



# La concentración espacial de los reportes de disparos al 911 en la Ciudad de México: ¿Comportamiento racional en el uso de armas durante la pandemia Covid-19?

*Spatial Autocorrelation of Gunshots Reports in 911 calls in Mexico City: A rational behavior during the COVID-19 pandemic?*

Enrique García Tejeda  
Escuela de Gobierno y Transformación Pública  
Tecnológico de Monterrey, Ciudad de México  
[enrique.garciatejeda@tec.mx](mailto:enrique.garciatejeda@tec.mx)

---

Agradezco a los dictaminadores sus revisiones de este artículo y también a Gustavo Hernández Rodríguez por una charla sobre los hallazgos de esta investigación que me ayudó a idear una mejor presentación de los resultados. Finalmente, gracias al equipo editorial de la revista por su apoyo.

## Resumen

Los estudios del crimen durante la pandemia analizan el impacto de las medidas de confinamiento y distanciamiento social sobre los índices delictivos en varias ciudades alrededor del mundo, incluyendo México. Las investigaciones revelan reducciones significativas en el volumen y la distribución de la frecuencia de delitos, pero los resultados difieren por tipo de delito y ciudad analizada. No obstante, son escasos los estudios sobre el impacto de la pandemia en los patrones espaciales delictivos. Con nueva información de las llamadas al 911 en la Ciudad de México, esta investigación analiza los reportes de disparos con estimadores locales de concentración espacial. Los resultados muestran patrones diferenciados por colonias y una persistente concentración espacial en la zona oriente de la ciudad. En contraste con la disminución de delitos relacionados con armas de fuego, este hallazgo sugiere que las armas se utilizan en algunas zonas en actividades distintas a los delitos asociados a comportamientos racionales.

**Palabras clave:** análisis espacial, armas de fuego, disparos, comportamiento racional, Ciudad de México.

## Abstract

Studies of crime during the pandemic analyze the impact of lockdown and social distancing measures (SAH) on crime rates in various cities around the world, including Mexico. The studies reveal significant reductions in the volume and distribution of the frequency of crime, but the results differ by type of crime and city analyzed. However, studies on the impact of the pandemic on crime spatial patterns are scarce. With new information from the 911 calls in Mexico City, this investigation analyzes the gunshot reports with Local Estimators of Spatial Concentration (LISA). The results reveal spatial patterns differentiated by neighborhoods and a persistent spatial concentration in the eastern part of the city. In contrast to the decrease in firearm-related crimes, this finding suggests that firearms are used in some areas in activities not associated with rational behavior.

**Keywords:** spatial analysis, firearms, gunshots, rational choice, Mexico City.

**JEL Classification:** K14, C14, C21

**Fecha de recepción:** 1 de octubre de 2021.

**Fecha de aceptación:** 11 de enero de 2022.

**Fecha de publicación:** 24 de enero de 2022.

## 1. Introducción

Con el surgimiento del Covid-19, una nueva agenda de investigación congregó los estudios del crimen y la violencia que se concentra en las ciudades (Miller y Blumstein, 2020; Stickle y Felson, 2020). Las medidas de confinamiento y el distanciamiento social tuvieron efectos en la cantidad y la distribución de los delitos de forma diferenciada en Estados Unidos de América (Mohler et al., 2020). En el caso de Los Ángeles e Indianápolis, los crímenes como el robo a casa habitación y el robo violento tuvieron aumentos significativos, y los reportes de violencia doméstica tuvieron un alza en ambas ciudades (Mohler et al., 2020). En los casos de Oakland y San Francisco, en California, los estudios muestran una reducción del 40% en promedio en el robo, los homicidios y los accidentes de tráfico; sin embargo, los incidentes de violencia doméstica permanecen constantes (Shayegh y Malpede, 2020). En una investigación más amplia, que comprende 16 ciudades de Estados Unidos y diferentes tipos de delitos, Ashby (2020) encuentra diferencias significativas por tipo de delito y ciudad; por ejemplo, los robos a vehículos descendieron en tres ciudades de manera significativa (Washington, D.C., San Francisco y Los Ángeles), pero en las demás ciudades analizadas la frecuencia de este tipo de robos está dentro de los intervalos de confianza de delitos esperados.

En el caso de América Latina, Eisner y Nivette (2020) encuentran una reducción inicial de homicidios en la región, la cual es seguida de un aumento en la comisión de este delito. Sobre México, las investigaciones recientes han mostrado un descenso significativo de la violencia criminal durante la pandemia de Covid-19. El robo a vehículo y en el transporte público disminuyeron significativamente en la Ciudad de México, entre el 52.6 y el 53.8%, respectivamente (Estévez-Soto, 2021). Sin embargo, al igual que en Estados Unidos, otro tipo de delitos en la ciudad, como los homicidios y los secuestros, no registran descensos significativos durante la pandemia (De la Miyar et al., 2021a). Incluso, existe evidencia de una rápida recuperación de los índices en los delitos sexuales y la violencia doméstica a los niveles previos al confinamiento, al analizarlos al nivel municipal en México (Hoehn-Velasco et al., 2021).

A pesar de estos avances, aún existen pocas investigaciones que desglosen el estudio del crimen a partir de la ubicación de los delitos durante la pandemia (Ashby, 2020, p. 15), ya que pueden existir patrones diferenciados: lugares donde los incidentes muestren descensos significativos durante la pandemia, pero en otras áreas no disminuya la actividad delictiva estudiada. Una investigación

reciente (García-Tejeda et al., 2021) encontró patrones espaciales diferenciados de reportes de disparos de armas de fuego durante la pandemia en la Ciudad de México. No obstante, dicha investigación se basó en fuentes no oficiales de información, ya que utilizó los registros de disparos en la red social de Twitter, de modo que existen áreas de estudio donde las personas pueden escuchar la detonación de un arma pero no utilizan la red social para notificarla.

La publicación reciente e inédita por el gobierno de la Ciudad de México (ADIP, 2021) de las llamadas de reportes de disparos al número de emergencias 911 facilitó el estudio de los procesos espaciales de distancia, distribución y diferenciación de estas zonas antes inexploradas sobre el uso de armas de fuego. Al analizar las variaciones durante la pandemia encontramos que, a pesar de la disminución significativa de los delitos asociados al uso de armas, como el robo a transporte y a vehículo (Estévez-Soto, 2021), en la mayor parte de las colonias de la Ciudad de México la concentración espacial y el nivel de los registros de disparos no disminuyen su magnitud. En consecuencia, en el agregado, las armas de fuego en la ciudad probablemente se utilizan en actividades diferentes a los delitos asociados a comportamientos racionales. No obstante, existen patrones diferenciados en otras áreas, donde algunas colonias registran una baja generalizada de los reportes de disparos, las cuales se agrupan espacialmente durante la pandemia, y pueden estar vinculadas a la reducción de delitos que utilizan armas.

Sobre el impacto de esta investigación en las políticas de prevención de uso de armas de fuego y desarme voluntario en México, la formulación de las políticas puede considerar los hallazgos de la investigación para modificar su diseño para algunas zonas, puesto que el canje de armas por un “incentivo económico o en especie” establecido en los Lineamientos de la Acción Ferias de Paz y Desarme Voluntario (DOF, 2021) supone un comportamiento racional donde las personas obtienen mayor utilidad por el intercambio de armas por dinero o por trueque de otro bien. Este modelo de comportamiento puede no ser el adecuado en zonas donde persiste la concentración espacial y nivel de los reportes de disparos; por ende, es posible repensar las políticas bajo otros supuestos teóricos de comportamiento criminal alternativos al modelo racional del delito.

Sobre la estructura del artículo, la siguiente sección revisa los estudios del uso de armas de fuego durante la pandemia y el modelo del comportamiento racional del delito en la criminología. La sección tercera presenta la información sobre las llamadas al 911 que contienen el reporte de disparos de 2019 a 2021, la metodología de análisis espacial y las pruebas de inferencia estadística utilizadas

La concentración espacial de los reportes de disparos al 911 en la Ciudad de México:  
¿Comportamiento racional en el uso de armas durante la pandemia Covid-19?

en la investigación. Las secciones cuarta y quinta presentan los resultados y la discusión sobre los hallazgos, respectivamente. La parte final del artículo corresponde a las conclusiones.

## 2. El uso de armas de fuego durante la pandemia

La violencia por el uso de armas de fuego ha sido estudiada con los reportes policiales en diversas ciudades de Estados Unidos, a partir de las medidas de confinamiento y las políticas de “permanece en casa”. Kim y Phillips (2021) encontraron un aumento en los disparos no mortales y en el uso de armas de fuegos relacionados con pandillas en Buffalo, Nueva York. En un estudio que comprende 25 ciudades (Abrams, 2021), la investigación revela un descenso generalizado en varios tipos de crímenes, con excepción de los homicidios y disparos de armas de fuego, los cuales no muestran cambios significativos.

En contraste, en Filadelfia, el estudio de los incidentes con armas de fuego presenta un aumento significativo en los reportes de disparos (Hatchimonji et al., 2020). La investigación lo atribuye a que creció la venta de armas de fuego, debido a los temores infundados de escasez de dichas armas. Incluso en algunos estados como Pensilvania, las armerías fueron consideradas negocios esenciales, por lo que permanecieron abiertas durante el confinamiento (Hatchimonji et al., 2020). En California, se estima que 110 mil personas compraron un arma de fuego como respuesta a la pandemia, de los cuales 47 mil lo hicieron por primera vez (Kravitz-Wirtz et al., 2020). En las ciudades de Nueva York, Chicago, Baltimore y Los Ángeles, Shutherland et al. (2020) hallaron un aumento promedio de 34.7% en la verificación de antecedentes para la compra de armas en comparación a 2019, con datos del Buró Federal de Investigaciones (FBI, por sus siglas en inglés). Los investigadores atribuyen este incremento, durante la pandemia, al desempleo, al endeudamiento por dicho desempleo y al consumo de alcohol.

Respecto de América Latina, la falta de información y datos empíricos posiblemente dificulta el estudio sistemático de los reportes de disparos en la región. En el caso de México, la única investigación hallada sobre el tema (García-Tejeda et al., 2021) encuentra una reducción significativa de los registros de disparos en la Ciudad de México; sin embargo, los resultados pueden tener un alcance limitado al basarse en información no oficial, como ya mencionamos. Al igual que los estudios generales del crimen durante la pandemia, la revisión de literatura sobre los disparos por arma de fuego muestra una diferencia por ciudades

y ubicaciones dentro de las propias urbes, de modo que la presente investigación intenta contribuir a la comprensión del fenómeno de violencia por armas de fuego en zonas inexploradas de la Ciudad de México.

## **2.1 El modelo del delincuente racional**

En algunas investigaciones de crimen durante la pandemia (Ashby, 2020; Estévez-Soto, 2021; García-Tejeda, 2021), la disminución y los cambios en los índices criminales son atribuidos a las modificaciones de las actividades rutinarias de la población y la disminución de oportunidades delictivas. Sin embargo, una teoría criminológica alternativa para explicar la reducción del crimen durante la pandemia es la teoría racional del delito, la cual considera un hecho delictivo como fruto de una decisión personal e individual (Becker, 1968). En este modelo, un robo violento sucede porque alguien decide obtener una ganancia utilizando los recursos y los instrumentos a su alcance —como un arma de fuego— para obtenerla. En México, los reclusos que portaron un arma para cometer un robo violento utilizaron una de fuego en el 70.8% de los casos frente a otro tipo de armas (Vilalta y Fondevila, 2014 143).

El modelo de decisión racional proveniente de la economía y propuesto para explicar los delitos ha sido adaptado para su aplicación en la criminología. Clarke y Felson (1993, p. 5) sostienen que la poca realidad de los supuestos de la racionalidad del crimen, como la recompensa en ciertos tipos de delitos, que no puede monetizarse fácilmente, es una de varias limitantes para su aplicación exacta, por lo que existen diversas perspectivas de la racionalidad en el crimen. El aspecto común en estas aproximaciones es el nivel micro de la explicación del delito: la comisión de un crimen es resultado directo de una decisión individual del delincuente (Cornish, 2017, p. 362).

Una de las perspectivas de la elección racional más adoptada para analizar las decisiones de los delincuentes al cometer un crimen es la aproximación propuesta por Cornish y Clarke (2002). Esta vertiente es utilizada por teorías como la prevención situacional del crimen para aumentar la explicación de su marco de análisis, la cual sostiene que si una situación determinada cambia los criminales reevaluarán los costos y los beneficios esperados para cometer un delito (Tilley y Sidebottom, 2017, p. 4868). Si el cambio en la situación aumenta las recompensas o reduce los costos, habrá una mayor actividad criminal. En sentido opuesto, si disminuyen las recompensas o aumentan los costos habrá una menor participación de los delincuentes (Tabla 1).

La concentración espacial de los reportes de disparos al 911 en la Ciudad de México:  
¿Comportamiento racional en el uso de armas durante la pandemia Covid-19?

**Tabla 1. Consecuencias de la decisión racional de los delincuentes en el nivel de crimen**

Permanece constante	Cambio en la situación	Delitos
Costo de ejecución	Reducción del beneficio esperado	La cantidad disminuye
Costo de ejecución	Aumento del beneficio esperado	La cantidad aumenta
Beneficio esperado	Aumento de costo de ejecución	La cantidad disminuye
Beneficio esperado	Reducción de costo de ejecución	La cantidad aumenta

Fuente: Elaboración propia con base en Cornish y Clarke (2002) y Tilley y Sidebottom (2017).

En el contexto del crimen durante la pandemia, las medidas de confinamiento y distanciamiento social probablemente modificaron los beneficios esperados de la comisión de delitos. En áreas donde los negocios cerraron o las personas dejaron de utilizar transporte, los beneficios de un robo violento disminuyeron, ya que la probabilidad de encontrar una víctima se redujo y, en consecuencia, el número de delitos y el uso de armas de fuego también caen. De esta manera, la reducción de delitos, en los cuales el arma de fuego es un recurso para su ejecución, también impacta su uso y, por ende, se reducen los reportes de disparos bajo esta explicación racional del delito. La investigación indagaba la disminución de los registros de disparos en las colonias de la Ciudad de México bajo la estrategia empírica presentada en la siguiente sección.

### 3. Datos y metodología

#### 3.1 Llamadas al 911

La base de datos fue obtenida de las llamadas al número de atención de emergencias del 911 de la Ciudad de México (Gobierno de la Ciudad de México, 2021). La versión pública de esta base contiene 13 variables que describen el incidente reportado, fecha y hora de creación, fecha y hora de cierre, además de la colonia y la manzana donde fueron realizados los reportes. La base de datos también contiene la información de las coordenadas de latitud y longitud de los incidentes. Estas características facilitaron la ubicación georreferenciada de los de disparos de arma de fuego en la ciudad para su análisis espacial.

Los reportes de las llamadas comprenden del 1 de enero de 2019 al 28 de febrero de 2021. En este período fueron asentadas 2 780 694 llamadas al 911, las cuales

contienen 79 483 registros de disparos. Los incidentes de disparos fueron filtrados para descartar los falsos, duplicados e informativos (33 226 registros) y seleccionados por su fecha para analizar los efectos previos (2019-2020) y durante la pandemia (2020-2021). La estrategia empírica procuró la comparación de los reportes de disparos en los mismos períodos del año para minimizar la variación por efectos temporales. En consecuencia, fueron obtenidos 42 949 registros georreferenciados para el análisis en dos períodos de análisis (Tabla 2).

**Tabla 2. Reportes de incidentes de disparos al número 911 por períodos de análisis**

Período	Fechas	Llamadas al 911
Pre-Covid	27 de febrero de 2019 al 27 de febrero de 2020	21 578
Covid-19	28 de febrero de 2020 al 28 de febrero de 2021	21 371

Fuente: Elaboración propia con información del Gobierno de la Ciudad de México (2021).

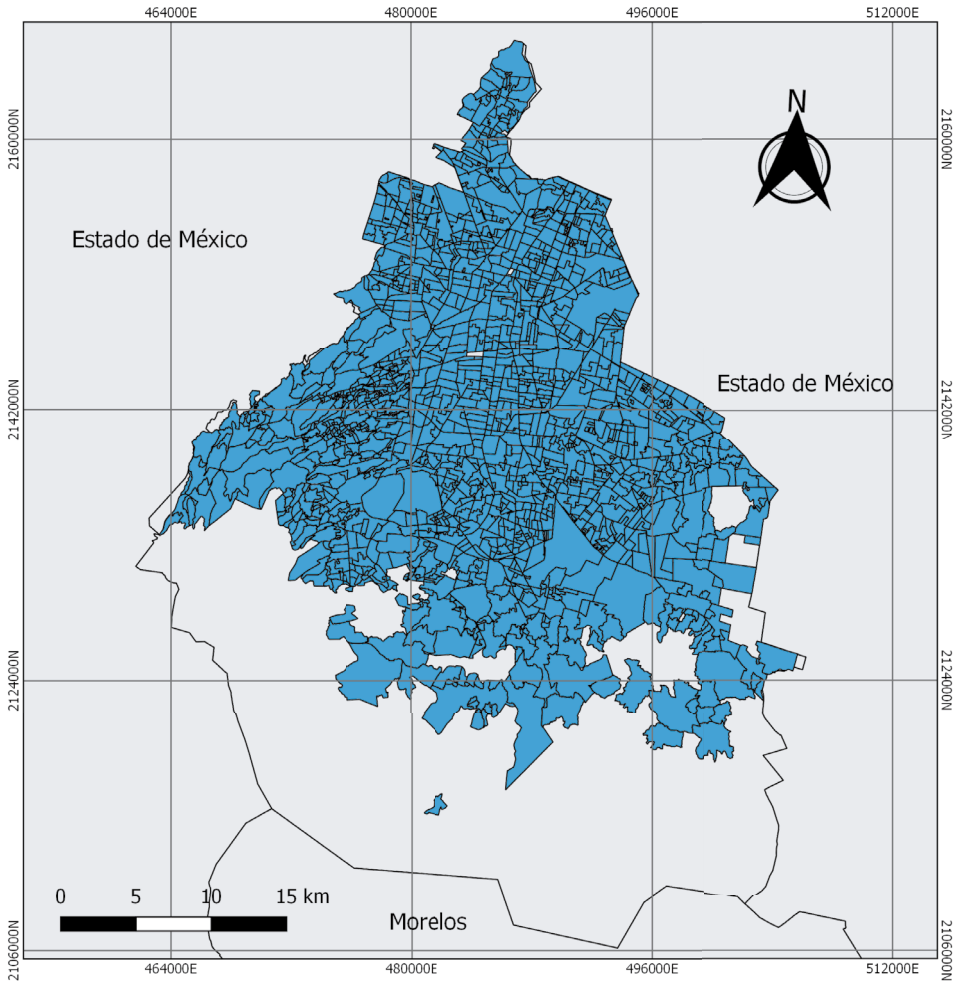
### 3.2 Área de estudio: las colonias de la Ciudad de México

La información georreferenciada contiene el centroide de la manzana donde ocurrió el incidente y no las coordenadas exactas X y Y, debido a la protección de los datos personales de quienes reportan los incidentes (Gobierno de la Ciudad de México, 2021, p. 11). Por este motivo, el área de estudio utilizada fueron las manzanas agrupadas en las 1808 colonias de la Ciudad de México, las cuales conforman barrios, fraccionamientos, pueblos originarios, unidades habitacionales y las propias colonias (ADIP, 2021). Este nivel desagregado permitió un análisis espacial por polígonos más detallado que el estudio al nivel de las 16 alcaldías en la Ciudad de México, ya que facilitó la identificación del cambio en patrones espaciales con mayor detalle, la concentración de los reportes de disparo por colonia y las variaciones diferenciadas en el uso de armas de fuego entre los períodos de estudio.



La concentración espacial de los reportes de disparos al 911 en la Ciudad de México:  
¿Comportamiento racional en el uso de armas durante la pandemia Covid-19?

**Mapa 1.** El área de estudio corresponde a las 1808 colonias en la Ciudad de México (ADIP, 2021). El área gris al sur de la ciudad son reservas ecológicas.



Fuente: Elaboración propia con información del Gobierno de la Ciudad de México (ADIP, 2021).

### **3.3 Análisis espacial y pruebas de inferencia estadística**

La literatura sobre concentración del crimen (Weisburd, 2015; Lee et al., 2017) considera la ubicación geográfica como una característica que determina e influye en el delito, las víctimas, el delincuente y las autoridades de seguridad, ya que el crimen y otras actividades ilegales suceden en un tiempo y lugar determinado (Logan, 2012). El uso de *software* para el análisis espacial visibiliza el surgimiento de aglomeraciones significativas con la creación de mapas y facilita la estimación de la magnitud de concentración global y local de los reportes de disparos al 911. Esta investigación utilizó dicho *software* especializado (Qgis, R y Geoda) para estimar la magnitud de la autocorrelación y la heterogeneidad espacial de los incidentes de disparos reportados al número de emergencia 911, en los polígonos de las colonias de la Ciudad de México.

Para estudiar los efectos espaciales de primero y segundo orden, fue construida una estructura de vecindad tipo torre para las 1808 colonias de la Ciudad de México. En la matriz de pesos espaciales tipo torre, las colonias se consideran vecinas si comparten un lado o frontera entre ellos. La elección de esta matriz de contigüidad siguió el principio de simplicidad en el uso de técnicas espaciales. Con dicha estructura geográfica, fue utilizado el estadístico I de Morán como indicador local de asociación espacial (LISA por sus siglas en inglés) para ambos períodos (Anselin, 1995). La implementación de esta metodología y la construcción de mapas detectó la existencia de clústeres donde persiste la concentración espacial de una alta frecuencia en los reportes de disparos a pesar de la pandemia de Covid-19, y de zonas donde emergieron clústeres conformados por colonias con pocos registros de disparos con vecinos con frecuencias similares.

### **3.4 Análisis de frecuencias esperadas y concentración del crimen**

Para estudiar la variación en la frecuencia de reportes al 911 por colonias y las diferencias estadísticamente significativas antes y durante la pandemia fue utilizada la prueba Ji Cuadrada acompañada con test previos de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Ambos fueron implementados con el lenguaje R de programación. Además, fueron analizadas las frecuencias en las colonias que agrupan el 10%, 50% y 80% de los reportes al 911 en ambos períodos, para detectar cambios en el número de colonias que concentran la violencia por uso de armas de fuego en la Ciudad de México.

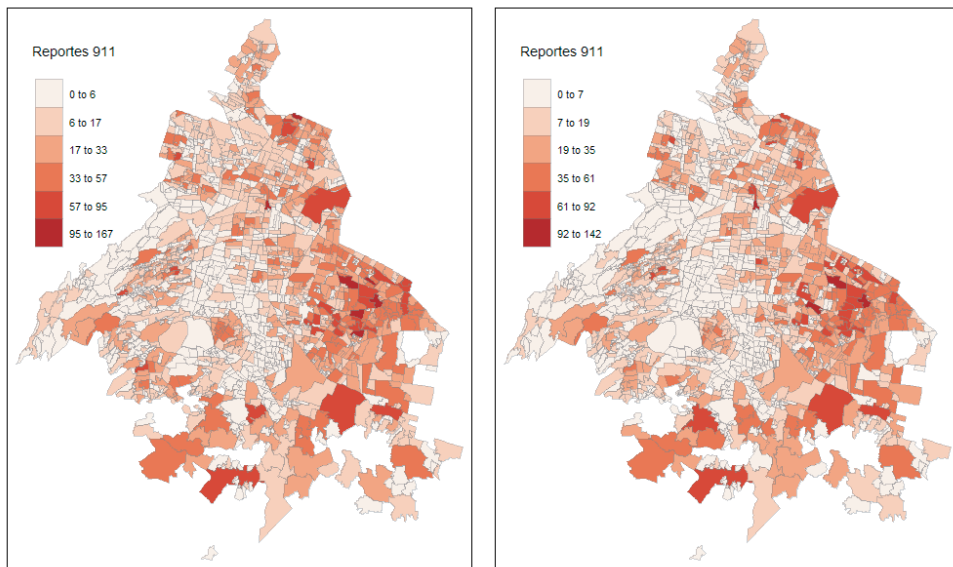
La concentración espacial de los reportes de disparos al 911 en la Ciudad de México:  
¿Comportamiento racional en el uso de armas durante la pandemia Covid-19?

## 4. La persistente concentración de los disparos en la Ciudad de México

### 4.1 La concentración espacial de los reportes al 911

El color más intenso en el Mapa 2 revela una concentración de reportes de disparos al 911 en las colonias del oriente de la Ciudad de México. Este patrón parece mantenerse durante la pandemia en el análisis exploratorio al revisar los mapas de cortes naturales antes y durante la emergencia sanitaria del Covid-19. Las colonias ubicadas dentro de los límites de las alcaldías de Iztapalapa, Gustavo A. Madero y Álvaro Obregón concentran el 52.76% y el 52.43% antes y durante la pandemia, respectivamente.

Mapa 2. Colonias de la Ciudad de México por frecuencia de reportes de disparos al 911



Fuente: Elaboración propia con información del Gobierno de la Ciudad de México (2021). Lado izquierdo es antes del confinamiento (febrero de 2018 a febrero de 2019) y el lado derecho corresponde a la pandemia (febrero de 2019 a febrero de 2020).

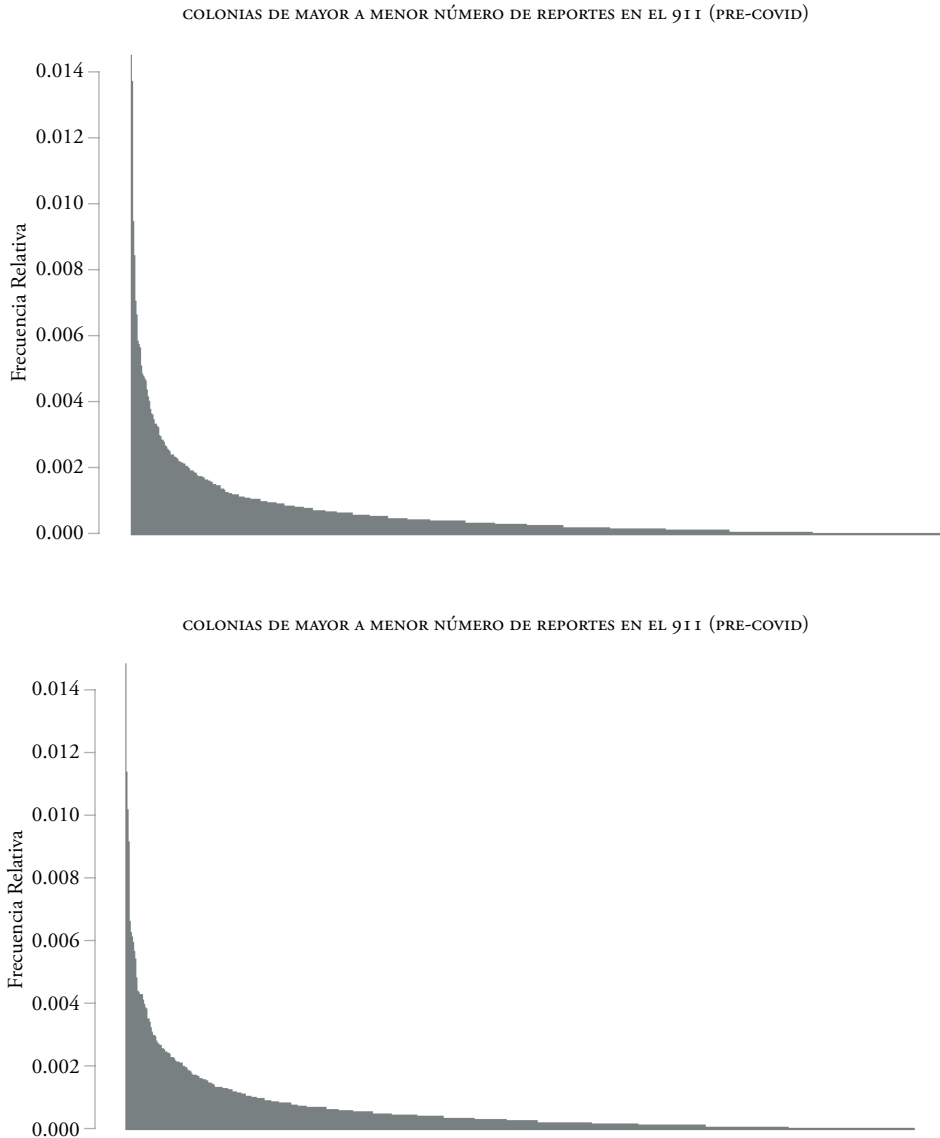
Sin embargo, no todas las colonias de dichas alcaldías presentan una alta incidencia de reportes de disparos. La distribución de su frecuencia revela que un número reducido y similar de colonias concentra el 50% y 80% de las llamadas al 911 en ambos períodos (Gráfica 1). En el caso del período pre-Covid-19, el 27.82% de las colonias concentra el 80% de los registros y el 8.52% de estas áreas, el 50% de las llamadas. Destaca que esta última cifra es idéntica para el período de Covid-19 (el 8.52% concentra el 50% de los reportes al 911) y hay una ligera variación en la cifra del 80% de los registros, pero prácticamente es la misma (27%). En suma, la concentración de la mitad de ellos en 154 colonias de la capital es persistente a pesar de un evento como la pandemia, que ha afectado la actividad criminal en México y alrededor del mundo.

#### **4.2 La heterogeneidad y la dependencia espaciales de los disparos en la ciudad**

A pesar de la persistente concentración de los reportes al 911 en pocas colonias de la ciudad, donde el 8.52% concentra el 50% de los de disparos en ambos períodos (Gráfica 1), el análisis espacial muestra cambios en los patrones espaciales de las colonias que más registran disparos durante la pandemia. Son 11 colonias que concentran, en promedio, el 10.28% de los reportes, las cuales son distintas en el 27.27% de los casos (Tabla 3). Las colonias Doctores, Consejo Urbano Pop Ermita Zaragoza y el Risco CTM desaparecen de las 11 posiciones con mayor número e ingresan a la clasificación las colonias Unidad Habitacional Santa Cruz Meyehualco, San Felipe de Jesús y Santa María Aztahuacan durante la pandemia.

La concentración espacial de los reportes de disparos al 911 en la Ciudad de México:  
¿Comportamiento racional en el uso de armas durante la pandemia Covid-19?

**Gráfica 1. Distribución de frecuencias de los reportes de disparos al 911**



Fuente: Elaboración propia con información del Gobierno de la Ciudad de México (2021).  
En ambos períodos, el 8.52% de las colonias de la Ciudad de México concentra el 50% de las llamadas al 911.

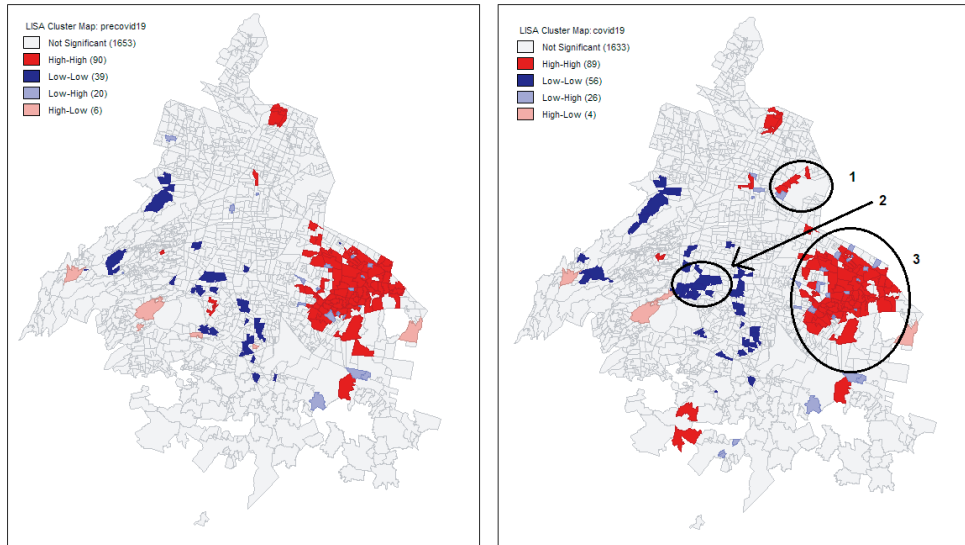
**Tabla 3. Las 11 colonias con más reportes de disparos que concentran en promedio el 10.28% de las llamadas al 911**

Posición	Pre-Covid		Covid-19		
	Colonia (Alcaldía)	Reportes	Anterior	Colonia (Alcaldía)	Reportes
1	Desarrollo Urbano Quetzalcóatl (Iztapalapa)	312	1	Desarrollo Urbano Quetzalcóatl (Iztapalapa)	316
2	Pedregal De Santo Domingo (Coyoacán)	295	6	Morelos (Cuauhtémoc)	243
3	Agrícola Oriental (Iztacalco)	261	4	Centro (Cuauhtémoc)	235
4	Centro (Cuauhtémoc)	204	2	Pedregal De Santo Domingo (Coyoacán)	217
5	Unidad Hab Vicente Guerrero (Iztapalapa)	185	3	Agrícola Oriental (Iztacalco)	210
6	Morelos (Cuauhtémoc)	184	5	Unidad Hab Vicente Guerrero (Iztapalapa)	204
7	Buenavista (Iztapalapa)	182	7	Buenavista (Iztapalapa)	195
8	Renovación (Iztapalapa)	173	sin posición	Unidad Habitacional Santa Cruz Meyehualco (Iztapalapa)	148
9	Doctores (Cuauhtémoc)	152	sin posición	San Felipe De Jesús (Gustavo A. Madero)	141
10	Conjunto Urbano Pop Ermita Zaragoza (Iztapalapa)	144	sin posición	Santa María Aztahuacan (Iztapalapa)	138
11	El Risco CTM (Gustavo A. Madero)	143	8	Renovación (Iztapalapa)	134

Fuente: Elaboración propia con información del Gobierno de la Ciudad de México (2021).

La concentración espacial de los reportes de disparos al 911 en la Ciudad de México:  
¿Comportamiento racional en el uso de armas durante la pandemia Covid-19?

Mapa 3. Mapas de autocorrelación espacial LISA



Fuente: Elaboración propia con información del Gobierno de la Ciudad de México (2021).  
Filtro de significancia al 0.01.

Los cambios en el patrón espacial durante los dos períodos ocurren también en las demás colonias de la ciudad. El Mapa 3 identifica las nuevas aglomeraciones espaciales que emergen en diferentes áreas durante la pandemia: el clúster 1 de las colonias Pensador Mexicano I y II, Moctezuma 2a. sección I y San Juan de Aragón 3a. Sección adyacentes al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México informa de un alto número de reportes de disparos (*high-high*). De la misma manera, surgen dos colonias de la alcaldía Tlalpan en el sur de la ciudad con características similares. Jardines de San Juan y La Magdalena Petlalcalco (pueblo) registran una alta frecuencia de disparos con vecinos con niveles similares de reportes. En contraste, se forma un clúster 2 de áreas con baja incidencia de registros de disparos (*low-low*) en la colonia Del Carmen, Chimalistac, San Ángel, Oxtopulco Universidad, Altillo, el barrio de Santa Catarina, el fraccionamiento de Romero de Terreros, la Unidad Habitacional Integración Latinoamericana y el cuadrante de San Francisco, la mayor parte de ellas pertenecientes a la alcaldía de Coyoacán. Finalmente, el clúster 3 ubicado en la alcaldía de Iztapalapa experimenta cambios en la composición de sus colonias, pero permanece como el área más extensa de la ciudad con altos niveles de violencia por uso de armas de fuego en ambos períodos (*high-high*).

Las pruebas de significancia estadística son consistentes con los cambios en los patrones espaciales detectados en el Mapa 3. El análisis de normalidad de la distribución de frecuencias con la prueba Kolmogórov-Smirnov y sus histogramas (apéndice) muestran que puede rechazarse el supuesto de normalidad para ambas distribuciones. Por ello, la prueba idónea para analizar las diferencias entre el número de reportes antes y durante la pandemia es la Ji Cuadrada. Los resultados se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4. Resultados de las pruebas no paramétricas de normalidad y análisis de diferencias significativas**

Test de significancia estadística	Estadístico	valor p	n
<b>Normalidad</b>			
Prueba Kolmogorov-Smirnov para reportes pre-Covid-19	D = 0.75346***	2.20E-16	21 578
Prueba Kolmogorov-Smirnov para reportes Covid-19	D = 0.74871***	2.20E-16	21 371
<b>Perfil de distribución</b>			
Prueba Kolmogorov-Smirnov para ambos períodos	D = 0.011876	0.9998	42 949
<b>Frecuencia esperada</b>			
Prueba Ji Cuadrada de independencia	X <sup>2</sup> = 65706***	0.0004998	42 949

Fuente: Elaboración propia  
 \*\*\* Nivel de significancia menor al 0.001.

Las prueba Kolmogorov-Smirnov para ambos períodos muestra un perfil de distribución similar: no puede rechazarse la similitud entre medianas, varianzas y los estadísticos que conforman la distribución. Sin embargo, la prueba Ji Cuadrada revela un rechazo en la proporción de reportes por colonias en ambos períodos al 99% de nivel de confianza. En otras palabras, aunque hay una frecuencia similar en el número de llamadas al 911 en los dos períodos, las colonias que generan los reportes de disparos son distintas (valor de  $p = 0.0004998$ ).

## 5. Discusión

La distribución espacial de las colonias con reportes de disparos al 911 experimentó modificaciones significativas a partir de las medidas de confinamiento durante



la pandemia. En esta diferenciación de patrones espaciales pueden advertirse tres fenómenos diferentes en la Ciudad de México. En primer lugar, surgieron clústeres de colonias con altos niveles de reportes de disparos en algunas zonas donde no había registro previo (nororiente de la Ciudad). En segundo lugar, aumentaron de 39 a 56 aquellas que forman las aglomeraciones con bajos niveles de llamadas al 911 y emergieron en algunas áreas que anteriormente no registran esta aglomeración a la baja (por ejemplo, en la alcaldía Coyoacán). Finalmente, existe un importante clúster de 72 colonias en Iztapalapa que reportan frecuentemente disparos en sus proximidades en ambos períodos. En este último caso, la aglomeración espacial es persistente, a pesar de las medidas de confinamiento. Estos hallazgos son consistentes con trabajos previos que estudiaron cambios en los patrones de reportes de disparos en la ciudad y que se apoyaron en fuentes alternativas de información oficial (García-Tejeda et al., 2021).

La heterogeneidad espacial de los reportes de disparos en la Ciudad de México sugiere que las modificaciones del patrón pueden estar asociadas a diferencias en las características criminológicas de las colonias. El surgimiento de clústeres con bajos niveles de reportes durante la pandemia puede estar relacionado con la poca afluencia en las calles por las medidas de confinamiento y la falta de oportunidades delictivas en la zona para delitos que tienen que ver con el uso de armas de fuego. Estévez-Soto (2021) registra una disminución en el robo en el transporte y a transeúnte durante el confinamiento. Desde la perspectiva racional del delito, la disminución de beneficios esperados en colonias donde hay pocas víctimas reduce la utilidad del crimen y modifica el comportamiento de los perpetradores disminuyendo el número de delitos (Cornish y Clarke, 2002; Tilley y Sidebottom, 2017). En estas zonas de clústeres, y con base en esta perspectiva teórica de racionalidad, los bajos niveles de reportes pueden ser consecuencia de la reducción de delitos racionales.

No obstante, la persistente concentración espacial y los niveles de registros de disparos en la alcaldía de Iztapalapa, en ambos períodos, aluden a la existencia de factores criminológicos ajenos a las variaciones de los beneficios esperados de delitos relacionados con el uso de armas de fuego en las colonias de dicha área. Las investigaciones futuras pueden indagar sobre comportamientos no racionales del uso de armas de fuego en estas áreas, por ejemplo, el uso de armas para dirimir conflictos entre vecinos o para la celebración de fiestas, las cuales difícilmente pueden encuadrarse en una perspectiva de modelo racional del delito.

Respecto a la concentración del crimen, el hallazgo más interesante es que el 8.52% de las colonias concentra el 50% de los reportes en ambos períodos: 154 colonias registran 10 737 reportes en promedio, en un año, aunque como se ha mencionado las colonias que generan estos registros son significativamente diferentes. Esta concentración persistente del uso de armas de fuego y sus reportes también se registra en la estimación del I local de Moran, el cual indica un puntaje de 0.332257 para el período previo a la pandemia y de 0.336849 durante la crisis sanitaria –con un filtro de significancia de 0.01– (Gráficas A y B), de modo que la variación de la concentración entre períodos es escasa. La prueba de Kolmogorov-Smirnov para ambos períodos brinda resultados parecidos; la distribución de frecuencias es la misma con un nivel de confianza del 99%. La poca variación en la frecuencia de reportes es consistente con los índices de delitos relacionados con el crimen organizado que no mostraron reducciones significativas durante la pandemia en la Ciudad de México (De la Miyar et al., 2021a).

Sin embargo, nuevamente, a pesar de la escasa variación en el número y en la concentración de los reportes de disparos en la Ciudad de México, esta investigación muestra que el análisis espacial de las colonias que generan los registros puede identificar patrones diferenciados por colonias, lo cual puede facilitar el estudio de la diversidad de las características criminológicas del lugar en las ciudades. Otras limitantes del estudio, que pueden ser exploradas en el futuro, son la relación de los reportes con otro tipo de delitos como homicidios y lesiones o conductas vinculadas a la violencia de género, además de las facilidades de adquirir y poseer un arma de fuego en la Ciudad de México, y su uso en más de un evento reportado. Estos avances en la agenda de investigación pueden contribuir al mejor entendimiento del uso y la violencia que proviene de las armas de fuego en el país.

Finalmente, los hallazgos de la investigación pueden tener implicaciones para las políticas de prevención de la violencia por armas de fuego de la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. Las políticas de desarme voluntario que tienen como objetivo específico “Disminuir la cantidad de armas de fuego que posee la población civil con la finalidad de contribuir en la reducción de los índices de inseguridad” (DOF, 2021) están basadas en el canje de armas por “incentivos económicos o en especie”, que supone un comportamiento racional de los poseedores basado en la disposición a intercambiar armas por dinero o mediante trueque o permuta. Sin embargo, el reporte de disparos en algunas zonas persiste a pesar de la reducción de otras actividades, de modo que las armas

La concentración espacial de los reportes de disparos al 911 en la Ciudad de México:  
¿Comportamiento racional en el uso de armas durante la pandemia Covid-19?

de fuego pueden estar siendo utilizadas para actividades que no se ajustan a un comportamiento racional, de manera que este tipo de políticas pueden tener un éxito limitado en su implementación. Es una posible línea de investigación en las políticas de prevención de la violencia por armas de fuego bajo supuestos de comportamiento no racional.

Sobre las limitantes de la base de datos, los registros de disparos al 911 pueden omitir otros incidentes que no son reportados a las autoridades, de modo que los resultados pueden ser una fotografía incompleta del uso de armas de fuego durante la pandemia. Sin embargo, el problema de la cifra negra de delitos es recurrente en América Latina. Además, una explicación alternativa de la persistencia de la concentración en la alcaldía Iztapalapa desde la perspectiva racional puede provenir de que los beneficios esperados de los delitos que se comenten con armas de fuego no hayan disminuido durante la pandemia. No obstante, es necesaria la generación de más información para probar estas explicaciones en nuevas investigaciones. Por último, es posible que la similitud del número de reportes en ambos períodos provenga del relajamiento de las medidas de confinamiento en la Ciudad de México a partir de octubre de 2020 y la recuperación de la violencia en la ciudad; sin embargo, la variación de los reportes durante el primer gran confinamiento (marzo-octubre de 2021) estaría reflejada en los estadísticos estimados.

## 6. Conclusiones

El estudio del crimen durante la pandemia está enfocándose en las diferencias por tipo de delito, su ubicación y las víctimas del crimen (Ashby, 2020). Esta perspectiva puede proporcionar mayores resultados en las investigaciones, ya que estudiar el crimen como un todo indiferenciado dificulta la comprensión profunda de las conductas criminales (Cornish y Smith, 2012; Ashby, 2020). Durante la pandemia en la Ciudad de México, la heterogeneidad espacial de los reportes de disparos revela el surgimiento de clústeres de baja intensidad que pueden estar asociados a la disminución de los delitos que utilizan las armas como instrumentos de su comisión desde una perspectiva racional del crimen. Por otra parte, la persistencia de la alta concentración de disparos en la zona oriente en ambos períodos sugiere la existencia de comportamientos no racionales en el uso de las armas de fuego, por ejemplo, la celebración de fiestas o la resolución de conflictos

con vecinos. El análisis espacial realizado en esta investigación puede facilitar el estudio futuro de la diversidad de las características criminológicas del lugar en otras ciudades en México, a medida que se pueda contar con mejor información con atributos espaciales.

Una línea de investigación abierta es sobre la persistente concentración del número de colonias que genera el 50% y el 80% de los reportes de disparos en la ciudad; si bien el perfil de distribución de frecuencias es prácticamente idéntico, las pruebas no paramétricas revelan que las colonias son diferentes en ambos períodos. Finalmente, las políticas de desarme voluntario en la Ciudad de México pueden mejorar sus resultados si consideran supuestos de comportamiento no racionales en zonas donde persiste la violencia del uso de armas, a pesar de eventos como la pandemia.

## Referencias

- Abrams, D. S. (2021). Covid and crime: An early empirical look. *Journal of public economics*, 194, 104344.
- ADIP (Agencia Digital de Innovación Pública). (2021). *Delimitación territorial de las colonias de la Ciudad de México*. Gobierno de la Ciudad de México.
- Agresti, A. (2007). *An Introduction to Categorical Data Analysis*, 2a. ed. John Wiley y Sons.
- Andresen, M. A. y Malleson, N. (2011). Testing the stability of crime patterns: Implications for theory and policy. *Journal of Research in Crime and Delinquency*, 48(1), 58-82.
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association-LISA. *Geographical analysis*, 27(2), 93-115.
- Ashby, M. P. (2020). Initial evidence on the relationship between the coronavirus pandemic and crime in the United States. *Crime Science*, 9, 1-16.
- Baddeley, A., Rubak, E. y Turner, R. (2015). *Spatial point patterns: methodology and applications with R*. CRC Press.
- Becker, G. S. (1968). *Crime and punishment: An economic approach*. In *The economic dimensions of crime* (pp. 13-68). Palgrave Macmillan.

La concentración espacial de los reportes de disparos al 911 en la Ciudad de México:  
¿Comportamiento racional en el uso de armas durante la pandemia Covid-19?

- Braga, A. A., Andresen, M. A. y Lawton, B. (2017). The law of crime concentration at places: Editors' introduction. *Journal of Quantitative Criminology*, 33, 421-426.
- Braga, A. A. y Weisburd, D. (2010). *Policing problem places: Crime hot spots and effective prevention*. Reino Unido: Oxford University Press on Demand.
- Chun, Y. y Griffith, D. A. (2013). *Spatial statistics and geostatistics: theory and applications for geographic information science and technology*. Sage Publications.
- Clarke, R. V. G. y Felson, M. (Eds.). (1993). *Routine activity and rational choice*, vol. 5. Transaction Publishers.
- Clarke, R. V. G. y Smith M. J. (2012). On being crime specific: observations on the career of. En *The Reasoning Criminologist: Essays in honor of Ronald V Clarke* (pp. 52-67). Routledge.
- Conover, W. J. (1971). *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley y Sons.
- Cornish, D. (2017). Theories of action in criminology: Learning theory and rational choice approaches. En *Routine activity and rational choice* (pp. 351-382). Routledge.
- Cornish, D. B. y Clarke, R. V. (2002). Crime as a rational choice. *Criminological theories: Bridging the past to the future* (pp. 77-96). Sage Publications.
- Curman, A. S., Andresen, M. A. y Brantingham, P. J. (2015). Crime and place: A longitudinal examination of street segment patterns in Vancouver, BC. *Journal of Quantitative Criminology*, 31(1), 127-147.
- De la Miyar, J. R. B., Hoehn-Velasco, L. y Silverio-Murillo, A. (2021a). Druglords don't stay at home: Covid-19 pandemic and crime patterns in Mexico City. *Journal of Criminal Justice*, 72, 101745.
- De la Miyar, J. R. B., Hoehn-Velasco, L. y Silverio-Murillo, A. (2021b). The U-shaped crime recovery during Covid-19: evidence from national crime rates in Mexico. *Crime science*, 10(1), 1-23.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2021). *Acuerdo que establece los Lineamientos de la Acción Ferias de Paz y Desarme Voluntario*. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5631167yfecha=29/09/2021](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5631167yfecha=29/09/2021)
- Durbin, J. (1973). *Distribution theory for tests based on the sample distribution function*. Siam.
- Eisner, M. y Nivette, A. (2020). *Violence and the pandemic: Urgent questions for research*. Harry Frank Guggenheim Foundation.

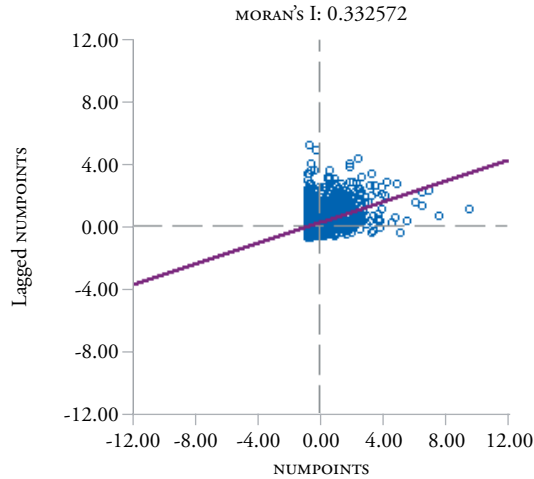
- Estévez-Soto, P. R. (2021). Crime and Covid-19: Effect of changes in routine activities in Mexico City. *Crime Science*, 10(1), 1-17.
- Fondevila, G., Vilalta, C. y Massa, R. (2021). On the relationship between police force presence and crime in Mexico: A spatial analysis. *Police Practice and Research*, 1-15.
- García-Tejeda, E., Fondevila, G. y Siordia, O. S. (2021). Spatial Analysis of Gunshot Reports on Twitter in Mexico City. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(8), 540.
- Gobierno de la Ciudad de México (2021). *Versión Pública de la Base de Datos del Número de Atención a Emergencias 9-1-1*.
- Hatchimonji, J. S., Swendiman, R. A., Seamon, M. J. y Nance, M. L. (2020). Trauma does not quarantine: violence during the Covid-19 pandemic. *Annals of surgery*, 272(2), e53.
- Hoehn-Velasco, L., Silverio-Murillo, A. y De la Miyar, J. R. B. (2021). The great crime recovery: Crimes against women during, and after, the Covid-19 lockdown in Mexico. *Economics y Human Biology*, 41, 100991.
- Hope, A. C. (1968). A simplified Monte Carlo significance test procedure. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 30(3), 582-598.
- Kim, D. Y. y Phillips, S. W. (2021). When Covid-19 and guns meet: A rise in shootings. *Journal of Criminal Justice*, 73, 101783.
- Kravitz-Wirtz, N., Aubel, A., Schleimer, J. P., Pallin, R. y Wintemute, G. (2020). Violence, firearms, and the coronavirus pandemic: Findings from the 2020 California Safety and Wellbeing Survey. *MedRxiv*.
- Lee, Y., Eck, J. E., SooHyun, O. y Martinez, N. N. (2017). How concentrated is crime at places? A systematic review from 1970 to 2015. *Crime Science*, 6(1), 1-16.
- Logan, J. R. (2012). Making a place for space: Spatial thinking in social science. *Annual review of sociology*, 38, 507-524.
- Massa Roldan, R., Fondevila, G. y García-Tejeda, E. (2021). Female homicide victimisation in Mexico: a group-based trajectory and spatial study. *Global Crime*, 22(2), 123-142.
- Marsaglia, G., Tsang, W. W. y Wang, J. (2003). Evaluating Kolmogorov's distribution. *Journal of statistical software*, 8(18), 1-4.

La concentración espacial de los reportes de disparos al 911 en la Ciudad de México:  
¿Comportamiento racional en el uso de armas durante la pandemia Covid-19?

- Miller, J. M. y Blumstein, A. (2020). Crime, justice y the Covid-19 pandemic: Toward a national research agenda. *American journal of criminal justice*, 45(4), 515-524.
- Mohler, G., Bertozzi, A. L., Carter, J., Short, M. B., Sledge, D., Tita, G. E., Uchida, C. D. y Brantingham, P. J. (2020). Impact of social distancing during Covid-19 pandemic on crime in Los Angeles and Indianapolis. *Journal of Criminal Justice*, 68, 101692
- Patefield, W. M. (1981). Algorithm AS 159: an efficient method of generating random R×C tables with given row and column totals. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, 30(1), 91-97.
- Prieto Curiel, R. (2021). Weekly Crime Concentration. *Journal of Quantitative Criminology*, 1-28.
- Shayegh, S. y Malpede, M. *Staying Home Saves Lives, Really! Available online.* <https://ssrn.com/abstract=3567394>. doi: 10.2139/ssrn.3567394
- Siegel, S. y Castellan, N. J. (2015). *Estadística no paramétrica: aplicada a las ciencias de la conducta*. Trillas.
- Stickle, B. y Felson, M. (2020). Crime rates in a pandemic: The largest criminological experiment in history. *American Journal of Criminal Justice*, 45(4), 525-536.
- Sutherland, M., McKenney, M. y Elkbuli, A. (2021). Gun violence during Covid-19 pandemic: paradoxical trends in New York city, Chicago, los Angeles and Baltimore. *The American journal of emergency medicine*, 39, 225-226.
- Tilley, N. y Sidebottom, A. (Eds.). (2017). *Handbook of crime prevention and community safety*. Routledge.
- Vilalta, C. y Fondevila, G. (2014). *Perfiles criminales I: frecuencias y descriptivos*, vol. 2. CIDE.
- Weisburd, D. (2015). The law of crime concentration and the criminology of place. *Criminology*, 53(2), 133-157.

## Apéndice

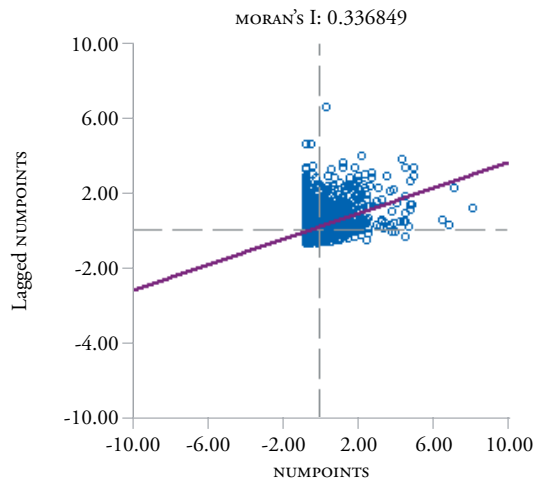
Gráfica A. I de Moran estimado para período pre-Covid-19



Fuente: Elaboración propia.

La variable NUMPOINTS se refiere al número de reportes de disparos recibidos al 911. Filtro de significancia 0.01.

Gráfica B. I de Moran estimado para período pre-Covid-19



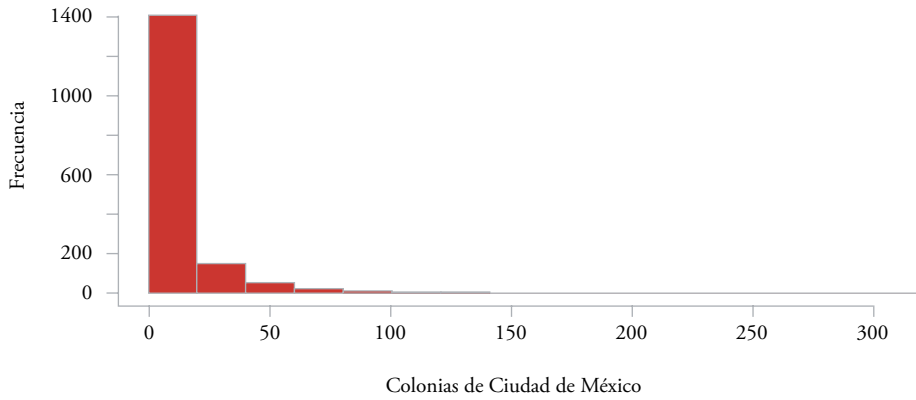
Fuente: Elaboración propia.

La variable NUMPOINTS se refiere al número de reportes de disparos recibidos al 911. Filtro de significancia 0.01.



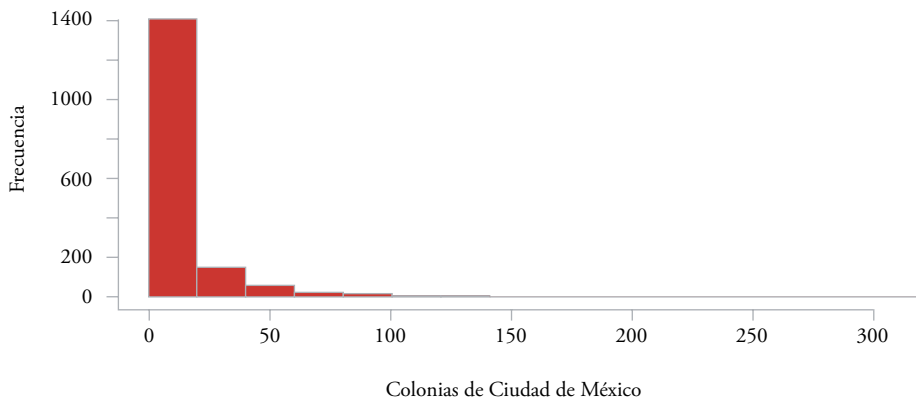
La concentración espacial de los reportes de disparos al 911 en la Ciudad de México:  
¿Comportamiento racional en el uso de armas durante la pandemia Covid-19?

**Gráfica C. Histograma de reportes de disparos al 911 pre-Covid-19**



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfica D. Histograma de reportes de disparos al 911 pre-Covid-19**



Fuente: Elaboración propia.