterior a la pandemia.

Los mapas cloroplásticos del gráfico muestran un aumento en el tiempo tanto para las tasas de homicidios totales, como para la categoría de ajuste de cuentas, por cantón. Además, se observa que los principales aumentos se encuentran en Puntarenas (Pacífico) Limón (Caribe).

Mapa 1

Tasa de homicidios totales y homicidios por ajuste de cuentas por periodo (antes, durante y después de pandemia) en Costa Rica



Fuente: Elaboración propia.

Autocorrelación espacial

I de Moran global

Por medio del índice I de Moran, se planteó como hipótesis nula la no existencia de autocorrelación espacial, y como hipótesis alternativa, la existencia de autocorrelación espacial en dos direcciones, es decir, tanto negativa como positiva, con el fin de identificar los posibles patrones espaciales. El cuadro 2 muestra que, para ambas variables (homicidios totales y homicidios por ajuste de cuentas), el índice global de I de Moran aumenta conforme avanza el periodo, indicando que existe una autocorrelación espacial más fuerte en el periodo 2022-2023. En otras palabras, esto sugiere una tendencia hacia la aglomeración de los cantones cercanos con tasas de homicidios similares (es decir, los cantones con más homicidios están más cerca entre sí, al igual que los cantones con menos homicidios). Cabe destacar que el valor-p del índice I de Moran de las tasas de homicidios por ajuste de cuenta antes de pandemia es 0.09, indicando que con un nivel de significancia de 10%, la hipótesis nula de que no existe autocorrelación espacial no es rechazada.

Cuadro 2

El índice de I de Moran según periodo (antes, durante y después de pandemia) para homicidios totales y homicidios por ajuste de cuentas

Variable	Periodo	Moran I	valor-p
Homicidio total	antes	0.0819	0.1671
	durante	0.1683	0.0078
	después	0.2155	<0.0001
Ajuste de cuenta	antes	0.1262	0.0422
	durante	0.2545	1e-04
	después	0.2323	<0.0001

Fuente: Elaboración propia.

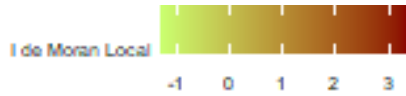
I de Moran local

Con el uso del índice I de Moran local, es posible detectar cuáles son los cantones que aportan a una autocorrelación más fuerte y estadísticamente significativa en el índice global. El mapa 2, a y b, muestran que los cantones que aportan significativamente, con un 10% de significancia, a la autocorrelación espacial de tasas de homicidios y de ajuste de cuentas se encuentran en Limón.

Mapa 2

Índice de Moran local y su significancia (con $\alpha = 0.1$) por periodo de los homicidios a nivel cantonal

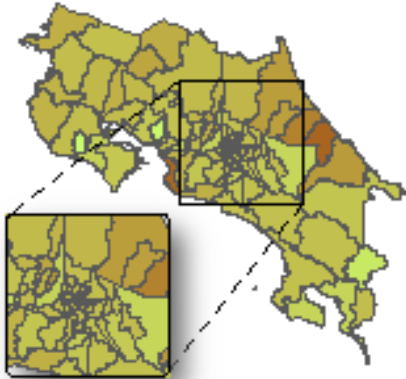
a) Índice de Moran local



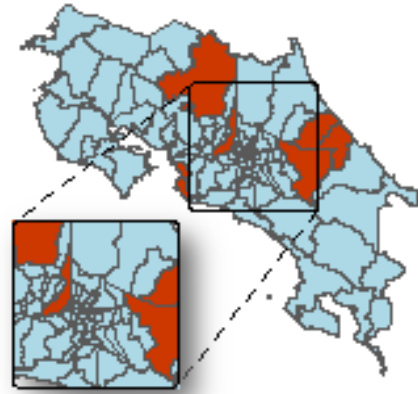
b) Significancia



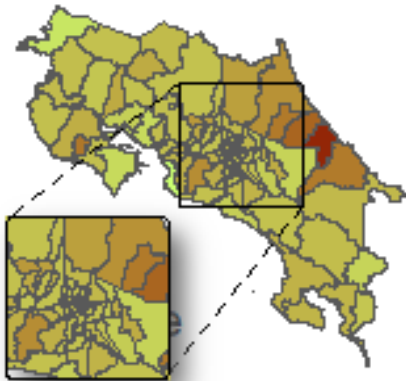
Antes



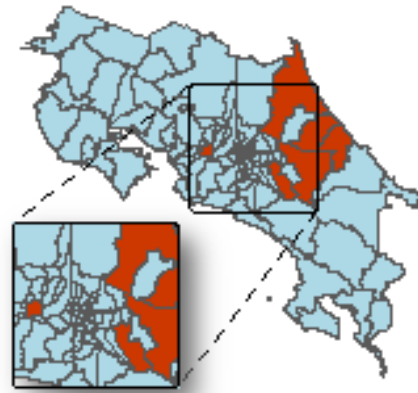
Antes



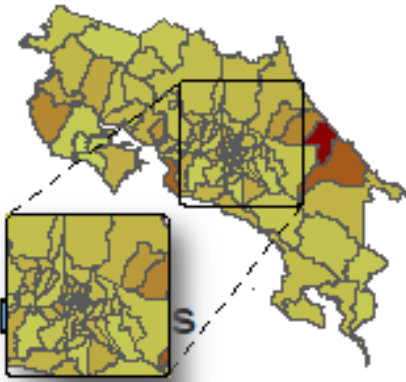
Durante



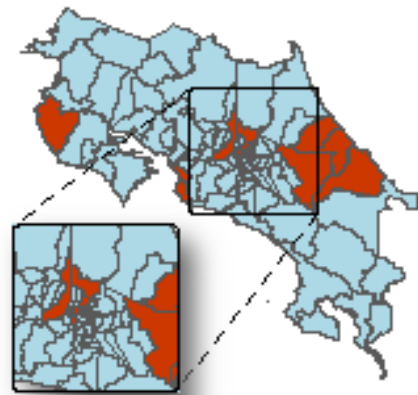
Durante



Después



Después



Fuente: Elaboración propia.

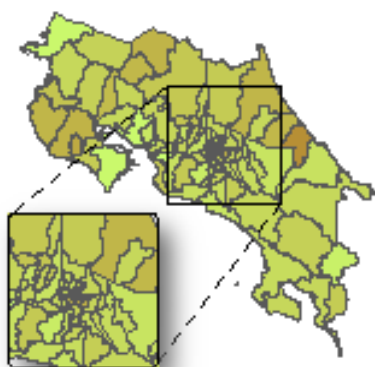
Mapa 3

Índice de Moran local y su significancia (con $\alpha = 0.1$) por periodo de los homicidios por ajuste de cuentas a nivel cantonal

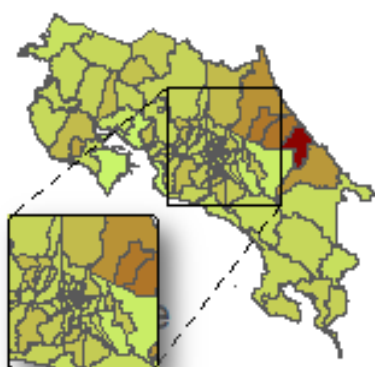
a) Índice de Moran local



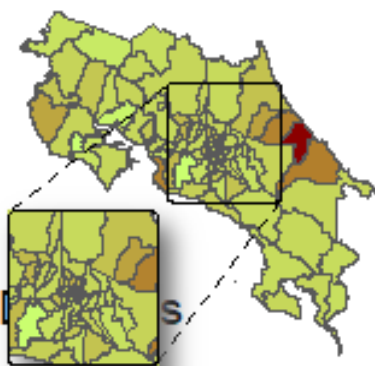
Antes



Durante



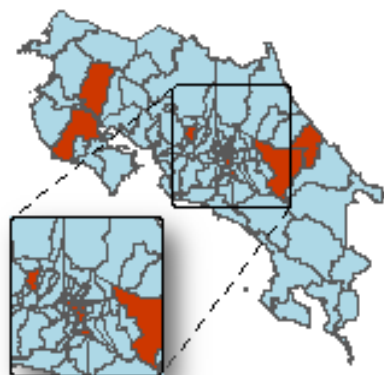
Después



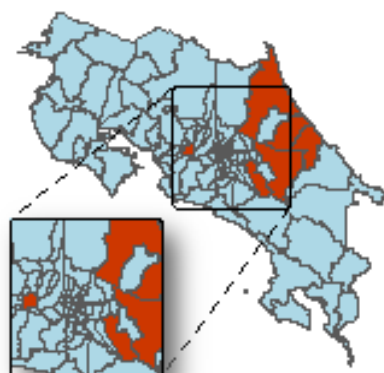
b) Significancia



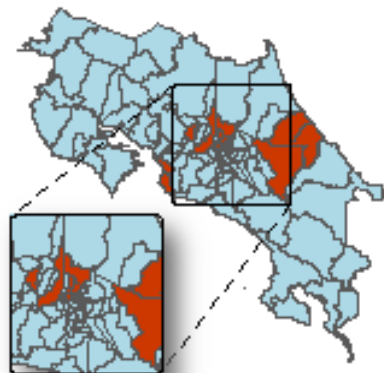
Antes



Durante



Después



Fuente: Elaboración propia.

Conglomerados de acuerdo con el índice I de Moran local

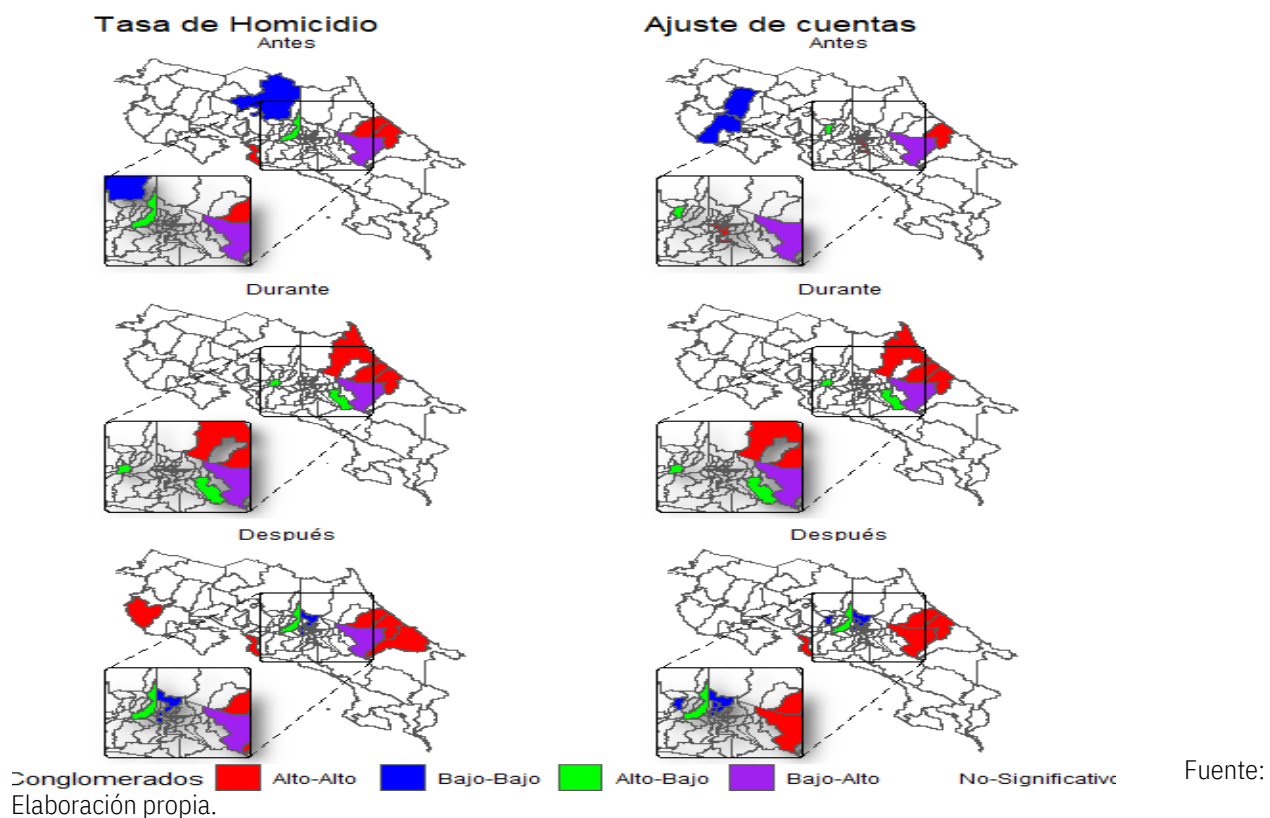
La I de Moran local permite identificar los cantones con las siguientes características:

- Alto-Alto: cantones de valores altos con vecinos de valores altos,
- Alto-Bajo: cantones de valores altos con vecinos de valores bajos,
- Bajo-Alto: cantones de valores bajos con vecinos de valores altos, y
- Bajo-Bajo: cantones de valores bajos con vecinos de valores bajos.

El mapa 4 muestra para cada variable (tasas de homicidios totales y por ajuste de cuentas) en los tres períodos, los cantones que presentan las características mencionadas que sean estadísticamente significativas con 10%. Se observan los cantones en el caribe que presentan valores altos de tasas y que sus cantones vecinos también. Es importante destacar que el cantón de Turrialba, al ser vecino de los cantones caribeños, es un cantón que presenta bajos valores de homicidios con sus vecinos con valores altos de homicidios, pasó a ser a la categoría alto-alto en la categoría de ajuste de cuentas en el período después de pandemia. Para un análisis comparativo de los cantones, consultar el cuadro 3 y 4.

Mapa 4

Conglomerados de los cantones de acuerdo al índice I de Moran local (Alto-Alto, Alto-Bajo, Bajo-Alto y Bajo-Bajo) con 10% de significancia para tasas de homicidios totales y por ajuste de cuentas



Cuadro 3

Conglomerados de los cantones de acuerdo al índice I de Moran local (Alto-Alto, Alto-Bajo, Bajo-Alto y Bajo-Bajo) con 10% de significancia para tasas de homicidios totales

Provincia	Cantón	Antes	Durante	Después
Alajuela	Alajuela	Alto-Bajo		Alto-Bajo
Alajuela	Atenas		Alto-Bajo	
Alajuela	San Carlos	Bajo-Bajo		
Cartago	Paraíso		Alto-Bajo	
Cartago	Turrialba	Bajo-Alto	Bajo-Alto	Bajo-Alto
Guanacaste	Santa Cruz			Alto-Alto
Heredia	Heredia			Bajo-Bajo
Heredia	San Rafael			Bajo-Bajo
Limón	Limón			Alto-Alto
Limón	Matina	Alto-Alto	Alto-Alto	Alto-Alto
Limón	Pococí		Alto-Alto	
Limón	Siquirres	Alto-Alto	Alto-Alto	Alto-Alto
Puntarenas	Garabito	Alto-Alto		Alto-Alto
San José	Escazú			Bajo-Bajo
San José	Montes de Oca	Bajo-Alto		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4

Conglomerados de los cantones de acuerdo al índice I de Moran local (Alto-Alto, Alto-Bajo, Bajo-Alto y Bajo-Bajo) con 10% de significancia para tasas de homicidios por ajuste de cuentas

Provincia	Cantón	Antes	Durante	Después
Alajuela	Alajuela			Alto-Bajo
Alajuela	Atenas		Alto-Bajo	
Alajuela	Naranjo	Alto-Bajo		Bajo-Bajo
Cartago	Paraíso		Alto-Bajo	
Cartago	Turrialba	Bajo-Alto	Bajo-Alto	Alto-Alto
Guanacaste	Bagaces	Bajo-Bajo		
Guanacaste	Nicoya	Bajo-Bajo		
Heredia	Barva			Bajo-Bajo
Heredia	Heredia			Bajo-Bajo
Heredia	San Rafael			Bajo-Bajo
Limón	Matina	Alto-Alto	Alto-Alto	Alto-Alto
Limón	Pococí		Alto-Alto	
Limón	Siquirres		Alto-Alto	Alto-Alto
Puntarenas	Garabito			Alto-Alto
San José	Curridabat	Alto-Alto		
San José	Desamparados	Alto-Alto		
San José	Goicoechea	Alto-Alto		

Provincia	Cantón	Antes	Durante	Después
San José	Montes de Oca	Bajo-Alto		
San José	San José	Alto-Alto		

Fuente: Elaboración propia.

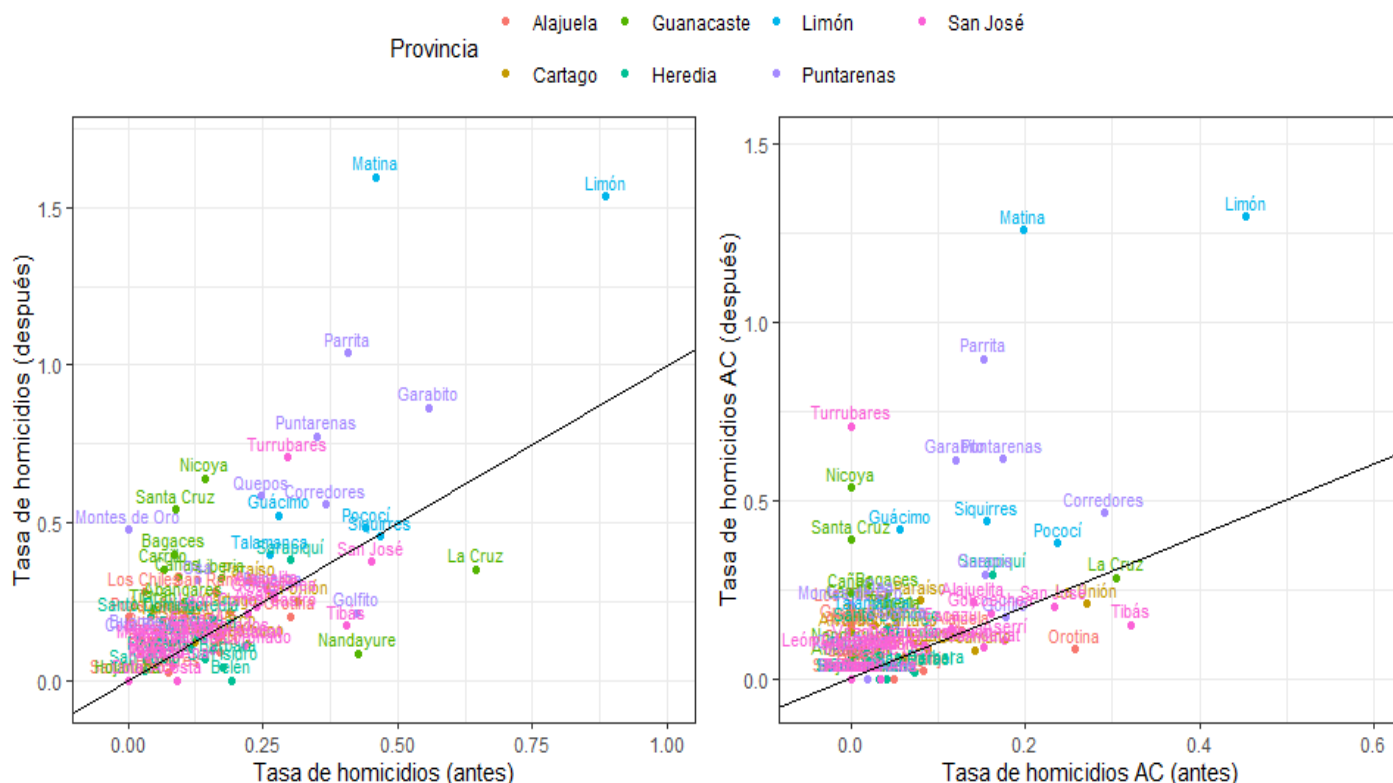
Patrón de las tasas de homicidios

Si se analiza el cambio de las tasas de homicidios y homicidios por ajuste de cuentas, comparando antes y después, se puede visualizar en el gráfico 5 que existe un aumento de tasas en la mayoría de los cantones (sobre la línea de identidad). Entre los cantones que destacan están:

- Matina y Limón en la provincia de Limón,
- Parrita y Garabito en la provincia de Puntarenas,
- Turrubares que se encuentra en la provincia de San José (contiguo a Garabito), y
- Santa Cruz y Nicoya en la provincia de Guanacaste.

Gráfico 5

Cambio del patrón de las tasas de homicidios totales y por ajuste de cuentas (AC) cantonales (antes y después)



Nota: La línea corresponde a la identidad.

Fuente: Elaboración propia.

Factores socioeconómicos asociados con la violencia homicida

Asociaciones por componentes sociales

En esta sección se presenta un análisis descriptivo para estudiar las asociaciones entre la tasa de homicidios con los posibles factores socioeconómicos del cuadro 1.

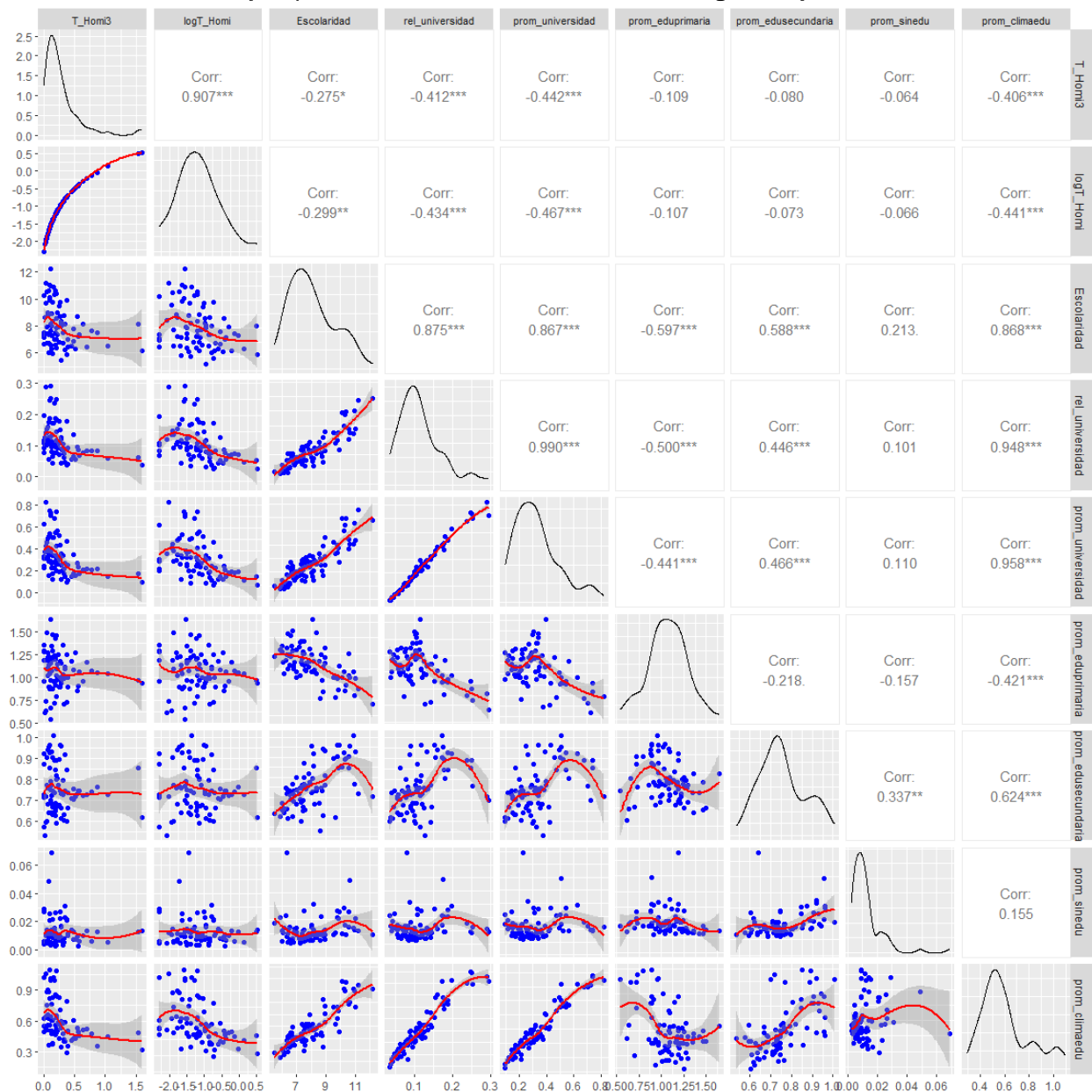
Para visualizar las correlaciones lineales (o posibles no linealidades), se calculó el logaritmo de la tasa de homicidios, llamado $\log T_{\text{Homi}}$, pues la tasa de homicidios es asimétrica negativa. Por otro lado, las variables se categorizan en cuatro dimensiones para facilitar la visualización:

- Educación,
- Seguridad y empleo,
- Composición demográfica,
- Pobreza, desarrollo y vivienda.

En la dimensión de educación (ver gráfico 6), se observa que una transformación logarítmica de la tasa de homicidios logra un mejor ajuste de linealidad. Por otro lado, las variables que presentan correlaciones negativas son Escolaridad, $rel_universidad$, $prom_universidad$ y $prom_climaedu$. Esto indica que los cantones con un mayor indicador de estudios tienen tasas de homicidios más bajas.

Gráfico 6

Matriz de correlaciones y dispersión entre la tasa de homicidios, su logaritmo y las variables de educación

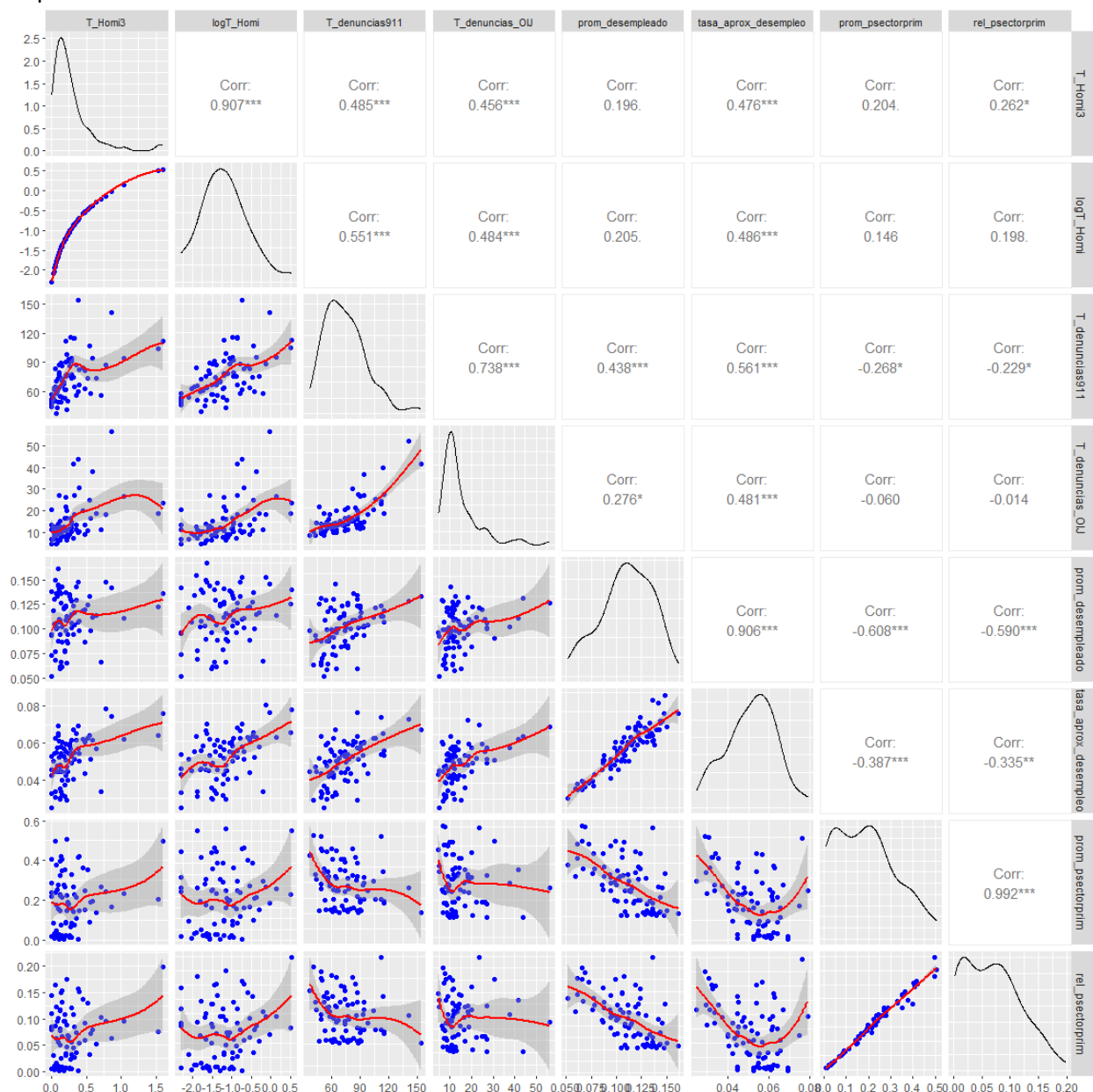


Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente en la dimensión de seguridad y empleo, el gráfico 7 muestra que variables como T_denuncias911, T_denuncias_OIJ y tasa_aprox_desempleo están correlacionadas positivamente. Mientras que rel_psectorprim presenta una correlación positiva más leve. Las primeras dos variables indican que la cantidad de reportes de delitos o incidentes de violencia (por 911 u OIJ) se relaciona positivamente con la tasa de homicidios. Las últimas dos variables están relacionadas con el empleo: un mayor desempleo implica más homicidios, mientras que la cantidad de personas que trabajan en el sector primario está inversamente asociada con la tasa de homicidios.

Gráfico 7

Matriz de correlaciones y dispersión entre la tasa de homicidios, su logaritmo y las variables de seguridad y empleo

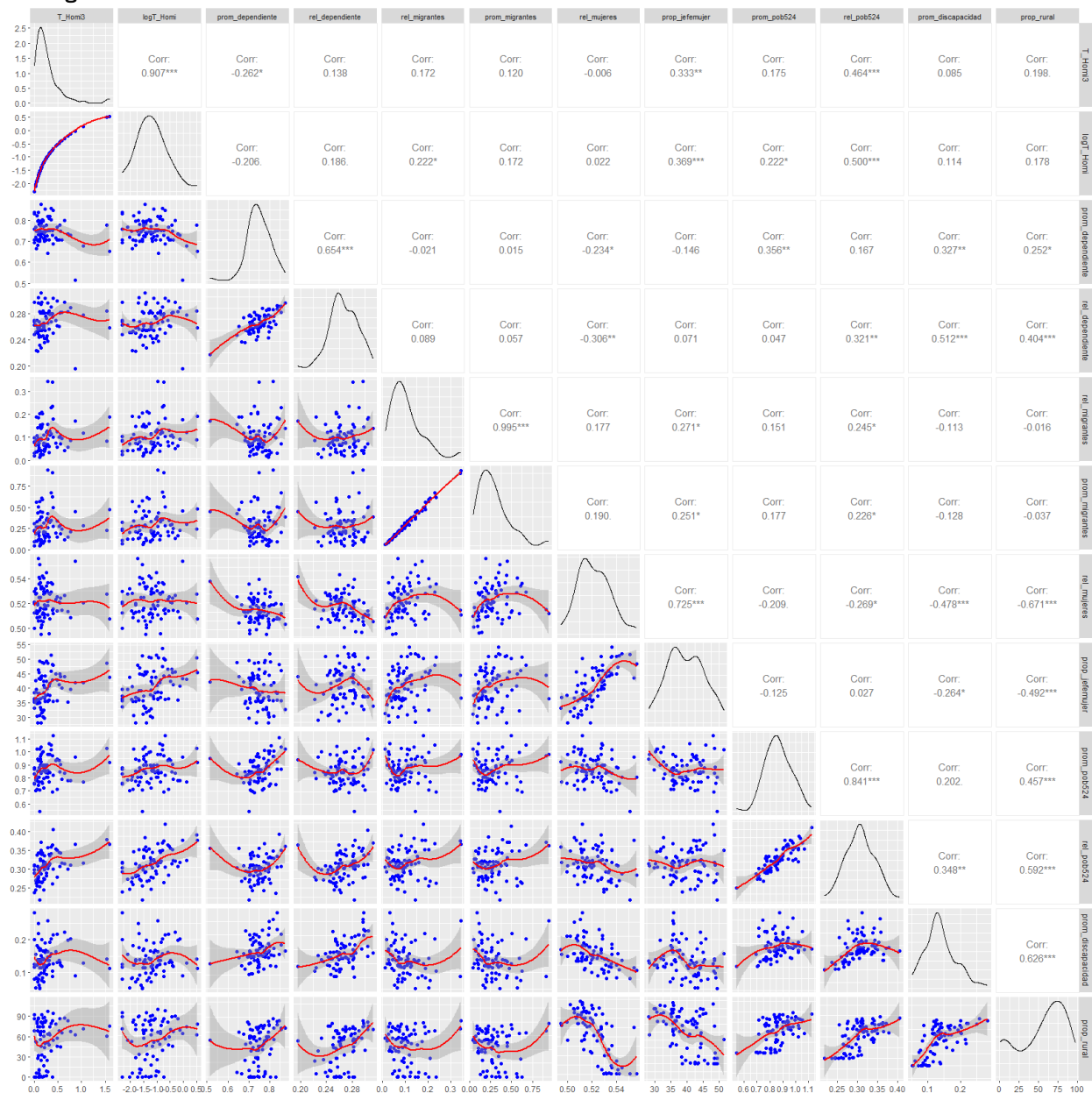


Fuente: Elaboración propia.

Luego con la dimensión de composición demográfica (gráfico 8), las variables significativas son rel_migrantes, prop_jefemujer, prom_pob524, rel_pob524. Concluyendo que un cantón con mayor tasa de homicidios tiende a tener (1) mayor migrantes por hogar, (2) mayor proporción de hogares con jefa de hogar mujer, y (3) más personas con edad entre 5 y 24 años, tanto estandarizado por la cantidad de personas por hogar o por mil habitantes.

Gráfico 8

Matriz de correlaciones y dispersión entre la tasa de homicidios, su logaritmo y las variables de composición demográfica



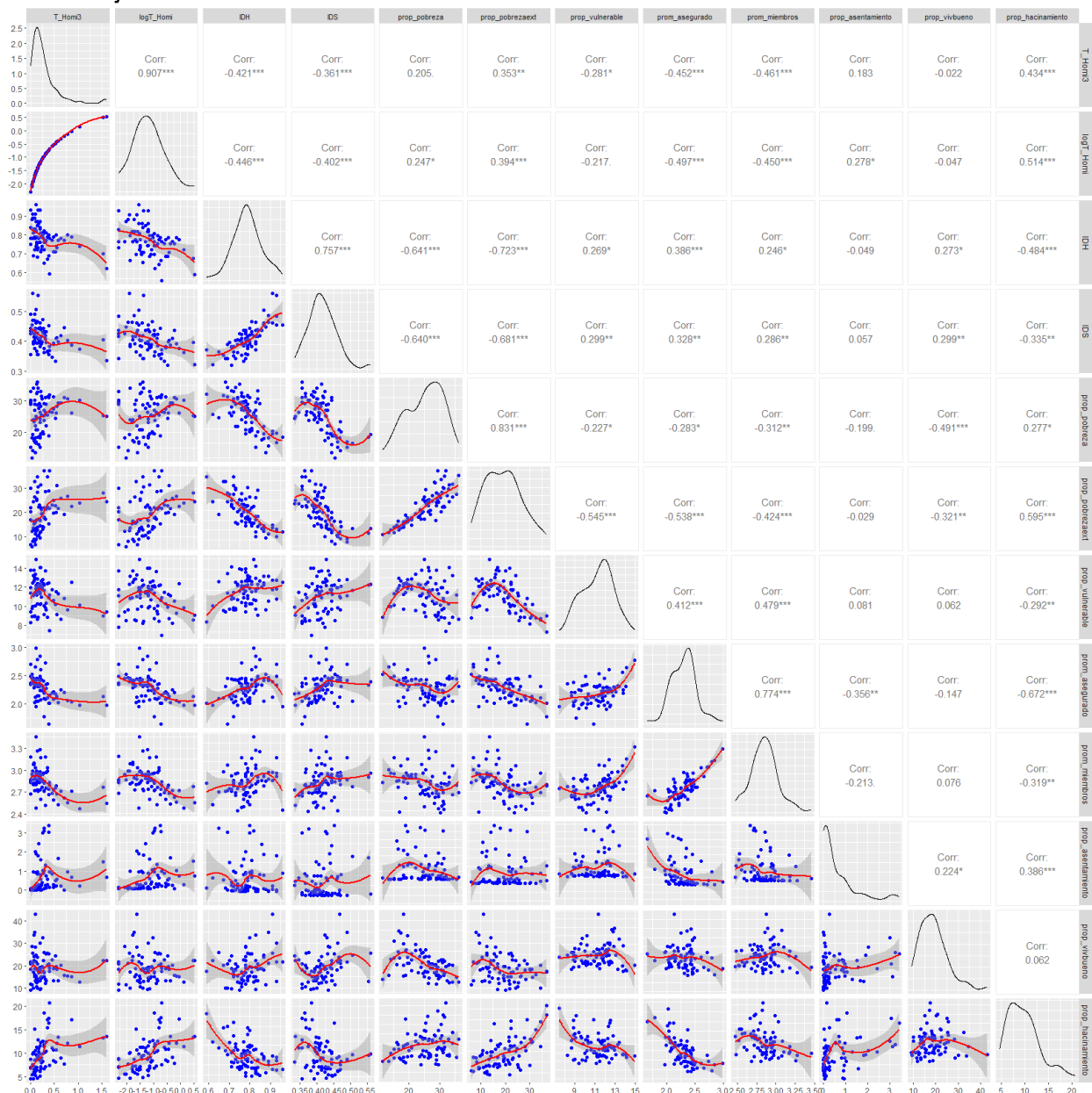
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el gráfico 9 muestra que en la dimensión de pobreza, desarrollo y vivienda, todas las variables están correlacionadas significativamente, excepto prop_vulnerable y prop_vivbueno. Las variables que están correlacionadas negativamente con la tasa de homicidios son: IDH, IDS, prom_asegurado y prom_miembros; mientras que prop_pobreza, prop_pobrezaext, prop_asentamiento, y prop_hacinamiento tienen correlación positiva con la tasa de homicidios. En resumen, un cantón con mayor tasa de homicidios tiende a tener: (1) menor desarrollo humano y desarrollo social, (2) menor promedio de personas aseguradas y

cantidad de miembros por hogar, (3) más pobreza y pobreza extrema, (4) mayor proporción de hogares con vivienda en asentamientos informales y (5) mayor proporción de hacinamiento en los hogares.

Gráfico 9

Matriz de correlaciones y dispersión entre la tasa de homicidios, su logaritmo y las variables de Pobreza, desarrollo y vivienda.



Fuente: Elaboración propia.

Modelos de regresión

En esta última sección, se presentan los resultados de los dos modelos de regresión que se estimaron a las dos variables de interés (tasas de homicidios totales y por ajuste de cuentas). Después de la reducción del modelo usando la técnica de “stepwise” de dos direcciones y una

revisión cuidadosa de los supuestos, se obtiene dos modelos finales: un modelo lineal (con tasas transformadas logarítmicamente) y un modelo lineal generalizado (para conteos de homicidios) para las dos variables de interés (homicidios totales y por ajuste de cuentas).

El cuadro 5 presenta una comparación de las variables significativas. Se observan que los factores importantes para los dos tipos de modelos son similares (para ambas variables). A pesar de que las variables educativas no fueron significativas en los modelos finales, se ha mostrado que dichas variables están relacionadas a las variables de la cuarta dimensión: pobreza, desarrollo y vivienda.

Cuadro 5
Coefficientes de los modelos estimados

Variable	Homicidios				Ajuste de Cuentas			
	Modelo lineal		Binomial Negativa		Modelo lineal		Binomial Negativa	
	Coefficiente	valor-p	Coefficiente	valor-p	Coefficiente	valor-p	Coefficiente	valor-p
(Intercept)	-2.3641	0.0248	-10.7561	0.0000	-2.6747	0.0231	-15.4851	0.0000
T_denuncias911	0.0082	0.0014	0.0087	0.0012				
tasa_aprox_desempleo	0.0206	0.0009	0.0270	0.0001	0.0298	0.0000	0.0486	0.0000
rel_migrantes	-0.0023	0.0145	-0.0037	0.0002	-0.0032	0.0028	-0.0042	0.0008
rel_pob524	0.0060	0.0001	0.0090	0.0000	0.0065	0.0001	0.0079	0.0064
prom_asegurado	-0.7306	0.0126	-1.0393	0.0033	-0.6876	0.0344		
prop_vivbueno	-0.0227	0.0122	-0.0339	0.0021	-0.0277	0.0054	-0.0410	0.0082
prop_jefemujer			0.0225	0.0647			0.0512	0.0072
prop_asentamiento					0.1508	0.0266	0.2934	0.0019
prop_rural							0.0112	0.0053

Fuente: Elaboración propia.

Las interpretaciones de los modelos lineales son de forma usual, pero se debe interpretar con la escala del logaritmo de las tasas. Por ejemplo, el coeficiente de *tasa_aprox_desempleo* es 0.0206, por lo que su interpretación es: al mantener constante el resto de variables, al aumentar la tasa aproximada de desempleo en una unidad (una persona desempleada de 1000 habitantes) en un cantón, se espera que la transformación logarítmica de las tasas de homicidios aumente en 0.0206. De tal forma, se puede concluir que todos los coeficientes positivos implican que tienen una relación positiva con la tasa de homicidios, mientras que los coeficientes negativos representan una relación inversa con la transformación logarítmica de las tasas de homicidios.

Por otro lado, la interpretación de los modelos binomiales negativos es más directa. Los coeficientes de los modelos binomiales negativos se interpretan elevando los coeficientes con la función exponencial y en porcentajes. Por ejemplo, el coeficiente de *tasa_aprox_desempleo* es 0.0270 y aplicando la función exponencial es $e^{0.0270} = 1.0274$. Entonces, al aumentar la tasa aproximada de desempleo en una unidad (una persona desempleada de 1000 habitantes) en un cantón (manteniendo el resto de variables constantes), se espera que la tasa aumente en un 2.74%. Otro otro lado, el coeficiente de *prom_asegurado* es -1.039 y aplicando la función exponencial es $e^{-1.039} = 0.3538$, por ende, su interpretación sería: al aumentar en promedio una persona asegurada por hogar en un cantón, se espera que la tasa de homicidios disminuya en un 65%.

Cabe destacar que los dos modelos para cada variable de interés (homicidios totales y homicidios por ajuste de cuentas) son estadísticamente válidos, con sus diferentes interpretaciones. Además, se puede confirmar por medio de los coeficientes estimados que los resultados coinciden en término de la influencia de cada covariable a las tasas. Finalmente, la cuadro 6 presenta los ajustes de los modelos estimados. Cabe destacar que para los modelos binomial negativos, no son posibles calcular el r^2 ajustado, pero existen pseudo- r^2 que son McFadden y Cragg-Uhler.

Cuadro 6

Ajuste de los modelos estimados (lineal y binomial negativa) para homicidios totales y por ajuste de cuentas

Variable	Modelo lineal	Binomial Negativa	
	R2adj	R2McFadden	R2Cragg-Uhler
Homicidios totales	0.588	0.167	0.696
Homicidios por ajuste de cuentas	0.522	0.144	0.606

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

En este análisis, se realizó un estudio temporal y espacial para examinar la tendencia de los homicidios en Costa Rica y su patrón espacial, llegando a la conclusión de que ha habido un aumento de homicidios en el país. Además, se identificó que este incremento se debe principalmente a delitos relacionados con ajustes de cuentas. También se detectaron aglomeraciones de cantones con tasas de homicidios más altas. Se llevó a cabo un análisis descriptivo bivariado para identificar las variables socioeconómicas cantonales que tienen una correlación significativa con la tasa de homicidios. Finalmente, se construyeron modelos estadísticos que sintetizan esta información utilizando modelos lineales generalizados, evitando las variables de confusión e identificando las variables más relevantes del estudio.

Con este estudio, se logró identificar un cambio estructural en los patrones de la violencia homicida en Costa Rica en el tiempo e identificó un cambio en el tipo de delito, específicamente ajuste de cuentas y víctimas entre 12 y 17 años. Además, se identificaron conglomerados espaciales por cantón de los homicidios en Costa Rica, en algunos cantones del centro del país y en las zonas costeras. Por último, los factores asociados a las tasas de homicidios fueron identificados por los análisis de modelos de regresión, los cuales muestran que las evidencias empíricas de Costa Rica coinciden con los principales determinantes de la violencia homicida según la evidencia científica internacional.

Referencias

- Fajnzylber, Pablo, Daniel Lederman, y Norman Loayza. (1998). «Determinants of crime rates in Latin America and the world». Washington, D.C.: The World Bank. <https://doi.org/10.1596/0-8213-4240-1>.
- Franco-Galeano, Valentina. (2018). «Análisis Espacial de la Criminalidad a Nivel Intra-urbano: El Caso de Medellín, Colombia». Mathesis, Medellín, Colombia.: Departamento de Economía, Universidad Eafit. <http://hdl.handle.net/10784/13137>.
- Goh, Lim Thye, y Siong Hook Law. (2023). «The crime rate of five Latin American countries: Does income inequality matter?» *International Review of Economics & Finance* 86: 745-63. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.03.036>.
- Maldonado-Guzmán, Diego, Patricia Saldaña-Taboada, y Alejandro Miguel-Alvaro. (2020). «Análisis Espacial de la Inseguridad Percibida en Barcelona: el Papel de los Barrios Adyacentes y de los Factores Psicosociales Implicados». *Anuario de Psicología Jurídica* 31 (1): 63-73. <https://doi.org/10.5093/apj2021a7>.
- OIJ. (2021). «Organismo de Investigación Judicial: OIJ alerta ante incremento de criminalidad en Puntarenas». *Boletín OIJ: Actualidad Policial*. <https://sitiooij.poder-judicial.go.cr/index.php/comunicacion/noticias/boletin-oij-actualidad-policial/item/19645-organismo-de-investigacion-judicial-oij-alerta-ante-incremento-de-criminalidad-en-puntarenas>.
- Shaw, & McKay, C. R. (1942). *Juvenile delinquency and urban areas*. University of Chicago Press.
- Tcherni, Maria. (2011). «Structural Determinants of Homicide: The Big Three». *Journal of Quantitative Criminology* 27 (4): 475-96. <https://doi.org/10.1007/s10940-011-9134-x>.
- UNODC. (2023). «UNODC Global Study on Homicide 2023». UNODC.