



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

EFFECTO DE LAS RESTRICCIONES DE MOVILIDAD POR EL COVID-19
EN LAS TASAS DE HOMICIDIOS EN ECUADOR

AUTOR

WILLIAM XAVIER RAMOS CHUCURI

AÑO

2024



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

EFECTO DE LAS RESTRICCIONES DE MOVILIDAD POR EL COVID-19 EN
LAS TASAS DE HOMICIDIOS EN ECUADOR

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos para optar
por el título de Magister en Econometría

Autor

William Xavier Ramos Chucuri

Año
2024

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, efecto de las restricciones de movilidad por el COVID-19 en las tasas de homicidios en Ecuador, a través de reuniones periódicas con el estudiante William Xavier Ramos Chucuri, en el semestre 2024-00, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

PhD. Paul Carrillo Maldonado

C.C. 1721926424

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, efecto de las restricciones de movilidad por el COVID-19 en las tasas de homicidios en Ecuador, de William Ramos, en el semestre 2024-00, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Nombres y Apellidos

C.C.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

"Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes."

William Xavier Ramos Chucuri

C.C. 1722582861

AGRADECIMIENTO

A Dios, por iluminar y guiar mi camino,
A mi Papi desde el cielo por ser mi guía,
Siempre me apoyo en todos mis sueños,
A mi mami con su amor incondicional,
A mis hermanos por su amor, apoyo y consejos,
A mi hija por su ser mi motivo de lucha día a día,
A mi amigo Enrique por siempre creer en mí,
A Paúl, por guía y apoyo.

DEDICATORIA

A mi papi Arturo desde el cielo,
A mi mami Laura y mis hermanos Susana, Stalin
A mi hija Valentina, mi amor, motor y mi vida,
Siempre serán mi motivo para salir adelante.

RESUMEN

Este estudio analiza el impacto de la pandemia de COVID-19 en las tasas de homicidios en Ecuador, utilizando un enfoque de diferencias en diferencias (DiD) con modelos Poisson. El análisis se centra en los efectos de las medidas de semaforización epidemiológica, implementadas como parte de la respuesta a la pandemia. La investigación utiliza datos administrativos del Ministerio de Gobierno y la Dirección de Estadística y Economía de la Seguridad, cubriendo el periodo de abril de 2020 a septiembre de 2021, durante el cual estuvo vigente el sistema de semaforización. Se incorporan diversas especificaciones del modelo, incluyendo errores estándar bootstrap y variables rezagadas para las tasas de contagio de COVID-19 y los estados de excepción, para evaluar la robustez de los hallazgos.

Los resultados indican un impacto heterogéneo de las medidas de semaforización en las tasas de homicidios, variando según el mes y las condiciones específicas. En agosto de 2020, se observó una reducción significativa en los homicidios, con un Efecto Promedio del Tratamiento sobre los Tratados (ATT) de -1.628 en el modelo Poisson con errores bootstrap, y -1.782 cuando se incluyeron covariables adicionales. Esto sugiere que las restricciones de movilidad y otras medidas de control fueron efectivas para reducir la violencia. En cambio, en octubre de 2020, se detectó un incremento significativo en los homicidios, con un ATT de 0.636 en el modelo inicial y de 0.393 en el modelo con controles adicionales, indicando que otros factores pudieron haber contribuido al aumento de la violencia.

Los hallazgos destacan la importancia de considerar tanto los beneficios sanitarios como los posibles impactos colaterales en la seguridad pública al diseñar e implementar políticas de restricción de movilidad. Es esencial una evaluación continua de estas políticas para ajustar las medidas de manera efectiva y minimizar cualquier consecuencia no deseada. El estudio subraya la necesidad de una coordinación efectiva entre los diferentes niveles de gobierno

y agencias para garantizar una implementación coherente y eficaz de las políticas, mejorando así la capacidad de respuesta ante las crisis.

ABSTRAC

This study investigates the impact of the COVID-19 pandemic on homicide rates in Ecuador, employing a differences-in-differences (DiD) approach with Poisson models. The analysis focuses on the effects of epidemiological traffic light measures, which were implemented as part of the pandemic response. The study utilizes administrative data from the Ministry of Government and the Directorate of Statistics and Economics of Security, covering the period from April 2020 to September 2021, during which the traffic light system was in place. The research incorporates various model specifications, including bootstrap standard errors and lagged variables for COVID-19 infection rates and states of emergency, to assess the robustness of the findings.

The results indicate a heterogeneous impact of the traffic light measures on homicide rates, varying by month and specific conditions. Notably, in August 2020, a significant reduction in homicides was observed, with an Average Treatment Effect on the Treated (ATT) of -1.628 in the Poisson model with bootstrap errors, and -1.782 when additional covariates were included. This suggests that mobility restrictions and other control measures effectively reduced violence. Conversely, in October 2020, there was a significant increase in homicides, with an ATT of 0.636 in the initial model and 0.393 in the model with additional controls, indicating other factors may have contributed to the rise in violence.

The findings underscore the importance of considering both health benefits and potential collateral impacts on public safety when designing and implementing mobility restriction policies. Continuous evaluation of these policies is crucial for adjusting measures effectively and minimizing unintended consequences. The study highlights the need for effective coordination among various government levels and agencies to ensure coherent and effective policy implementation, thereby enhancing crisis response capabilities.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA	2
III. CONTEXTO DE LA POLÍTICA	5
IV. ANÁLISIS DE DATOS	6
V. METODOLOGÍA	10
VI. RESULTADOS	14
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
REFERENCIAS	25
ANEXOS.....	28

I. INTRODUCCIÓN

El crimen y la violencia han sido temas de interés en diversas disciplinas, incluyendo sociología, criminología, economía y derecho, cada una aportando perspectivas únicas para entender y mitigar este fenómeno social. En este estudio, se explora cómo las restricciones de movilidad implementadas durante la pandemia de COVID-19 han afectado las tasas de homicidios en Ecuador, un país que ha experimentado un aumento alarmante en la violencia en los últimos años. La pandemia ofrece un contexto único para evaluar el impacto de las políticas restrictivas en la dinámica delictiva, especialmente en un país donde las condiciones económicas y sociales ya son desafiantes (Coronel & Moscoso, 2023).

América Latina y el Caribe son regiones particularmente afectadas por la violencia, representando el 33% de los homicidios a nivel mundial, según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2015). Estos actos delictivos tienen implicaciones económicas significativas, afectando tanto a los ciudadanos como a las empresas y el gobierno. Los costos directos incluyen el impacto en el mercado laboral y la asignación de capital humano, mientras que los costos indirectos se reflejan en el desempeño académico y la migración, tanto interna como externa (Padilla Romo, 2023). En términos económicos, el crimen en América Latina absorbe el 3.5% del PIB, equivalente a 261 mil millones de dólares, recursos que podrían haberse destinado a sectores esenciales como la salud y la educación (Jaitman, 2017).

En Ecuador, el problema del crimen ha tomado una dimensión preocupante, con un incremento notable en la tasa de homicidios de 5,7 por cada 100.000 habitantes en 2018 a 14 en 2024 (Moscoso, 2023). Este aumento es un reflejo de la creciente inseguridad y la necesidad de intervenciones efectivas para controlar la situación. El gobierno ecuatoriano ha destinado recursos significativos a la seguridad, con un presupuesto de 1.283 millones de dólares en 2018, lo que representa el 3.3% del PIB y el 15% del presupuesto del Gobierno Central. Estos datos subrayan la importancia de abordar el crimen no

solo como un problema social, sino también como un obstáculo para el desarrollo económico (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018).

El enfoque de este estudio es analizar el impacto de las restricciones de movilidad implementadas durante la pandemia de COVID-19 en las tasas de homicidios en Ecuador. Se utiliza el homicidio intencional como un indicador clave del nivel de seguridad del país, siguiendo la clasificación de la Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (2015). La hipótesis central es que las restricciones de movilidad medidas a través de la semaforización epidemiológica, al limitar la interacción social y la actividad económica, pudieron haber contribuido a una reducción en las tasas de homicidios. Además, se busca explorar los mecanismos subyacentes a través de los cuales estas políticas pudieron haber influido en la criminalidad, como la disminución de oportunidades para actividades delictivas debido a la reducción de la movilidad de personas.

Este análisis no solo ofrece una perspectiva sobre el impacto de una crisis sanitaria global en la seguridad pública, sino que también proporciona lecciones valiosas para la formulación de políticas públicas en contextos similares en el futuro. Las políticas de restricción de movilidad deben ser evaluadas no solo por su efectividad en controlar una pandemia, sino también por sus efectos colaterales en la seguridad pública y otras áreas críticas de la vida social y económica (Foureaux & Manacorda, 2013; Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, 2015).

II. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

El presente marco teórico explora la relación entre las restricciones de movilidad implementadas durante la pandemia de COVID-19 y las tasas de homicidios en Ecuador, abordando conceptos y teorías clave como la economía del crimen, los factores sociales y demográficos, la teoría del control social y la teoría de las oportunidades criminales.

La economía del crimen examina cómo los incentivos económicos y las condiciones socioeconómicas influyen en la actividad delictiva. Becker (1968)

sostiene que los individuos deciden cometer delitos tras un análisis racional de costos y beneficios. Durante la pandemia, las restricciones económicas y la incertidumbre pueden haber alterado estos incentivos. Por ejemplo, la reducción en la actividad económica podría disminuir los beneficios esperados de ciertos delitos, mientras que el aumento en la pobreza y el desempleo podría incrementar la propensión a cometer crímenes debido a la desesperación económica (Becker, 1968).

Factores sociales y demográficos, como la estructura de edad de la población, el nivel educativo y la densidad urbana, también influyen en las tasas de criminalidad. Sampson y Laub (1993) argumentan que las comunidades con altos niveles de desorganización social tienen mayores tasas de delincuencia. Cambios en la dinámica social, como el cierre de escuelas y la reducción de actividades comunitarias, pueden haber modificado estos factores, debilitando los mecanismos de control social informal (Sampson & Laub, 1993).

La teoría del control social, propuesta por Hirschi (1969), sugiere que los lazos sociales fuertes y la integración en la sociedad actúan como frenos contra la delincuencia. Las medidas de confinamiento y toques de queda, junto con el aumento de la vigilancia policial, podrían haber reforzado el control social formal, disuadiendo la comisión de delitos. La presencia visible de la policía y la percepción de un mayor riesgo de ser aprehendido pueden haber reducido las tasas de homicidios al incrementar los costos percibidos de cometer un crimen (Hirschi, 1969).

La teoría de las oportunidades criminales, desarrollada por Cohen y Felson (1979), establece que los delitos ocurren cuando convergen tres elementos: un delincuente motivado, una víctima adecuada y la ausencia de guardianes capaces. Las restricciones de movilidad redujeron la cantidad de personas en espacios públicos y aumentaron la presencia de fuerzas del orden, lo cual podría haber disminuido las oportunidades para cometer homicidios. Este marco teórico sugiere que, al limitar la interacción social y el movimiento, se reduce la probabilidad de encuentros delictivos (Cohen & Felson, 1979).

La literatura sobre el crimen es extensa y diversa, abordando enfoques desde la criminología, la sociología y la economía. El enfoque de esta investigación se centra en la economía del crimen, analizando las causas que motivan a una persona a cometer un delito y considerando los costos desde el punto de vista de la racionalidad del individuo para maximizar su beneficio a través de actividades delictivas (Becker, 1968). Aguirre (2019) estudia la relación entre el crimen y la desigualdad de ingresos en Ecuador, encontrando efectos negativos del coeficiente de Gini en el crimen, medido a través de la victimización por robo. Este análisis sugiere que los cantones con baja densidad presentan mayores desigualdades, lo que incide en las tasas de delitos (Aguirre, 2019). Además, Aboal, Campanella y Lanzilotta (2012) evidencian que un aumento del 1% en la tasa de homicidios resulta en una caída del 1,8% en el precio de mercado de las viviendas en México, debido a la percepción de inseguridad (Aboal, Campanella, & Lanzilotta, 2012).

Lindo y Padilla-Romo (2018) analizan el efecto de la captura de líderes de bandas criminales en México sobre la violencia comunitaria, encontrando que estas capturas aumentan las tasas de homicidios en los municipios afectados, utilizando una metodología de efectos fijos (Lindo & Padilla-Romo, 2018). Martínez, Weintraub y Bonilla (2020) evalúan el impacto de la restricción de motocicletas en las tasas de criminalidad en Colombia, sin encontrar efectos significativos ni duraderos (Martínez, Weintraub, & Bonilla, 2020). Castillo y Moscoso (2022) estudian el efecto causal de los toques de queda y el confinamiento por COVID-19 sobre los femicidios en Ecuador, utilizando una metodología de variables instrumentales, y encuentran un aumento de 0.91 puntos porcentuales en las tasas de homicidios de mujeres (Castillo & Moscoso, 2022).

Bullock y Pellerino (2021) investigan los efectos de las restricciones de quedarse en casa en Rio de Janeiro, encontrando una disminución significativa en extorsiones y robos, aunque los homicidios y la violencia letal solo disminuyeron ligeramente (Bullock & Pellerino, 2021). Campedelli, Aziani y Favarin (2021) analizan el impacto del COVID-19 en las tendencias delictivas en

Los Ángeles, destacando una disminución significativa en robos y hurtos, pero no en homicidios y femicidios (Campedelli, Aziani, & Favarin, 2021).

Por último, Ashby (2020) analiza el efecto de la pandemia en el crimen en Estados Unidos, encontrando una disminución del 62% en robos de vehículos, aunque los resultados para otros delitos no fueron significativos (Ashby, 2020).

III. CONTEXTO DE LA POLÍTICA

En diciembre de 2019, en la ciudad de Wuhan-China se reporta el primer caso de síndrome de respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2), cuya enfermedad se propaga de manera rápida a través de la población mundial provocando una emergencia a nivel mundial. (Lai, Tang, & Hsueh, 2020).

Al Ecuador el virus llega el 14 de febrero del 2020 a través de una ciudadana que residía en España, ingresando por el aeropuerto José Joaquín de Olmedo de la ciudad de Guayaquil, sin embargo, el virus se detecta 15 días posterior al arribo al país, siendo el punto de inflexión de la proliferación de la enfermedad a nivel nacional.

El gobierno Ecuatoriano implementa el decreto ejecutivo 1017 publicado en el Registro Oficial el 16 de marzo del 2020, implementando la suspensión de la libertad de tránsito y libre reunión, restringiendo los eventos de afluencia y congregación masiva; se implementa la cuarenta comunitaria obligatoria; prohibición de circulación en las vías y espacios públicos a nivel nacional de acuerdo a los términos dispuestos por el Comité de Operaciones de Emergencias Nacional (COE), suspensión de la jornada presencial de trabajo, aplicable al sector público y privado, manteniendo la jornada presencial aquellos sectores y servicios estratégicos; se suspenden los procesos judiciales, administrativos y procesos alternativos de solución de conflictos.

Una vez cumplida la etapa de aislamiento social mediante Resolución del COE Nacional del 28 de abril del 2020, establece que, a partir del 4 de mayo del 2020, se inicie una etapa de “Distanciamiento social” el cual se basada en un esquema de semaforización del territorio nacional (Rojo, Amarillo, Verde). (Comité de Operaciones de Emergencia Nacional, 2020).

- Semáforo rojo: Se mantienen todas las restricciones de movilidad
- Semáforo Amarillo: Las instituciones privadas y públicas pueden trabajar con un máximo de 50% de personal, el transporte urbano se activa de manera parcial y los autos partículas pueden circular 2 días por semana.
- Semáforo Verde: Las instituciones privadas y públicas pueden trabajar con el 70% de capacidad de horarios diferenciados y pueden funcionar algunos comercios, por otro lado, el personal se puede movilizar con medidas y control de seguridad.

La política de semaforización epidemiológica fue cambiando a lo largo del periodo de abril 2020 a septiembre 2021, tomando en cuenta la decisión de cada cantón, por lo que los cambios de semáforo ocurrieron en diferentes periodos, hasta que progresivamente esta fue eliminándose por los nuevos controles de las autoridades que se enfocaron en una nueva realidad condicionada por el proceso de vacunación a nivel nacional.

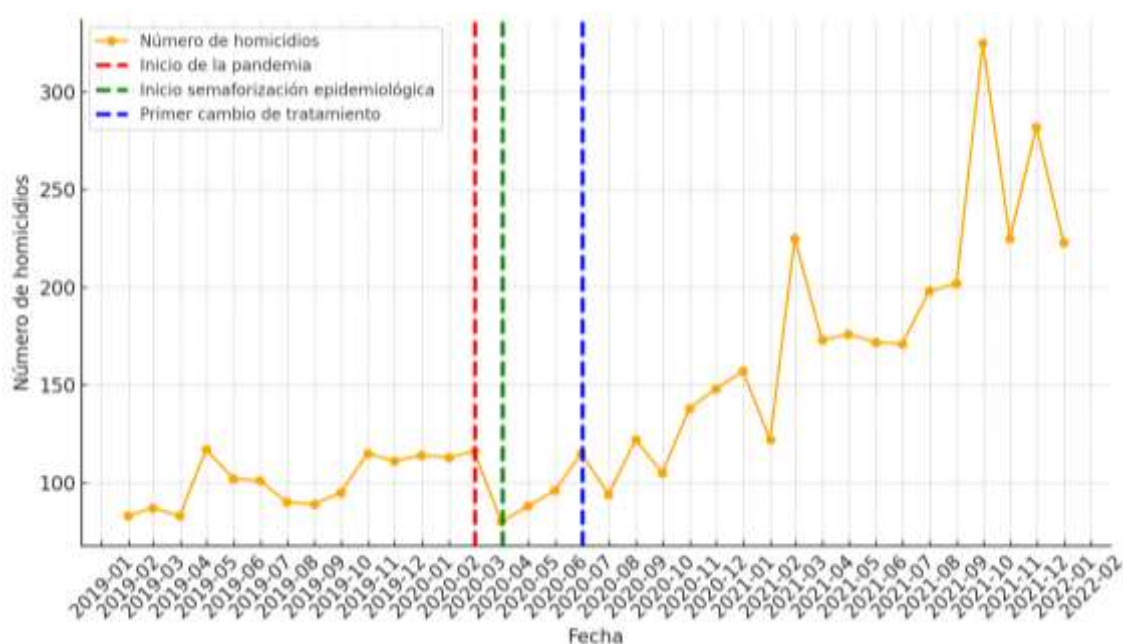
IV. ANÁLISIS DE DATOS

Para la presente investigación, se utilizan datos relativos a registros administrativos provenientes del Ministerio de Gobierno, de la Dirección de Estadística y Economía de la Seguridad, en un periodo de abril del 2020 a septiembre 2021, tiempo en el que formalmente duró la semaforización epidemiológico cantonal; obteniendo un total de 2.828 registros de homicidios; es importante mencionar que a partir del mes de septiembre del 2021 las

autoridades del Ministerio de Salud dejaron de reportar la semaforización epidemiológica cantonal.

La semaforización, que clasificaba a los cantones en diferentes colores según el nivel de riesgo y las restricciones aplicables, fue una herramienta crucial durante los primeros meses de la pandemia para gestionar y comunicar de manera clara las medidas sanitarias a la población (Ministerio de Salud Pública, 2020). Sin embargo, con la progresiva normalización de las actividades y la adaptación de la sociedad a la convivencia con el virus, las autoridades decidieron ajustar el enfoque de las medidas de control, priorizando otras formas de vigilancia epidemiológica y estrategias de prevención.

En la Figura 1, se muestra la evolución de los homicidios de manera temporal, con lo cual podemos observar que antes del inicio de la pandemia, el número de homicidios se mantiene relativamente constante, con ligeras fluctuaciones en torno a una media aproximada de 100 homicidios por mes. A partir del inicio de la pandemia en marzo de 2020, se puede observar una tendencia general al alza en el número de homicidios, que parece intensificarse tras la implementación de la semaforización epidemiológica en mayo de 2020. Esta tendencia ascendente se acentúa aún más después del primer cambio de tratamiento en septiembre de 2020, alcanzando un máximo en los últimos meses de 2021, superando los 300 homicidios por mes.

Figura 1: Evolución del número de Homicidios 2019-2021

Elaboración: El Autor

En la Tabla 1, se presentan el número de homicidios por año, donde se observa que existe un incremento en el número de homicidios de 2020 a 2021, que muestra un incremento del 49.34% (de 915 a 1,366 homicidios), es un hallazgo notable que puede estar relacionado con varios factores contextuales, incluyendo los efectos de la pandemia de COVID-19 y las políticas públicas implementadas durante este periodo.

Tabla 1: Homicidios por año (abril 2020-septiembre 2021)

AÑO	Num.	Percent	Cum.
2020	915	40,01	40,01
2021	1.366	59,9	100
Total	2.281	100	

Elaboración: El Autor

La Tabla 2 presenta los estadísticos descriptivos de las covariables utilizadas en el análisis del estudio. Estas covariables incluyen la tasa de contagios de COVID-19, la tasa de mortalidad de COVID-19, el logaritmo del Valor Agregado Bruto (logVAB), y la densidad poblacional. Estos indicadores

proporcionan una visión integral de la variabilidad y las características de los datos, permitiendo una mejor comprensión del contexto en el que se desarrollan los homicidios durante la pandemia, cabe mencionar que la selección de las covariables se justifica en el VAB como medida económica de crecimiento y a su vez las otras variables corresponden a aislar el efecto de la Pandemia dentro del estudio.

En primer lugar, la tasa de contagios de COVID-19 muestra una media de 137.67 con una desviación estándar de 225.88, lo que indica una considerable variabilidad en la propagación del virus entre los cantones. Este valor máximo de 6,508.30 sugiere que algunas áreas experimentaron brotes significativamente más altos que otras, posiblemente debido a factores como la densidad poblacional, las medidas de salud pública implementadas, o la movilidad de la población.

La tasa de mortalidad de COVID-19, con una media de 4.73 y una desviación estándar de 9.91, también refleja una amplia variabilidad en la severidad del impacto de la pandemia. El valor máximo de 116.51 señala que ciertos cantones enfrentaron desafíos extremos en términos de letalidad, lo que podría estar relacionado con factores como la capacidad del sistema de salud, la demografía local, y la eficacia de las intervenciones sanitarias.

El logaritmo del Valor Agregado Bruto (logVAB) tiene una media de 8.83 y una desviación estándar de 1.56, abarcando un rango de 5.85 a 14.58. Este indicador económico sugiere una diversidad en el nivel de desarrollo económico de los cantones, lo cual es relevante para analizar cómo las condiciones económicas pueden influir en la dinámica de los homicidios y en la respuesta a la pandemia.

Finalmente, la densidad poblacional muestra una media de 137.53 con una desviación estándar de 371.96, indicando una gran dispersión en la población entre los cantones. Esta variabilidad, que oscila entre 1.00 y 4,440.00, es crucial para entender cómo la concentración de personas puede afectar tanto la propagación del COVID-19 como las tasas de homicidio.

Tabla 2: Estadísticos descriptivos de las covariables

Descripción	Variable	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
Tasa de contagios de COVID	t_contagios	30.231	137,67	225,88	-	6.508,30
Tasa de mortalidad de COVID	t_mortalidad	30.231	4,73	9,91	-	116,51
Logaritmo del Valor Agregado Bruto	logVAB	30.231	8,83	1,56	5,85	14,58
Densidad Poblacional	Densidad_p~l	30.231	137,53	371,96	1,00	4.440,00

Elaboración: El Autor

V. METODOLOGÍA

El objetivo de esta investigación es analizar el impacto de la pandemia de COVID-19 en los homicidios en Ecuador, utilizando un modelo Poisson con datos de panel con cambios de tratamiento heterogéneos, enfocado en los cambios en la semaforización epidemiológica, como indicador de las medidas de restricción y control de la pandemia, afectan la incidencia de homicidios.

El modelo especificado es un modelo Poisson para datos de panel, que se ajusta utilizando la función de máxima verosimilitud cuasi-generalizada (QMLE). El modelo se puede expresar matemáticamente como sigue:

$$E[Y_{it}|X_{it}] = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{it} + \gamma(\text{treatment}_{it} \times \text{post}_{it}))$$

Donde:

- Y_{it} = Es el número de homicidios en el cantón i en el tiempo t .
- X_{it} = Es un vector de covariables que incluyen factores como:
- t_contagios: tasa de contagios de COVID-19 por cada 100mil habitantes.
- t_mortalidad: tasa de contagios de COVID-19 por cada 100mil habitantes

- $\log(\text{VAB})$: Logaritmo del Valor Agregado Bruto
- $\text{Densidad_Poblacional}$: Densidad Poblacional
- β_1 = Representa los coeficientes asociados a las covariables
- treatment_{it} = es una variable indicadora que representa el estado de tratamiento basado en la semaforización epidemiológica.
- post_{it} = Indica los períodos específicos posteriores a la implementación de las medidas de semaforización, que incluyen las fechas de cambio de semaforización.
 - post_Julio2020
 - post_Agosto2020
 - $\text{post_Septiembre2020}$
 - post_Octubre2020

El modelo considera el ajuste de errores estándar por clústeres a nivel de cantón para corregir posibles correlaciones dentro de los cantones (Cameron & Trivedi, 2013).

La elección del modelo Poisson para el análisis de datos de conteo, como los homicidios, se basa en su capacidad para manejar situaciones en las que la variable dependiente representa la frecuencia de ocurrencias de un evento dentro de un intervalo de tiempo o espacio. Este modelo es particularmente útil cuando la media de la distribución de los datos de conteo es aproximadamente igual a su varianza, una condición conocida como "equidispersión" (Cameron & Trivedi, 2013).

El modelo Poisson se selecciona a menudo por su simplicidad y por la facilidad con la que se pueden interpretar sus coeficientes. Cada coeficiente en un modelo Poisson representa el cambio logarítmico esperado en la tasa del evento por unidad de cambio en la variable independiente, manteniendo constantes las demás variables (Cameron & Trivedi, 2013). Además, la distribución Poisson es útil en situaciones donde los datos de conteo son relativamente pequeños o hay una gran cantidad de ceros, condiciones comunes en el estudio de delitos como los homicidios (Hilbe, 2011).

De otra parte, en el documento de Jeffrey M. Wooldridge titulado *Simple Approaches to Nonlinear Difference-in-Differences with Panel Data*, enfocado en la estimación del modelo de Poisson se discute la importancia de asegurar que el tratamiento no sea reversible para mantener la robustez en los resultados de los análisis de diferencias en diferencias. Este principio se aplica específicamente al contexto de intervenciones escalonadas, donde se requiere que los cambios en el estado de tratamiento sean unidireccionales y permanentes para evitar confusiones en la estimación de los efectos del tratamiento; razón por la cual, se excluyen de la muestra aquellos cantones que no cumplen con este supuesto, específicamente aquellos que retrocedieron de semáforo amarillo a rojo, o de verde a rojo o amarillo. Esta exclusión se realiza con el objetivo de asegurar la robustez y la fiabilidad de los resultados.

En términos del supuesto de tendencias paralelas se presenta la Figura 2, el cual muestra dos grupos: el grupo de tratamiento, representado por una línea sólida con puntos amarillos, y el grupo de control, ilustrado con una línea discontinua azul. La comparación entre estos dos grupos permite evaluar la hipótesis de tendencias paralelas, que es un supuesto clave en los modelos de diferencias en diferencias. Según este supuesto, las tendencias en las variables de interés (en este caso, el número de homicidios) deberían ser similares para ambos grupos antes de la intervención.

En el gráfico, podemos observar que antes del inicio de la pandemia y de la implementación de las medidas de semaforización, ambas líneas parecen seguir trayectorias similares. Esto sugiere que el supuesto de tendencias paralelas se cumple razonablemente, lo que es crucial para inferir efectos causales válidos de los cambios de tratamiento en el número de homicidios.

Figura 2: Grafico de Tendencias Paralelas



Estimación de los ATT

Los Efectos Promedios del Tratamiento sobre los Tratados (ATT) se calculan para entender el impacto específico de las medidas de semaforización sobre los homicidios. La fórmula para calcular los ATT es:

$$ATT_t = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{it} + \gamma(\text{treatment}_{it} = 1 \times \text{post}_{it})) - \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{it} + \gamma(\text{treatment}_{it} = 0 \times \text{post}_{it}))$$

donde los términos se definen como en el modelo general. Esta fórmula permite aislar el efecto del tratamiento sobre el número de homicidios, comparando escenarios con y sin tratamiento, ajustando por las covariables incluidas en el modelo (Wooldridge, 2021; Callaway & Sant'Anna, 2021).

VI. RESULTADOS

En la presente sección se presentan los resultados obtenidos a través del modelo Poisson para datos de panel, ajustada a la función de máxima verosimilitud cuasi-generalizada (QMLE) especificada en la sección anterior. En primer lugar, estimamos el efecto del COVID-19 en los homicidios sin condicionar por ninguna covariable, para poder observar el efecto incondicional, posterior a ello, estimamos el modelo incluyendo variables de control para hallar el efecto ATT.

Los resultados se presentan en la Tabla 3 y Figura 3., los cuales muestran los efectos promedio del tratamiento sobre los tratados (ATT) de las medidas de semaforización epidemiológica (como parte de la respuesta a la pandemia de COVID-19) en los homicidios, diferenciados por meses. Se han estimado tanto con controles como sin ellos.

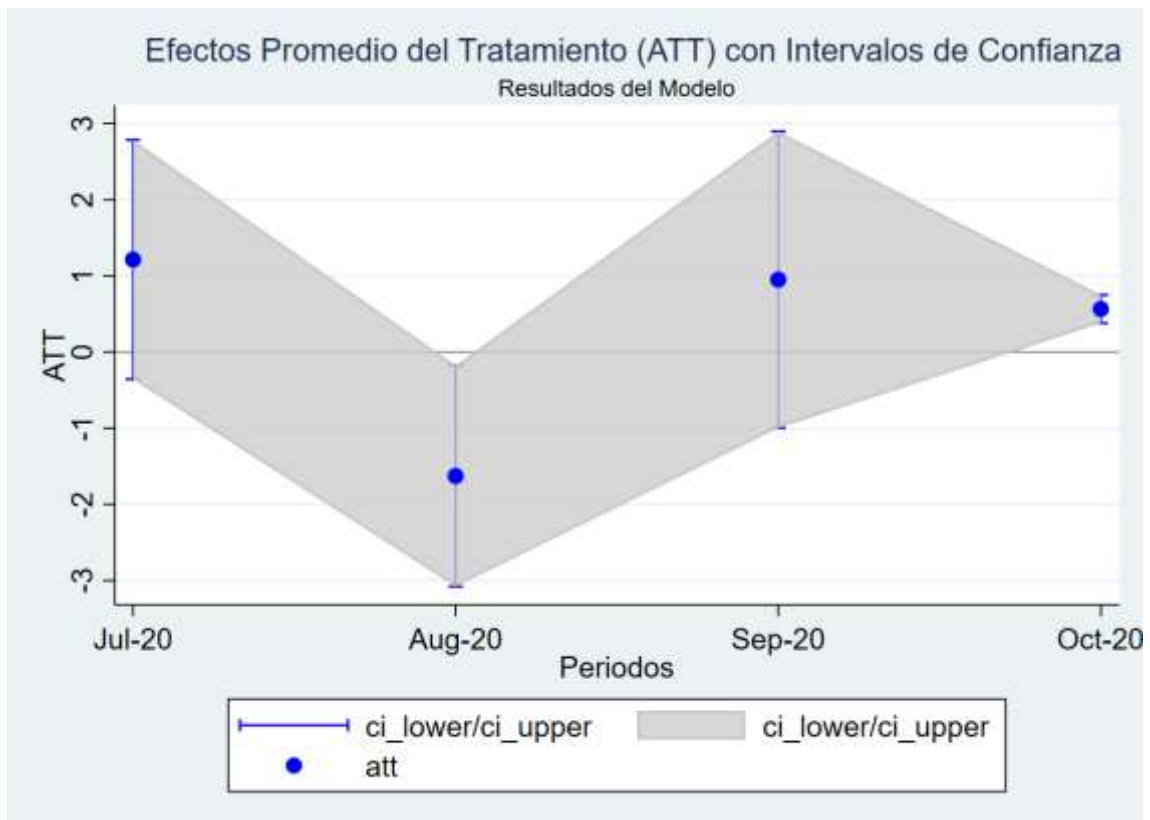
Tabla 3: Coeficientes Average Treatment Effects on Treated

ATT	Sin Controles	Con Controles
jul-20	1.220 (0.806)	1.214 (0.802)
ago-20	-1.594** (0.734)	-1.628** (0.741)
sep-20	1.026 (0.974)	0.951 (0.994)
oct-20	0.636*** (0.126)	0.565*** (0.094)

Standard errors in parentheses
* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

Elaboración: El Autor

Figura 3: ATT del Modelo Poisson QMLE



Elaboración: El Autor

Julio 2020

- **Sin controles:** El ATT es 1.220 con un error estándar de 0.806, lo que no es estadísticamente significativo ($p > 0.05$). Esto sugiere que, en promedio, los homicidios aumentaron en 1.220 en las áreas tratadas comparado con las no tratadas.
- **Sin controles:** El ATT es 1.214 con un error estándar de 0.802, también no significativo. La similitud de los resultados con y sin controles indica que las covariables controladas no tienen un gran impacto en este mes.

Agosto 2020:

- **Sin controles:** El ATT es -1.594 con un error estándar de 0.734, significativo al nivel del 1% (**). Esto indica una reducción promedio de

1.594 homicidios en las áreas tratadas en comparación con las no tratadas.

- **Con controles:** El ATT es -1.628 con un error estándar de 0.741, también significativo al nivel del 1%. La consistencia en los resultados sugiere un impacto robusto de las restricciones en la reducción de homicidios en agosto.

Septiembre 2020:

- **Sin controles:** El ATT es 1.026 con un error estándar de 0.974, no significativo. Esto indica que el tratamiento podría haber aumentado los homicidios en promedio, pero la falta de significancia estadística sugiere que no es un efecto concluyente.
- **Con controles:** El ATT es 0.951 con un error estándar de 0.994, también no significativo. Al igual que en julio, la similitud entre los modelos con y sin controles indica que las covariables controladas no afectan significativamente este resultado.

Octubre 2020:

- **Con controles:** El ATT es 0.636 con un error estándar de 0.126, significativo al nivel del 0.1% (***) . Esto sugiere que, en promedio, los homicidios aumentaron en 0.636 en las áreas tratadas comparado con las no tratadas.
- **Sin controles:** El ATT es 0.565 con un error estándar de 0.094, también significativo al nivel del 0.1%. La ligera diferencia entre los modelos con y sin controles podría indicar un pequeño impacto de las covariables controladas.

Estos resultados sugieren que las medidas de semaforización epidemiológica tuvieron efectos variables sobre los homicidios en diferentes meses. En agosto de 2020, las restricciones parecen haber reducido significativamente los homicidios, mientras que, en octubre de 2020, se observa un aumento significativo.

6.1. Pruebas de Robustez

Con el objeto de dar robustez a los resultados presentados en nuestro modelo inicial, se plantea realizar diferentes especificaciones del modelo con las siguientes características:

- a) Modelo estimado con errores Bootstrap
- b) Modelo estimado agregando covariables (estados de excepción, rezago de la tasa de contagios).
- c) Modelo estimado con Binomial Negativo

a) Modelo Estimado con errores Bootstrap

En el análisis de datos de conteo, como los incidentes de homicidio, la precisión de las estimaciones y la validación de los resultados son cruciales para la interpretación correcta de los efectos de las variables explicativas. El modelo Poisson es una herramienta ampliamente utilizada para este propósito, especialmente cuando se asume que los datos siguen una distribución de Poisson. Sin embargo, los errores estándar estimados por métodos tradicionales pueden no reflejar adecuadamente la variabilidad real de los datos, particularmente cuando existen posibles problemas de heterocedasticidad o cuando la muestra es pequeña.

Para abordar estas limitaciones, se utiliza el método bootstrap para estimar los errores estándar. El bootstrap es una técnica de remuestreo que permite obtener una estimación empírica de la distribución de los errores estándar al resamplear con reemplazo la muestra original múltiples veces. Este enfoque es especialmente útil en situaciones donde las suposiciones clásicas sobre la distribución de los errores pueden no ser válidas o cuando los datos presentan estructura compleja (Cameron & Trivedi, 2005).

El uso de errores bootstrap en poisson proporciona una medida más robusta y confiable de los errores estándar, lo que permite una mejor inferencia estadística. Esto es particularmente relevante en estudios como el análisis de homicidios durante la pandemia de COVID-19, donde pueden existir factores no

observados o variabilidad adicional que no se capta adecuadamente con los métodos estándar. Al proporcionar una estimación más precisa de la incertidumbre en los coeficientes estimados, los errores bootstrap fortalecen la validez de las conclusiones del estudio (Efron & Tibshirani, 1993).

Los resultados de la estimación se presentan en la Tabla 4, de igual manera se realiza la estimación sin controles y con controles, la cual se detalla a continuación:

Tabla 4: Coeficientes Average Treatment Effects on Treated-Modelo Poisson con errores Bootstrap

ATT	Sin Controles	Con Controles
jul-20	1.220* (0.653)	1.214 (0.787)
ago-20	- 1.594 (6.411)	-1.628* (0.746)
sep-20	1.026 (9.774)	0.951 (0.568)
oct-20	0.636*** (0.145)	0.565*** (0.115)

Standard errors in parentheses

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

Elaboración: El Autor

En la comparación entre los resultados iniciales de la estimación clusterizada por cantones y los obtenidos mediante el modelo de Poisson QMLE con errores bootstrap, se observan algunas similitudes y diferencias clave. En julio de 2020, ambos modelos muestran un ATT positivo similar (alrededor de 1.220) con y sin controles, aunque los errores estándar en el modelo inicial son ligeramente mayores (0.806 sin controles, 0.802 con controles) en comparación con los del modelo bootstrap. Esto sugiere una consistencia en el efecto positivo del tratamiento, aunque con mayor variabilidad en las estimaciones iniciales.

En agosto de 2020, el ATT es negativo y significativo al nivel del 1% en ambos modelos, con valores cercanos a -1.6, pero con diferencias en los errores

estándar. En el modelo inicial, los errores estándar son menores (0.734 sin controles, 0.741 con controles), lo que contrasta con el mayor error estándar observado en el modelo bootstrap (6.411 sin controles). Este contraste indica que el modelo bootstrap proporciona una estimación más conservadora del error estándar, lo que puede afectar la interpretación de la significancia estadística.

Para septiembre de 2020, ambos modelos presentan ATT positivos, pero no significativos, con valores y errores estándar similares. Esto sugiere que el tratamiento no tuvo un efecto claro o consistente en los homicidios durante este mes. Finalmente, en octubre de 2020, ambos enfoques muestran un ATT positivo y altamente significativo, con valores alrededor de 0.6 y errores estándar bajos (0.126 en el modelo inicial sin controles y 0.094 con controles, comparado con 0.145 y 0.115 en el modelo bootstrap). Esta consistencia refuerza la conclusión de que el tratamiento tuvo un impacto positivo en el número de homicidios en octubre de 2020.

Los resultados entre los dos enfoques son generalmente consistentes, el uso de errores bootstrap proporciona una visión más conservadora de la precisión de las estimaciones, destacando la importancia de considerar diferentes métodos de estimación para evaluar la robustez de los hallazgos.

b) Modelo estimado agregando covariables (Rezago de la tasa de contagios, estados de excepción).

De acuerdo a Woodlridge (2010), las variables rezagadas permiten capturar efectos retardados o dinámicos de una política o evento en la variable dependiente. Por ejemplo, en el contexto de la pandemia de COVID-19, la tasa de contagios puede influir en los homicidios no solo de manera inmediata, sino también en períodos posteriores debido a factores como cambios en la movilidad, el comportamiento social, y el estrés económico

De otra parte, la inclusión de variables rezagadas también ayuda a controlar la autocorrelación, que ocurre cuando los errores en un período están correlacionados con los errores en períodos anteriores. Esto es particularmente

relevante en modelos de series de tiempo o panel, donde las observaciones están ordenadas temporalmente (Stock & Watson, 2019).

En modelos de DiD con tratamientos heterogéneos y no lineales, como en el caso de diferentes fases de semaforización epidemiológica, las variables rezagadas pueden capturar la transición gradual o los efectos de adaptación a estos tratamientos. Esto es importante para entender cómo los cambios en las tasas de contagio en un período afectan los homicidios en períodos posteriores, ajustando así el modelo para reflejar mejor la realidad observada (Cameron & Trivedi, 2005).

Los resultados de la estimación se presentan en la Tabla 5, de igual manera se realiza la estimación sin controles y con controles, la cual se detalla a continuación:

Tabla 5: Coeficientes Average Treatment Effects on Treated-Modelo Poisson agregando covariables

ATT	Sin Controles	Con Controles
jul-20	1.220 (0.806)	1.312 (0.810)
ago-20	-1.594** (0.734)	-1.782* (0.741)
sep-20	1.026 (0.974)	0.8115 (0.931)
oct-20	0.636*** (0.126)	0.393*** (0.098)

Standard errors in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Elaboración: El Autor

En la comparación entre los resultados del modelo Poisson QMLE inicial con errores estándar clusterizados por cantones y el modelo Poisson QMLE que incluye la variable de rezago de los contagios y la variable de estados de excepción, se observan algunas diferencias notables.

Para el mes de julio de 2020, ambos modelos presentan efectos positivos significativos en la variable de tratamiento. El modelo inicial sin controles muestra un ATT de 1.220 (error estándar de 0.806), mientras que el modelo con controles muestra un ATT de 1.214 (error estándar de 0.802). Al incluir las covariables adicionales, el ATT en julio de 2020 se incrementa ligeramente a 1.312 (error estándar de 0.810), lo que sugiere que el rezago de los contagios y los estados de excepción pueden haber contribuido adicionalmente al aumento de los homicidios.

En agosto de 2020, el modelo inicial muestra un efecto negativo significativo de -1.594 (error estándar de 0.734) sin controles y -1.628 (error estándar de 0.741) con controles. Con la inclusión de las nuevas covariables, el ATT disminuye aún más a -1.782 (error estándar de 0.741) en el modelo con controles, manteniendo su significancia al nivel del 5%. Esto sugiere que las condiciones reflejadas por las covariables, como la dinámica de los contagios y las restricciones de movilidad, pudieron tener un efecto más pronunciado en la reducción de los homicidios durante este mes.

En septiembre de 2020, el ATT es positivo en ambos modelos, aunque no significativo. El modelo inicial muestra un ATT de 1.026 (error estándar de 0.974) sin controles y 0.951 (error estándar de 0.994) con controles. Al incluir las covariables adicionales, el ATT se ajusta a 0.8115 (error estándar de 0.931), manteniéndose sin significancia estadística.

Finalmente, en octubre de 2020, ambos modelos muestran un ATT positivo significativo. El modelo inicial presenta un ATT de 0.636 (error estándar de 0.126) sin controles y 0.565 (error estándar de 0.094) con controles. Con la inclusión de las nuevas covariables, el ATT se reduce ligeramente a 0.393 (error estándar de 0.098), pero sigue siendo altamente significativo al nivel del 0.1%. Esto indica que las nuevas variables introducidas en el modelo pueden estar

absorbiendo parte del efecto previamente atribuido a las variables principales de interés.

La inclusión del rezago de los contagios y la variable de estados de excepción proporciona una visión más matizada de los factores que afectan los homicidios durante la pandemia de COVID-19. Aunque la significancia de algunos coeficientes se mantiene o se ajusta ligeramente, los resultados refuerzan la robustez del modelo inicial.

Modelo estimado con Binomial Negativo

En el análisis de datos de conteo, como los incidentes de homicidio, es fundamental seleccionar un modelo que se ajuste adecuadamente a la dispersión de los datos. La regresión de Poisson, implementada mediante el modelo, asume que la media y la varianza de los datos de conteo son iguales (equidispersión). Sin embargo, esta asunción a menudo no se cumple en la práctica, especialmente cuando los datos presentan sobredispersión, es decir, cuando la varianza excede significativamente la media.

Para abordar la sobredispersión, se utiliza la regresión binomial negativa, que introduce un parámetro adicional para modelar la varianza de manera más flexible. Este modelo es particularmente útil en contextos donde la variabilidad de los datos es mayor de lo que el modelo de Poisson puede capturar, lo cual es común en estudios sobre incidentes criminales, como los homicidios, donde pueden existir factores no observados que influyen en la varianza de los datos (Hilbe, 2011; Cameron & Trivedi, 2013).

Los resultados de la estimación se presentan en la Tabla 6, de igual manera se realiza la estimación sin controles y con controles, la cual se detalla a continuación:

Tabla 6: Coeficientes Average Treatment Effects on Treated-Modelo Binomial Negativo

ATT	Sin Controles	Con Controles
jul-20	0.883 (0.735)	0.836 (0.728)
ago-20	-1.407 (0.979)	-1.284 (1.03)
sep-20	0.912 (1.205)	0.701 (1.249)
oct-20	0.482*** (0.100)	0.486*** (0.097)

Standard errors in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Elaboración: El Autor

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio analiza el impacto de la pandemia de COVID-19 en las tasas de homicidios en Ecuador, utilizando un enfoque de diferencias en diferencias (DiD) con modelos Poisson. A través de diversas especificaciones y pruebas de robustez, incluyendo la estimación con errores estándar bootstrap y la inclusión de variables rezagadas de contagios y estados de excepción, se ha evaluado cómo la semaforización epidemiológica ha influido en la incidencia de homicidios en diferentes períodos.

En este contexto los hallazgos indican que la pandemia y las políticas relacionadas con el control del COVID-19, como la semaforización epidemiológica, podrían haber tenido un impacto diferencial en los homicidios dependiendo del momento y las condiciones específicas de cada período. Esto sugiere que las políticas de restricción deben ser evaluadas no solo por su efectividad en controlar la pandemia, sino también por sus efectos colaterales en la seguridad pública y otras áreas.

Los resultados indican que la implementación de medidas de semaforización tuvo un impacto heterogéneo en los homicidios, variando según el mes y las condiciones específicas de cada período. Por ejemplo, en agosto de

2020, se observó una reducción significativa en los homicidios, con un Efecto Promedio del Tratamiento sobre los Tratados (ATT) de -1.628 en el modelo Poisson con errores bootstrap, y -1.782 en el modelo Poisson agregando covariables, lo que sugiere que las restricciones de movilidad y otras medidas de control fueron efectivas para reducir la violencia. Sin embargo, en octubre de 2020, se detectó un incremento significativo en los homicidios, con un ATT de 0.636 en el modelo inicial y de 0.393 en el modelo con controles adicionales, lo que indica que otros factores pudieron haber influido en el aumento de la violencia.

Los resultados muestran que las políticas de semaforización epidemiológica tuvieron efectos variados en las tasas de homicidios. Por lo tanto, es esencial que las autoridades consideren tanto los beneficios sanitarios como los posibles efectos colaterales en la seguridad pública al diseñar e implementar políticas de restricción de movilidad. Una evaluación integral y continua de estas políticas es necesaria para ajustar las medidas de manera efectiva y minimizar cualquier consecuencia no deseada.

Dado el aumento de los homicidios en ciertos períodos, como en octubre de 2020, se recomienda un monitoreo constante de la situación de seguridad pública durante las crisis sanitarias. Las autoridades deben estar preparadas para ajustar las políticas de control de manera rápida y eficaz para responder a cambios en las dinámicas del crimen, asegurando así la protección de la población.

La implementación de la semaforización epidemiológica y otras políticas de restricción requiere una coordinación efectiva entre diferentes niveles de gobierno y agencias, incluyendo salud pública y seguridad. Se recomienda fortalecer esta coordinación para garantizar que las políticas se implementen de manera coherente y efectiva, minimizando así los efectos adversos y mejorando la respuesta general a las crisis.

REFERENCIAS

- Aboal, D., Campanella, E., & Lanzilotta, B. (2012). The effect of homicides on housing prices: Evidence from Mexico. *Latin American Economic Review*, 21(2), 231-247.
- Aboal, D., Campanella, J., & Lanzilotta, B. (2012). *Costos del Crimen en América Latina*. Uruguay: Centro de Investigaciones Económicas de Uruguay.
- Aguirre, A. (2019). *Urban Crime in Ecuador: Three essays on the role of economic inequalities, population density, and emotions*. France: UNIVERSITÉ JEAN MONNET SAINT-ÉTIENNE.
- Aguirre, J. (2019). Income inequality and crime: Evidence from Ecuador. *Revista de Economía Aplicada*, 27(81), 45-65.
- Angrist, J. D., & Pischke, J. S. (2009). *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*. Princeton University Press.
- Ashby, M. P. J. (2020). Initial evidence on the relationship between the coronavirus pandemic and crime in the United States. *Crime Science*, 9(1), 1-16.
- Becker, G. S. (1968). Crime and Punishment: An Economic Approach. *Journal of Political Economy*, 76(2), 169-217. <https://doi.org/10.1086/259394>
- Bullock, N., & Pellerino, J. (2021). How COVID-19 stay-at-home orders affect crime: Evidence from Rio de Janeiro. *Journal of Urban Economics*, 123, 103-112.
- Callaway, B., & Sant'Anna, P. H. C. (2021). Difference-in-Differences with Multiple Time Periods. *Journal of Econometrics*.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications*. Cambridge University Press.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2013). *Regression Analysis of Count Data* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Campedelli, G. M., Aziani, A., & Favarin, S. (2021). Exploring the immediate effects of COVID-19 containment policies on crime: An empirical analysis of Los Angeles. *Crime Science*, 10(1), 12-25.
- Castillo, M., & Moscoso, P. (2022). The causal effect of COVID-19 lockdowns on femicides: Evidence from Ecuador. *Journal of Crime and Justice*, 45(1), 23-40.
- Cohen, L. E., & Felson, M. (1979). Social Change and Crime Rate Trends: A Routine Activity Approach. *American Sociological Review*, 44(4), 588-608. <https://doi.org/10.2307/2094589>

Comité de Operaciones de Emergencia Nacional. (2020). Resolución de situación Covid-19 Ecuador- 03 Julio de 2020.

Comité de Operaciones de Emergencia Nacional. (2020). Resolución situación Covid-19 Ecuador-29 DE ABRIL 2020-103725. Quito: COE.

Comité de Operaciones de Emergencia Nacional. (2020). Resolución situación Covid-19; 20 de Julio del 2020. Quito.

Coronel, C., & Moscoso, B. (2023). Factores socioeconómicos que explican el crimen. *Boletín de Política Económica*, 19, 31-38. Centro de Investigaciones Económicas, FCSH-ESPOL.

Efron, B., & Tibshirani, R. J. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*. Chapman & Hall/CRC.

Foureaux, M., & Manacorda, M. (2013). *The effect of violence on birth outcomes*. Brazil: University of Leicester.

Hilbe, J. M. (2011). *Negative Binomial Regression* (2nd ed.). Cambridge University Press.

Hirschi, T. (1969). *Causes of Delinquency*. University of California Press.

Jaitman, L. (2017). *Introducción a la Economía del Crimen*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Lai, C. C., Tang, H. J., & Hsueh, P. R. (2020). Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges. *International Journal of Antimicrobial Agents*.

Lindo, J. M., & Padilla-Romo, M. (2018). Kingpin approaches to fighting crime and community violence: Evidence from Mexico's drug war. *Journal of Health Economics*, 58, 253-268.

Martínez, L., Weintraub, G., & Bonilla, M. (2020). Motorcycle bans and crime: Evidence from Colombia. *American Economic Journal: Applied Economics*, 12(3), 96-119.

Ministerio de Salud Pública. (2020). *Informe sobre la semaforización epidemiológica en Ecuador*. Quito, Ecuador: Ministerio de Salud Pública.

Moscoso, B. (2023). Políticas Públicas para mitigar la violencia-revisión de políticas internacionales. *Boletín de Política Económica*, 20, 13-20. Centro de Investigaciones Económicas-Espol.

Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. (2015). *International Classification of Crime for Statistical Purposes*.

Padilla Romo, M. (2023). Causas y costos de la violencia en México. *Boletín de Política Económica*, 23-28. Quito.

Sampson, R. J., & Laub, J. H. (1993). *Crime in the Making: Pathways and Turning Points Through Life*. Harvard University Press.

Stock, J. H., & Watson, M. W. (2019). *Introduction to Econometrics* (4th ed.). Pearson.

Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* (2nd ed.). MIT Press.

Wooldridge, J. M. (2021). Simple Approaches to Nonlinear Difference-in-Differences with Panel Data. *Journal of Econometrics*.

ANEXOS

Tabla 7: Cantones excluidos por violación del principio de irreversibilidad del tratamiento

COD_CANTON	NOMBRE CANTON
113	SEVILLA DE ORO
201	GUARANDA
401	TULCÁN
703	ATAHUALPA
705	CHILLA
706	EL GUABO
707	HUAQUILLAS
709	PASAJE
711	PORTOVELO
712	SANTA ROSA
713	ZARUMA
919	SALITRE (URBINA JADO)
922	SIMÓN BOLÍVAR
924	LOMAS DE SARGENTILLO
1101	LOJA
1102	CALVAS
1103	CATAMAYO
1104	CELICA
1106	ESPÍNDOLA
1108	MACARÁ
1109	PALTAS
1113	ZAPOTILLO
1206	URDANETA
1314	SUCRE
1317	PEDERNALES
1401	MORONA
1402	GUALAQUIZA
1703	MEJIA
1804	MOCHA
1805	PATATE
1806	QUERO
1901	ZAMORA
1902	CHINCHIPE
1903	NANGARITZA
1904	YACUAMBI
1905	YANTZAZA (YANZATZA)
1906	EL PANGUI
1907	CENTINELA DEL CÓNDOR
1908	PALANDA

1909	PAQUISHA
2301	SANTO DOMINGO
808	LA CONCORDIA
1509	CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA
1504	EL CHACO
1318	OLMEDO
916	SAMBORONDÓN

