

# Herramientas de Minería de Datos en el Análisis de la Violencia Relacionada con el Narcotráfico.

Roberto Sánchez Ávalos

## Resumen

Los académicos comenzaron a estudiar el narcotráfico y sus efectos en términos económicos argumentando que éste funciona y se relaciona como una industria de mercado en donde diferentes agentes con recursos limitados demandan trabajo, realizan inversiones y producen, transforman o trasladan bienes y servicios ilícitos. Esta perspectiva parece no haber sido incorporada del todo en los programas de prevención del delito y políticas públicas que, en ocasiones, asumen la violencia como un fenómeno homogéneo y fracasan en aplicar políticas diferenciadas que atiendan los incentivos y causas específicas que presentan cada uno de los municipios.

Este trabajo, bajo un marco de elección racional, busca complementar el análisis descriptivo de los perfiles municipales. La justificación y discusión del modelo teórico y sus supuestos se realiza mediante modelos Poisson para datos tipo panel con especificaciones espacio-temporales utilizando una base de datos anual para 2,456 municipios que incorpora variables sociodemográficas, características de la industria del narcotráfico georreferenciadas mediante sistemas de información geográfica y actividad histórica criminal del municipio y su entorno.

Finalmente, con el uso de técnicas de minería de datos y aprendizaje máquina, se propone un marco descriptivo que busca reducir a tres variables resumen (*Costo de Oportunidad*, *Competencia y Rivalidad* y *Violencia e Impunidad*) la complejidad de las características que llevan a los municipios a percibir mayores o menores niveles de violencia

**Clasificación JEL:** C10,D74, K42.

**Palabras Clave:** Violencia, Narcotráfico, Minería de Datos, Aprendizaje Máquina.

## Introducción <sup>1</sup>

En un país como México en donde en los últimos años casi el 50 por ciento de las defunciones violentas han tenido relación, directa o indirecta, con el narcotráfico, es fundamental el análisis de la relación de incentivos que existen entre la violencia y el crimen organizado <sup>2</sup>: fenómeno que involucra a grupos criminales que compiten no solo por controlar las principales rutas de la droga hacia

---

<sup>1</sup>Este texto retoma y extiende el siguiente trabajo de tesis [Ávalos, 2015]

<sup>2</sup>“En el periodo comparable entre el INEGI y la Presidencia, que va de diciembre de 2006 a diciembre de 2010, ocurrieron 69 mil 282 muertes por homicidio, así como 34 mil 612 fallecimientos por presunta rivalidad delincriminal, lo que representa 50 por ciento del total. Dicho porcentaje aumentó progresivamente de diciembre de 2006 a noviembre de 2008, al pasar de 7.3 a 69 por ciento. Desde entonces, se ha encontrado en un rango que va de 40.0 a 70.0 por ciento, lo cual quiere decir que las defunciones ocasionadas por rivalidad delincriminal son un importante porcentaje del total de homicidios registrados en el país”. [de Alba et al., 2012] Para fechas posteriores, ya que no contamos con una base de datos oficial sobre muertes relacionadas con el narcotráfico, si comparamos las defunciones violentas del 2011 al 2013 con la base de datos de ejecuciones llevada a cabo por Lantía consultores observamos que de 75,912 homicidios violentos registrados por INEGI, Lantía contabilizó 40,712 como ejecuciones relacionadas con el narcotráfico, significando poco más del 50 por ciento de las defunciones violentas en el país.

Estados Unidos sino también la producción local de enervantes, el robo de hidrocarburos, la minería ilegal, el tráfico de blancas y la disputa de plazas de micro-distribución. Estas características dotan al narcotráfico de una complejidad comparable con cualquier otro mercado económico desarrollado.

El plantear al narcotráfico como una empresa privada que compite con otras y maximiza sus beneficios, tomando en cuenta el peligro de la actividad ilegal como costo de oportunidad no es una aproximación nueva en este campo [Guerrero, 2009]. Sin embargo, este marco no se ha extendido al estudio de la relación entre la violencia, la competencia y la rivalidad, y no se ha trasladado esta intuición al terreno de las políticas públicas en donde los programas de prevención aún atienden problemáticas específicas sin estudiar la relación de incentivos.

Este estudio se efectuó en tres etapas: en la primera sección, se establecen los pilares teóricos que sustentan el análisis de la violencia ligada al narcotráfico bajo un enfoque colectivo de elección racional; la segunda sección, describe la construcción de una base de datos anual para 2456 municipios del 2007 al 2010. Para cada variable propuesta como factor de riesgo se incluye una breve discusión sobre su posible relación con la violencia presentando bibliografía sobre estudios y datos históricos sobre la importancia en la industria del narcotráfico. Las variables se catalogaron en tres perfiles a nivel municipal: *Costo de Oportunidad*, *Competencia y Rivalidad* y *Violencia e Impunidad*; la tercera y última sección, recoge estas tres variables y propone mediante el uso de herramientas de minería de datos y aprendizaje máquina, una forma alternativa de categorización del riesgo al que se enfrentan los municipios del país con la intención de que se capture no solo la propensión social de incidencia delictiva, sino también los incentivos diferenciados causados por la configuración geográfica de la industria del narcotráfico.

## 1. Elección Racional en el Crimen Organizado

La teoría de *elección racional* asume que el individuo es un agente orientado a objetivos, racional y con interés propio. Para este individuo, tomar una decisión es el resultado final de un proceso activo de optimización de una colección fija y ordenada de preferencias. El individuo maximiza sus beneficios evaluando los costos esperados y las implicaciones de cada una de sus posibles acciones sujeto a restricciones de tiempo, espacio, habilidad e información disponible.

Una implicación inmediata de extender esta teoría al estudio del comportamiento criminal es que si el costo del acto ilícito es alto o los beneficios suficientemente bajos, un individuo racional se abstendría de cometer cualquier delito. [Bachman and Paternoster, 2001] Este análisis toma como supuesto que la violencia y el comportamiento criminal es un acto instrumental, caracterizado por ser medio para satisfacer un objetivo. Supuesto que se tomará para el análisis en este estudio.

### 1.0.1. Elección racional y Comportamiento Colectivo

El modelo del agente racional ha sido utilizado también para el análisis del comportamiento colectivo. En “*Rationality and Corporate Offending Decisions*” [Simpson et al., 2002] utilizan la teoría de *elección racional* para analizar el crimen corporativo señalando que éste fenómeno puede ser entendido desde un marco de costo-beneficio. Los autores argumentan que el crimen se puede predecir por una mezcla de factores que afectan la función de costo-beneficio individual pero que al mismo tiempo incluye factores que impactan la función de la corporación.

Las críticas que han surgido a utilizar la teoría de *elección racional* en un contexto de crimen colectivo señalan que bajo ciertos ambientes como el tamaño, la estabilidad de la empresa y la estructura de liderazgo, el supuesto del proceso de toma de decisión estratégico que exige el modelo

de *elección racional* se viola, esto debido a que el flujo de información e intereses de un grupo de personas puede llevar a decisiones irracionales [Piquero and Tibbets, 2002, pp. 30-35]. En este sentido, para poder analizar el crimen colectivo desde un contexto de elección racional se debe de analizar la capacidad de la estructura de liderazgo para tomar decisiones estratégicas.

En el caso específico del crimen organizado mexicano Eduardo Guerrero, analista y especialista en temas de seguridad, señala la presencia de dos tipos de organizaciones: por un lado, los grandes cárteles que tienen capacidad de coordinación central y que se dedican sobre todo a la exportación de drogas. Estas empresas “han alcanzado un alto nivel de integración vertical [...] que les permite generar economías de escala; explotar precios monopólicos; ahorrar recursos al evitar la competencia en actividades de corrupción y cabildeo; y tener un fácil acceso a los mercados financieros internacionales” [Guerrero, 2009]. Los dirigentes de estos grupos en ocasiones aplican leyes estrictas a sus miembros que son reforzadas a través de violencia para evitar desviaciones a la cadena de mando, un ejemplo de esto son las reglas de cero violaciones y robos que se registraron en municipios de Michoacán. [Ríos and Holland, 2014] Esta división y, en específico, la separación de la dirigencia con los brazos armados abona al argumento del comportamiento estratégico de estos grupos y de la instrumentalidad de sus delitos, lo que va en línea con la teoría de elección racional. [Godwin, 2000, p. 106]; por otro lado, las bandas emergentes y los cárteles fragmentados, al no tener la fuerza suficiente para controlar las rutas del narcotráfico, compiten en el mercado del narcomenudeo o migran a otros delitos que requieren un uso más intensivo de la violencia, como es el secuestro, la extorsión y el narcomenudeo, actividades que no demandan la verticalidad de los cárteles grandes. [Valdés, 2014] Por estas razones, son los grandes cárteles los más susceptibles a ser analizados en un contexto de *elección racional* ya que bajo estrategias coordinadas, la violencia obtiene un atributo de instrumentalidad. Bajo estos argumentos, este trabajo asume que la decisión de cometer violencia instrumental por parte de los cárteles del narcotráfico está influenciada tanto por factores del individuo —percepción de riesgo de castigo— como por factores colectivos —costos y beneficios económicos esperados por el cártel del narcotráfico. Por esta razón, en este trabajo, se define al tomador de decisiones dentro del modelo como un agente racional que observa simultáneamente ambos incentivos.

Siguiendo lo propuesto por Matsueda, Derek y Huizinga [Matsueda et al., 2006] se proponen 2 fuentes principales de información con la que los tomadores de decisión actualizan sus percepciones de riesgo: (1) La primera es la percepción de impunidad, basada en experiencias delictivas pasadas, arrestos o evasión de la justicia en el municipio y en municipios vecinos y (2) los niveles de violencia en el periodo anterior para el municipio y los municipios cercanos.

Con base en esto se fundamentan las tres hipótesis por estudiar que se plantearon en este trabajo. Estas hipótesis, aunque relacionadas, señalan tres dimensiones diferentes de las características de los municipios que explican la violencia ligada al narcotráfico, con ellas se dirigirá la construcción de la base de datos para su posterior análisis.

1. Municipios que presenten costos de oportunidad más bajos frente a la delincuencia presentarán una mayor probabilidad de percibir violencia.
2. Municipios que por su situación geográfica estratégica sean más valiosos para el narcotráfico presentarán una mayor probabilidad de percibir violencia.
3. Existencia de un fenómeno de relación espacio-temporal de la violencia ligada al narcotráfico.

## 2. Construcción y Justificación de Base de Datos

En esta sección se describe la construcción de la utilizada. Se proponen características municipales para definir los costos y ganancias esperadas por la industria del narcotráfico. En la mayoría de los casos se presentan y discuten los trabajos previos que han estudiado la causalidad o relación de las variables involucradas con la violencia, en aquellos donde aún no hay trabajos que demuestren causalidad se discute los argumentos teóricos apoyados de evidencia observada para justificar su importancia como factores a considerar al analizar la violencia relacionada con el narcotráfico. Las variables construidas fueron organizadas para su análisis y facilidad de comprensión en tres grupos: “Costo de Oportunidad”, “Competencia y Rivalidad” y “Violencia e Impunidad” mismos que serán retomados en los procesos de conglomeración de la sección de minería de datos.

### 2.1. Perfil de Costo de Oportunidad

Los municipios en México presentan características sociodemográficas muy diferentes que pueden promover o disuadir el crimen, la violencia y la presencia del narcotráfico. Una de las teorías que explica estas diferencias, dentro del marco teórico de elección racional, es el concepto del *Capital Humano* que argumenta que los individuos observan, dentro de su función de optimización, el costo de oportunidad de delinquir que se ve modificado tanto por sus habilidades como por las oportunidades que existen en su entorno. [Lochner, 2004] Bajo esta teoría, desde el punto de vista de los grupos del crimen organizado estas variaciones en los costos de oportunidad de los individuos impactan en la dificultad de penetración de los grupos del crimen organizado. Así, por ejemplo, en un municipio con niveles altos de desempleo y pocas oportunidades de desarrollo se esperaría que la incorporación de nuevos miembros a los cárteles del narcotráfico sea menos costosa. En esta sección se agrupan distintas variables propuestas como factores estructurales que aumentan o disminuyen los costos de oportunidad observados en cada municipio:

#### 2.1.1. Desigualdad y pobreza

La pobreza <sup>3</sup> y la desigualdad de ingreso han sido utilizadas ampliamente para explicar la violencia y el crimen bajo dos teorías: por un lado, las teorías sociológicas del crimen [Lederman et al., 2002, p. 2] que argumentan que tanto la pobreza como la desigualdad provocan tensión social y ansiedad que llevan a un incremento en la violencia y, por el otro, la perspectiva de costo-beneficio dentro del marco teórico de elección racional donde individuos en situación de pobreza dentro de ambientes desiguales observan una diferencia mayor entre las ganancias por un trabajo legal y la ganancia en actividades delictivas aumentando así sus incentivos a incorporarse al crimen organizado. [Enamorado et al., 2014, p. 4]

Para el caso particular de la violencia ligada al narcotráfico, en una investigación realizada por el Banco Mundial [Enamorado et al., 2014] los investigadores encontraron que un incremento de un punto en el coeficiente de Gini <sup>4</sup> conlleva un aumento de más de 10 homicidios relacionados al

---

<sup>3</sup>En este estudio se utilizará la definición de pobreza multidimensional construida por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social para aquella población con más de una carencia social y cuyo ingreso es menor a la línea de bienestar económico. [CONEVAL, 2010]

<sup>4</sup>“El índice de Gini mide hasta qué punto la distribución del ingreso (o, en algunos casos, el gasto de consumo) entre individuos y hogares dentro de una economía se aleja de una distribución perfectamente equitativa. Una curva de Lorenz muestra los porcentajes acumulados de ingreso recibido total contra la cantidad acumulada de receptores, empezando a partir de la persona o el hogar más pobre. El índice de Gini mide la superficie entre la curva de Lorenz

narcotráfico por cien mil habitantes.

### 2.1.2. Rezago Educativo

Existen varias razones teóricas para argumentar que la educación reduce los niveles de crimen. Por un lado, a causa de la relación educación-ingreso dentro del análisis costo-beneficio un año más de educación en un individuo aumenta el costo de oportunidad de delinquir [Matsueda et al., 2006] lo que debería de disminuir la violencia. Por otro lado, variables educativas como analfabetismo o proporción de población sin primaria se pueden utilizar como un proxy del grado de marginación que posee una localidad en cuestión de servicios públicos, donde a mayor marginación se esperaría un aumento en la violencia bajo la teoría sociológica del crimen.[Lederman et al., 2002, p. 2]

### 2.1.3. Desempleo

A su vez, dentro del contexto de costo-beneficio bajo elección racional, un mayor desempleo ocasionaría una disminución en el costo de oportunidad de delinquir [Raphael and WinterEbmer, 2001]. En este sentido, en localidades con menos oportunidades de trabajo u ocupaciones alternativas más personas buscarán otros medios para solventar sus gastos reduciendo los costos laborales de la industria del narcotráfico.

## 2.2. Perfil de Competencia y Rivalidad

Uno de los supuestos importantes del modelo es la orientación a objetivos y la maximización de utilidades con la que los grupos del crimen organizado toman decisiones, este supuesto ha sido ampliamente estudiado desde distintos puntos de vista como el criminalista [D.Maltz, 1976], el sociológico [D.Maltz, 1976] y el político [Guerrero, 2010].

Esta sección describe las variables estructurales de la industria del narcotráfico como son: las zonas de consumo, producción de narcóticos, laboratorios clandestinos, trasiego —ruta terrestre y puertos marítimos— así como la extracción ilegal de hidrocarburos, actividades de las que el crimen organizado obtiene parte importante de sus ingresos. [Salazar, 2014] Estas variables fueron construidas a nivel municipal, en su mayoría mediante sistemas de información geográfica que permiten incluir información de referencia espacial dentro del análisis estadístico.

Las actividades ilícitas incluidas en esta investigación no son exhaustivas, existen a su vez actividades como el secuestro, el robo y la extorsión de las que los cárteles obtienen ingresos. [Salazar, 2014] Estas variables no se agregan en el análisis por varias razones: por un lado, como se mencionó en la sección 1, estas actividades suelen ser llevadas a cabo por cárteles fraccionados, bandas emergentes con actividad mayoritariamente local o con una estructura más horizontal, elementos que dificultan el análisis de la violencia desde un contexto de elección racional. Por otro lado, se podría argumentar también que actividades como el robo y la extorsión estarían correlacionadas teóricamente con las variables socio-económicas presentadas en la subsección anterior lo que llevaría a un problema de endogeneidad.

---

y una línea hipotética de equidad absoluta, expresada como porcentaje de la superficie máxima debajo de la línea. Así, un índice de Gini de 0 representa una equidad perfecta, mientras que un índice de 100 representa una inequidad perfecta.” [Mundial, 2016]

### 2.2.1. Zonas de Cultivo de Narcóticos

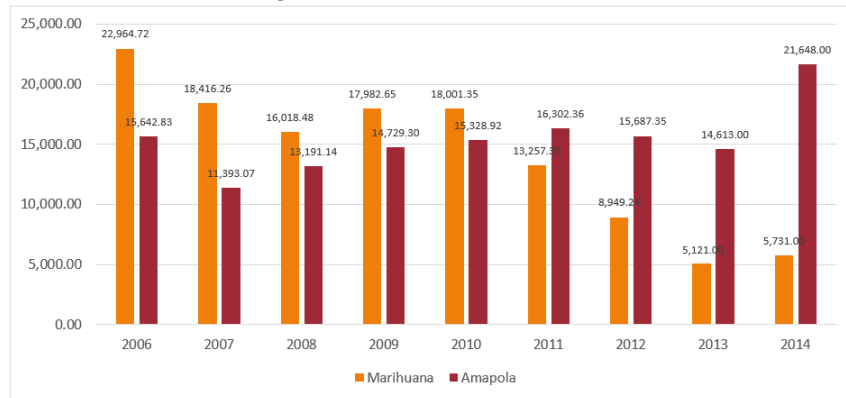
La relación entre los niveles de violencia y la producción de cultivos ilícitos, ya sea por la competencia entre distintos grupos o por la simple presencia de los cárteles, es algo que no ha sido investigado a profundidad para el caso Mexicano y, sin embargo, es un tema fundamental en la estrategia que ha empleado el gobierno para combatir el narcotráfico desde la oferta. Sobre este tema Oeindrila Dubey, Omar García-Ponce y Kevin Thom analizan el efecto indirecto del aumento de la producción de marihuana y amapola, ocasionado por disminuciones en el precio internacional del maíz, en el aumento de las tasas de homicidio para los municipios, demostrando un efecto de causalidad entre la producción de enervantes y la violencia. [Dubey et al., 2014]

En nuestro país se cultiva principalmente marihuana y amapola —materia prima del opio y la heroína— [Soberanes, 2012]. La estadística principal para darle seguimiento a la producción de enervantes en el país son los datos de erradicación notificados por la SEDENA. Durante el periodo de estudio (2007-2010) el reconocimiento y localización de plantíos se realizó mediante operaciones aéreas por lo que puede presentar sesgos en las áreas y temporadas con menor despliegues de reconocimiento. En los últimos años, la SEDENA reportó haber iniciado una modernización de sus prácticas comprando tecnología de punta en sistemas de teledetección, firmas espectrales e imágenes satelitales, lo que disminuirá el riesgo de sesgo de captación. [Soberanes, 2012]

#### 2.2.1.1 Marihuana

La Organización de las Naciones Unidas ubica a México junto a Afganistán como segundo lugar en producción de Cannabis en el mundo [Martínez, 2013], ambos países con 12 mil hectáreas de marihuana cultivada para el 2011. Sin embargo, la producción de marihuana ha ido disminuyendo de forma importante desde el 2010, para el 2014 la SEDENA publicó que fueron erradicadas 5,731 hectáreas, lo que representa poco más del 30 por ciento de lo que se erradicó durante el 2010 [ver figura 1]. Según analistas esto se debe a una contracción de la demanda de marihuana mexicana en el mercado estadounidense en donde a partir de la legalización de su consumo medicinal y recreativo se ha comenzado a sustituir con marihuana hidropónica cultivada en Estados Unidos y Canadá que presenta mayores porcentajes del principio activo THC, variedades que incluso se han comenzado a vender en la ciudad de México. [Chaparro, 2015]

Figura 1: Hectareas Erradicadas



Construcción propia con datos de SEDENA y Procuraduría General de la República  
[Secretaría de la Defensa Nacional, 2015]

### 2.2.1.2 Opio y heroína

Según estadísticas liberadas por la Secretaría de la Defensa Nacional durante el 2014 se erradicaron alrededor de 21,648 hectáreas de amapola [Secretaría de la Defensa Nacional, 2015] concentradas en los estados de Guerrero —en donde se produce casi el 60 por ciento— [Castillo, 2015], Nayarit, Durango y Colima. Como se puede observar en la figura 1 partir del 2011 la erradicación de amapola superó a la de marihuana y la tendencia a la alta se ha mantenido. Por su parte, la exportación de heroína, originada a partir de la amapola, también se ha incrementado de forma alarmante haciendo a México el primer exportador a los Estados Unidos [Esquivel, 2015] donde del 2009 a 2013 los decomisos de heroína en la frontera con México han aumentado un 324 por ciento. [White House, 2015]

### 2.2.2. Consumo de Narcóticos

En los últimos años México ha dejado de ser un país únicamente de tránsito para pasar a ser un consumidor de narcóticos. Del 2002 al 2011 el consumo de drogas ilegales se duplicó al pasar de 0.8 a 1.5 por ciento entre personas de 12 a 65 años de edad. [DEA, 2011]

En cuanto al valor de mercado de consumo en México no existen cifras oficiales actualizadas. La última estimación mencionada por un servidor público fue en el 2010, cuando el subsecretario de Prevención, Vinculación y Derechos Humanos de la Secretaría de Seguridad Pública estimó que el narcomenudeo en México generaba ganancias de 13 mil millones de pesos al año [Proceso, 2010], esto es cercano a lo estimado en el 2012 por el investigador Alejandro Hope quien llegó a una suma parecida cruzando las cifras del testimonio de un jefe regional en Veracruz y la Encuesta Nacional de Adicciones 2008. [Hope, 2012] En el mismo estudio Alejandro Hope aproximó el valor del mercado de cocaína en 7,811 millones de pesos, estimando que el mercado de éste narcótico representaba el 60 por ciento de los ingresos del narcotráfico en el suelo nacional.

Incluir el mercado de consumo de narcóticos en el análisis empírico resulta una tarea compleja ya que no se tienen mediciones a nivel municipal sobre las dimensiones del mercado interno de

drogas. Siguiendo lo propuesto por la doctora Viridiana Ríos [Ríos, 2012] se utilizó como proxy del tamaño de mercado de consumo los ingresos hospitalarios por sobredosis, reportados en el Sistema automatizado de egresos hospitalarios —SAEH—, que registra aquellos pacientes que ocuparon una cama censable tanto en hospitales generales como especializados a causa de sobredosis por el consumo de narcóticos (marihuana, opiáceos o cocaína).

El uso de esta variable como proxy no es del todo apropiado ya que supondría que la sobredosis se distribuye de forma proporcional al consumo, sin embargo el consumo irresponsable puede estar relacionado a una falta de información y no a mayor consumo de la droga en el municipio. En el caso específico del consumo de marihuana, la variable presenta aún más problemas ya que la intoxicación por el uso de este narcótico —sin combinarlo con otras drogas— es poco común y los casos de sobredosis letal son prácticamente imposibles [National Cancer Institute, ] por esta razón es importante la creación de mejores estadísticos que permitan analizar el mercado de narcóticos a nivel municipal tanto de cantidades como de precios.

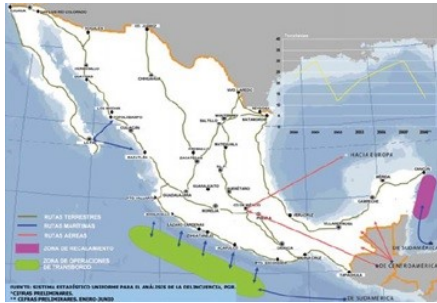
### 2.2.3. Cercanía a la Ruta

Bajo el contexto de elección racional, la proximidad de un municipio a la ruta impactaría en el beneficio esperado de su control por parte de los cárteles del narcotráfico aumentando su valor y el nivel esperado de violencia. Por esta razón se esperaría que municipios que se encuentren cerca de la ruta de tráfico tengan una mayor violencia que aquellos que no. Las rutas del narcotráfico no son nunca permanentes, son patrones vivos en continua modificación que responden también a incentivos y disuasión. El ejemplo más claro de este fenómeno es la ruta del Caribe. De los años 70 hasta finales de los años 80 la ruta Colombia-Caribe-Florida concentraba casi la totalidad del tráfico de cocaína hacia Estados Unidos, a partir de los años 90 Estados Unidos, en coordinación con Colombia, aumentó la vigilancia y dismanteló los cárteles en la zona de la Florida, esto trasladó el tráfico hacia las rutas de océano Pacífico y Centroamérica aumentando la rentabilidad de los cárteles mexicanos. La Organización de los Estados Americanos detalla que actualmente 84 por ciento de la cocaína destinada a los Estados Unidos pasa por Centroamérica y México [Organization of American States, 2013], principalmente siguiendo el corredor Colombia-Pacífico-México-Estados Unidos— donde se realizaron casi dos tercios de los decomisos en alta mar. Sin embargo, en los últimos años las rutas del Caribe están renaciendo. [AP, 2015]

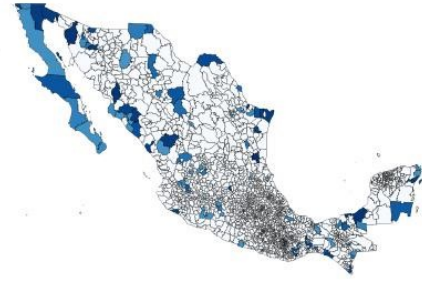
Para este estudio, se efectuó una investigación sobre la información oficial publicada del 2007 al 2010 sobre las rutas utilizadas para el tráfico de cocaína. Tomando como base lo publicado en el “Programa Nacional para el Control de las Drogas” [Procuraduría General de la República, 2002, p. 46], junto con información georreferenciada, por municipio, de la ubicación de los cruces fronterizos, carreteras federales y estatales —tanto libres como de cuota— se construyó, con herramientas de información geográfica (SIG), una red de transporte de la cocaína que concuerda con las estadísticas de decomisos para el mismo periodo.



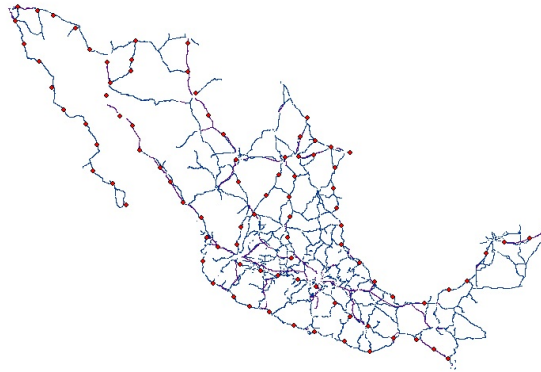
Figura 2: Creación de Red de Transporte de Narcóticos



(a) Comportamiento del tráfico de Cocaína



(b) Decomisos de Cocaína Fuente: [Castillo et al., 2013]



(c) Red de Transporte Resultante

Construcción propia con base en Programa Nacional para el control de Drogas  
[Procuraduría General de la República, 2002]

#### 2.2.4. Exportación de Drogas

Daniel Mejía, Pascual Restrepo y Juan Camilo Castillo en “Illegal Drug Markets and Violence in México” [Castillo et al., 2013], utilizando la interacción entre la incautación de cocaína en Colombia y una medida geográfica de cercanía a la frontera, instrumentan el efecto del tráfico de drogas en la violencia encontrando que el aumento en las incautaciones de cocaína en Colombia provocaron un aumento de 37 por ciento en la tasa de homicidios en municipios cercanos a la frontera México-Estados Unidos. Esto concuerda con la importancia estratégica de estas zonas que ante variaciones en el precio del narcótico se vuelven más o menos competidas.

A pesar de que el consumo en México ha crecido de forma importante, el mercado nacional sigue siendo relativamente pequeño. Para analizar el tamaño y la importancia de un mercado ilegal se usan dos aproximaciones, la primera de lado de la oferta mediante estadísticas de erradicación, producción e incautaciones y la segunda del lado de la demanda mediante encuestas de consumo. Ambas estimaciones pueden sufrir de sesgos importantes por lo que deben de emplearse con precaución. En

el estudio “What America’s Users Spend on Illegal Drugs: 2000-2010” [RAND Corporation, 2014] preparado para la Oficina de Política Nacional de Control de Drogas de la casa blanca, la organización RAND estima que en Estados Unidos se gasta alrededor de 100 billones de dolares anuales en el mercado menudista de los principales narcóticos —cocaína, heroína, marihuana y metanfetaminas—, esta cifra se ha mantenido estable por casi una década, presentado sin embargo cambios importantes en su composición. Un ejemplo de esto es el aumento de consumo de marihuana que del 2002 al 2010 se incrementó en casi un 40 por ciento y la disminución del consumo de cocaína que durante el mismo periodo disminuyó en casi un 50 por ciento.

Según lo publicado por la corporación RAND, tomando en cuenta la pureza por kilogramo, los pasos intermedios de la cadena de mayoristas en territorio estadounidense y la cantidad de droga que se estima proviene de México los ingresos brutos anuales de los cárteles mexicanos por la exportación ilegal de **marihuana** y su venta a mayoristas en los Estados Unidos se encuentra entre 1.1 y 2 mil millones de dolares, para la de **heroína** 964 millones y por su parte, la ganancia bruta generada por la venta de **cocaína** fue estimada en 3.4 billones de dólares haciendo a este producto el más importante en su cadena de distribución. [RAND Corporation, 2010] Esto es contrario a algunas estimaciones presentadas por el gobierno estadounidense y medios de comunicación que reportaron que casi el 60 por ciento de los ingresos de estos grupos eran por la exportación de marihuana (The White House, 2006), la corporación RAND argumenta que este número no tiene sustento empírico y estima que el porcentaje real está entre 15 y 26 por ciento. [RAND Corporation, 2010]

Tomando las estimaciones de la corporación RAND, las ganancias de los cárteles mexicanos por exportación de droga a Estados Unidos ascienden a los 7 mil millones de dólares, esto es más de 10 veces el estimado para el valor del mercado nacional. [RAND Corporation, 2010]

Cuadro 1: Gasto en Estados Unidos por compra al menudeo de drogas ilícitas 2000-2010 —En mil millones de dólares—

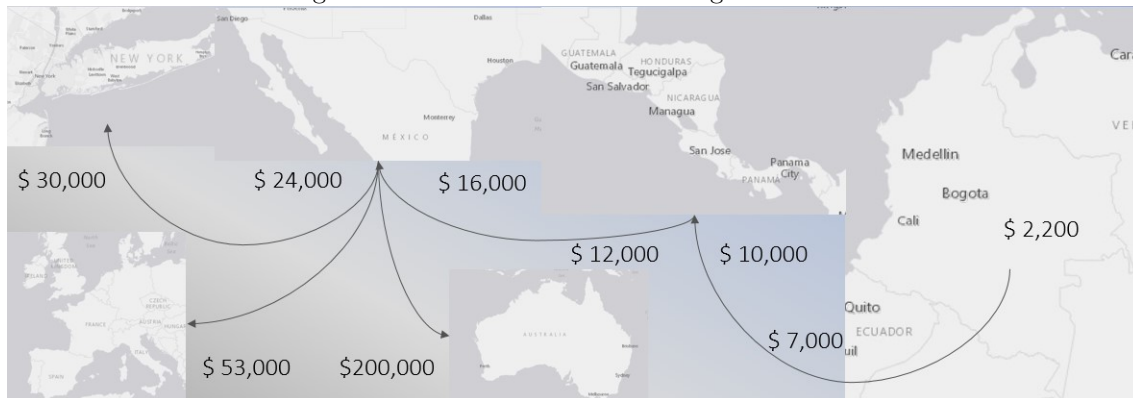
Droga	Variación en el Gasto en Narcóticos - Estados Unidos-											Global	Ganancias Cárteles
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	(UNODC)	(RAND)
Cocaína	55	49	45	43	44	44	43	39	34	31	28	85	3.4
Heroína	23	23	22	23	23	22	21	21	23	26	27	55	1.1 <sub>b</sub>
Marihuana	22	24	30	30	31	30	30	30	32	35	41	141	2
Metanfetaminas	8	11	15	17	20	23	22	20	16	15	13	28*	0.6
TOTAL	108	107	112	113	118	119	116	110	105	107	109	309 <sub>a</sub>	7

Fuente: ([RAND Corporation, 2010, ONU-UNODC, 2013]; \* [Organization of American States, 2013]); <sub>a</sub>La estimación más reciente de la ONU reporta un valor de 320 billones de dólares para el mercado mundial de drogas ilícitas.[ONU-UNODC, 2013]; <sub>b</sub> ingresos a cárteles mexicanos por heroína mexicana y colombiana

Uno de los fenómenos a observar más interesantes del trasiego de drogas es el incremento de forma gradual de los narcóticos en toda la cadena de transporte [ver figura 6]. Según estimaciones de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, un granjero colombiano recibe 1.3 dólares en promedio como pago por 1 kg de hoja de coca, para producir la pasta base de hidro-cloruro de cocaína se requieren entre 450 y 600 kilos de hoja de coca, por lo que el costo bruto por 1 kilo de base de cocaína oscila entre los 585 y los 780 dolares [ONU-UNODC, 2012]. De acuerdo a datos de la policía nacional colombiana la cocaína se puede comprar por 2,200 dolares el kilogramo en el interior de la selva colombiana, entre 5,000 y 7,000 dolares en los puertos. Su precio va aumentando a medida que se aleja de las zonas de producción y se acerca a los mercados de consumo, en centroamérica la cocaína alcanza un precio de 10,000 dolares el kilogramo y ya en

México, en los estados del sur el mismo kilogramo asciende a 12,000 dólares. Una vez que cruza todo el territorio nacional la cocaína alcanza un precio de 16,000 en los municipios cercanos a la frontera, el aumento de precio más significativo se da en el cruce de la frontera con los Estados Unidos, en donde el kilogramo ya alcanza los 24,000 dólares y ese mismo kilogramo puede llegar a costar 30,000 en Nueva York. Los precios son aún más altos en Europa estando entre 53,000 y 55,000 dólares por kilogramo y 130 a 185 dólares el gramo, los precios son aún más altos en Australia en donde el kilogramo tiene un valor de 200,000 y el gramo puede rebasar los 250 dólares. [ONU-UNODC, 2012]

Figura 3: Precio en Dólares de un Kg de Cocaína



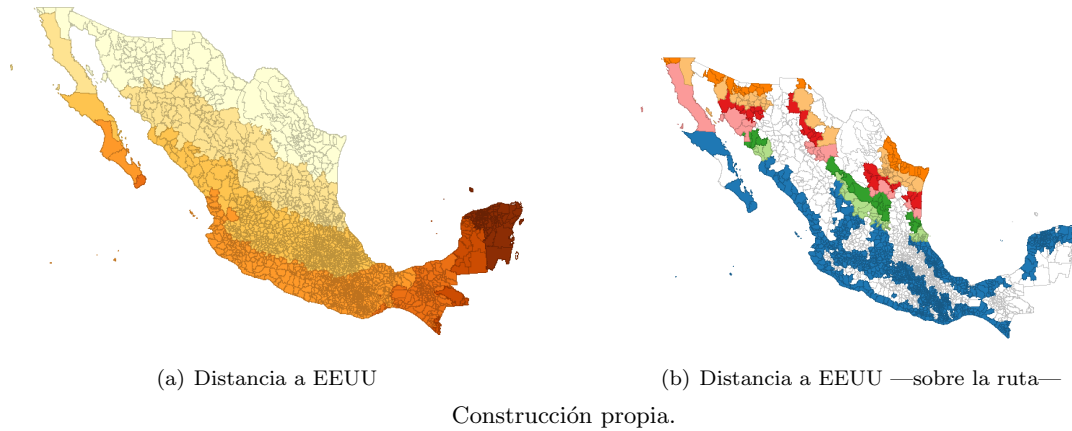
Construcción propia, Fuente: UNODC World Drug [ONU-UNODC, 2012]

Este precio diferenciado no es exclusivo para la cocaína, un cigarro de marihuana en Estados Unidos vale entre 10 y 15 dólares, en México entre 10 y 15 pesos. El costo de una anfetamina en Estados Unidos es de 20 dólares, en México 30 pesos. La heroína en México cuesta de 250 a 300 pesos, en Estados Unidos se duplica su precio. Esta diferenciación de precio no es, por supuesto, solo el costo de producción, transporte y distribución del producto sino refleja tanto la compensación extra exigida por el oferente por el riesgo de captura, el nivel de concentración del mercado y la disposición del consumidor a pagar precios elevados.

Para parametrizar esta variable, la distancia a la frontera se construyó utilizando un algoritmo de minimización de distancias que calcula los kilómetros que existen de la frontera al centro de cada uno de los municipios. Bajo el contexto de costo-beneficio se espera que a medida que los municipios se encuentren más cercanos a las zonas de cruce con Estados Unidos el valor relativo del control del municipio por parte de los cárteles del narcotráfico será cada vez mayor. Esta variable presenta una relación estrecha con la variable construida de la ruta de tráfico de drogas ya que municipios que se encuentren en la ruta serán más valiosos a medida que se acerquen a la frontera.

Adicionalmente se construyó la variable de cercanía a la frontera desagregada por grupos de 100 km mutuamente excluyentes para controlar por municipios lejanos, pues no hay razón teórica para que la violencia, presente en municipios muy lejanos a la frontera, tenga relación alguna con la cercanía a Estados Unidos. Los primeros 4 grupos definen a los municipios separándolos cada 100 kilómetros, el quinto agrupa a todos los municipios que se encuentran a más de 400 kilómetros de distancia como grupo de control.

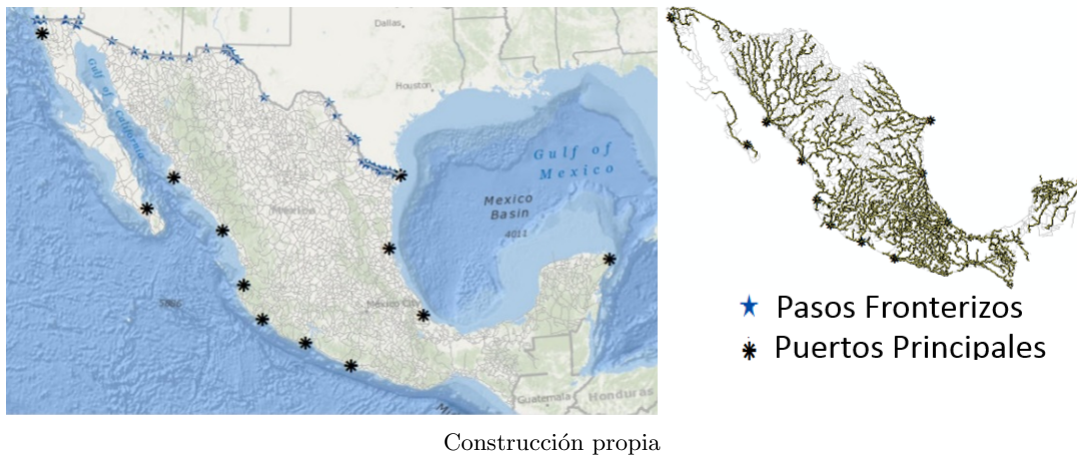
Figura 4: Cercanía a Estados Unidos



### 2.2.5. Puertos

Para la parametrización de los principales puertos utilizados por el narcotráfico se realizó una investigación identificando la presencia de organizaciones criminales para el trasiego de droga [Pérez, 2014]. Con esta información y el marco de rutas presentado en la figura 2 se generó mediante herramientas de información geográfica una variable que mide, en kilómetros, la distancia sobre las carreteras desde el centro de cada municipio al puerto más cercano.

Figura 5: Construcción de Variable Cercanía a Puertos y Frontera



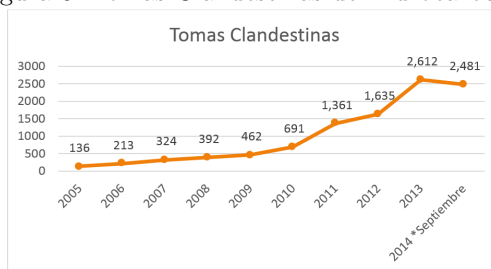
Aunque se han registrado llegadas de narcóticos mediante pequeños barcos a lo largo de toda la costa sin que necesariamente haya un puerto en el municipio, no debería, teóricamente, implicar una competencia violenta entre los cárteles, ya que este bien sería ilimitado por su extensión. En cambio, los puertos de cabotaje y altura mexicanos proveen a los grupos del crimen organizado

de instalaciones capaces de recibir buques de carga y navíos porta contenedores donde es más fácil esconder la droga y provee de infraestructura suficiente para la importación de precursores químicos [Angel, 2012] exportación de narcóticos u otros artículos ilegales (eg. hierro ilegal exportado a China por los Caballeros Templarios) a África y Europa [Pérez, 2014] justificando niveles altos de competencia [Redacción, 2014].

### 2.2.6. Robo de Hidrocarburos

El robo de hidrocarburos en México no es un negocio nuevo, en 1988 se dieron los primeros despidos de técnicos por la extracción ilegal del hidrocarburo. [Pérez, 2011, p. 149] Sin embargo, fue a partir del 2006 cuando los grupos del narcotráfico penetraron con un mayor nivel de coordinación al robo y distribución del hidrocarburo robado.[Pérez, 2011] A partir de esa fecha el número de averiguaciones previas por extracción de hidrocarburos y la detección de tomas clandestinas se ha incrementado de manera importante.

Figura 6: Tomas Clandestinas de Hidrocarburos



Construcción propia, Fuente: PEMEX

De acuerdo con un documento emitido por PEMEX el monto estimado de pérdidas económicas por tomas clandestinas y robos a ductos del 2013 sobrepasan los 6 mil quinientos millones de pesos pero esto solo corresponde a montos erogados por trabajos de reparación del ducto, atención a emergencias y contingencias ambientales. En abril del 2014, el Secretario de Energía, Pedro Joaquín Coldwell, reconoció que el robo a los oleoductos y gasoductos de la paraestatal representa una pérdida anual de cerca de 5 mil millones de dólares. Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Sinaloa reúnen el 70 por ciento del robo de hidrocarburos del país donde “poco ha servido la labor de la gerencia de servicios de seguridad física de Pemex y la participación de la Secretaría de la Defensa Nacional , así como los diferentes programas que se han utilizado, como el rastreo perimetral de auto tanques, el sistema de control y adquisición de datos (Scada), el Sistema Integral de Medición y Control de Operación de Terminales (Simcot), la medición en línea; el celaje aéreo, el Diablo espesor cero y el uso de circuito cerrado de televisión, entre otros.” [Rodríguez, 2014]

## 2.3. Perfil de Violencia e Impunidad

Siguiendo la justificación teórica planteada en el capítulo 1, se identificaron dos fuentes principales de información con la que los tomadores de decisiones a nivel colectivo actualizan sus percepciones de riesgo: (1) La primera es la percepción de impunidad, basada en experiencias delictivas

pasadas, arrestos o evasión de la justicia en el municipio y en municipios vecinos y (2) los niveles de violencia en el periodo anterior.

En diversos estudios la aproximación al sentimiento de impunidad se realiza mediante cuestionarios auto reportados por individuos que han tenido algún antecedente criminal o que están en ese momento en la cárcel [Klepper and Nagin, 1989], ya que en México no tenemos una medida parecida, estudios como el presentado por Osorio [Osorio, 2012] utilizan el número total de arrestos, procesados por delitos y decomisos de droga para aproximar municipios en donde hay una mayor actividad de la fuerza pública, que llevaría teóricamente a mayores niveles de disuasión. Sin embargo, esto puede capturar municipios con altos niveles de incidencia delictiva pero en donde la captura relativa es menor. Oeindrila et al. [Dubey et al., 2014] por su parte, propone una variable de proximidad geográfica a las estaciones de policía para aproximar el nivel esperado de reforzamiento, en México la impunidad no siempre se debe a falta de elementos de la fuerza pública sino a una falta de eficiencia o permisividad al comportamiento delictivo. Por esta razón, para aproximarnos de forma indirecta a esta medida, se utilizará una variable de “eficacia” de operación del sistema judicial en tema de homicidios construida como el ratio entre sentenciados por homicidios y procesados. A nivel federal, el porcentaje de internos sin condena ha ido en aumento pasando de 28.1 por ciento en 1998 a 50.2 por ciento para el 2013 [Solís et al., 2012, p. 26]. Así en municipios con ratios cercanos a cero, en donde tenemos una cantidad desproporcionada de procesados por homicidio frente a los sentenciados observamos a aquellos municipios con una menor eficacia en el proceso penal y a su vez esperaríamos que en municipios con niveles de eficacia cercanos a uno se observe un efecto disuasivo en la violencia. Ésta especificación no está, por supuesto, exenta de problemas: por un lado, presenta un posible problema de endogeneidad ya que los niveles de violencia en un municipio causan que haya mayor o menor nivel de procesados y sentenciados en términos absolutos, por esta razón para este trabajo se utilizaron únicamente las variables rezagadas del año inmediato anterior; por otro lado, la variable puede describir otro tipo de fenómenos: por ejemplo, municipios con procesos de sentencia muy rápida podrían ser señal tanto de corrupción como de poco cuidado en el proceso penal ya que, en ocasiones, el número de encarcelamientos se utiliza como indicadores de efectividad [Solís et al., 2012, p. 20] creando incentivos a inflar las estadísticas. Otro factor que se debe tomar en cuenta es que en México el 93 por ciento de los delitos quedan impunes [Zúñiga, 2014], al no existir proceso penal es posible que municipios con violencia relacionada con el narcotráfico reciban calificaciones que no describan su situación real.

En resumen, la teoría de la disuasión de la certeza de castigo sostiene que la decisión de cometer crímenes instrumentales es susceptible de reaccionar a incentivos y procesos disuasivos, bajo esta teoría entre los costos percibidos se debe de incluir el riesgo de castigo pues este juega un papel importante en la toma de decisiones del agente. [Matsueda et al., 2006] Se establece entonces que la percepción de riesgo de castigo está relacionada con lo observado en el periodo anterior y lo observado en los municipios cercanos  $Riesgodecastigo_t(Riesgodecastigo_{t-1}, Riesgodecastigo_{t-1} \text{vecinos})$ . Para incluir esto en nuestra especificación econométrica se construyó una matriz de contigüidad espacial, donde municipios que comparten frontera física son considerados vecinos. Con esta matriz se obtuvo el valor promedio de ambas medidas entre todos los municipios considerados ‘vecinos’ para cada uno de ellos.

Cuadro 2: Variables Construidas por Perfil y Efecto Esperado— Base de Datos Anual, Nivel Municipal

Costo de Oportunidad				
Variable	Descripción	Fuente	Tipo Atributo	Efecto esperado en la violencia
Índice de Marginación	Índice de marginación a nivel municipal	CONAPO 2010	Continuo	Incremento
Pobreza	Nivel de pobreza municipal	CONEVAL 2010	Continuo	Incremento
Coefficiente Gini	Desigualdad	CONEVAL 2010	Continuo	Incremento
Proporción de población sin empleo a nivel municipal	Desempleo	INEGI 2010	Continuo	Incremento
Promedio años de educación	Promedio Educativo	INEGI 2010	Continuo	Disminución
Proporción de población sin primaria	Proporción de la población mayor a 15 años sin primaria	INEGI 2010	Continuo	Incremento
Ln(PIB)	Logaritmo de PIB municipal per cápita quinquenal	INEGI 2010	Continuo	Variable de Control
Competencia y Rivalidad				
Variable	Descripción	Fuente	Tipo Atributo	Efecto esperado en la violencia
Erradicación marihuana	Hectáreas erradicadas de marihuana —Nivel municipal, anual—	SEDENA 2007-2010	Continuo	Incremento
Erradicación Amapola	Hectáreas erradicadas de Amapola —Nivel municipal, anual—	SEDENA 2007-2010	Continuo	Incremento
Ingresos H. Cocaína	Ingresos Hospitalarios por sobredosis de Cocaína	Sistema automatizado de egresos hospitalarios SAEH 2007-2010	Discreta	Incremento
Ingresos H. Opiáceos	Ingresos Hospitalarios por sobredosis de Opio y derivados	Sistema automatizado de egresos hospitalarios SAEH 2007-2010	Discreta	Incremento
Ingresos H. marihuana	Ingresos Hospitalarios por sobredosis de marihuana	Sistema automatizado de egresos hospitalarios SAEH 2007-2010	Discreta	Incremento
Laboratorios Clandestinos	Número de Laboratorios localizados y desmantelados	SEDENA 2007-2010	Discreta	Incremento
Cercanía Ruta	Cercanía a Ruta de Cocaína Si el municipio se encuentra a < 100 km a la ruta de cocaína.	Construcción Propia mediante Sistemas de Información Geográfica	Dicotómica	Incremento
Km a la frontera	Distancia en kilómetros a la frontera con Estados Unidos	Construcción Propia mediante Sistemas de Información Geográfica	Continuo	Disminución
Conjunto de Variables: Frontera1 Frontera2 Frontera3 Frontera4 Frontera5	Distancia a la Frontera <= 100km > 100& <= 200km > 200& <= 300km > 300& <= 400km > 400km	Construcción Propia mediante Sistemas de Información Geográfica	Dicotómica	(Entre más lejos - menos violencia) Incremento Mayor violencia para municipios más cercanos a la frontera
Violencia e Impunidad				
Variable	Descripción	Fuente	Tipo Atributo	Efecto esperado en la violencia
Eficacia del sistema judicial $t_{-1}$	Ratio entre Sentenciados por Homicidios y Procesados durante el año anterior.	Estadísticas Judiciales en Materia Penal INEGI —Municipal—	Continua	Disminución
Eficacia del sistema judicial $t_{-1}$ —Vecinos—	Ratio entre Sentenciados por Homicidio y Procesados durante el año anterior —Vecinos—.	Estadísticas Judiciales en Materia Penal INEGI —Municipal—	Continua	Disminución
Tasa de Homicidios por Rivalidad $t_{-1}$	Tasa de homicidios por rivalidad durante el año anterior.	Base de datos de fallecimientos por presunta rivalidad delincriminal	Continua	Incremento
Tasa de Homicidios por Rivalidad $t_{-1}$ —Vecinos—	Promedio de tasa de homicidios por rivalidad en municipios vecinos durante el año anterior.	Base de datos de fallecimientos por presunta rivalidad delincriminal	Continua	Incremento

Construcción propia

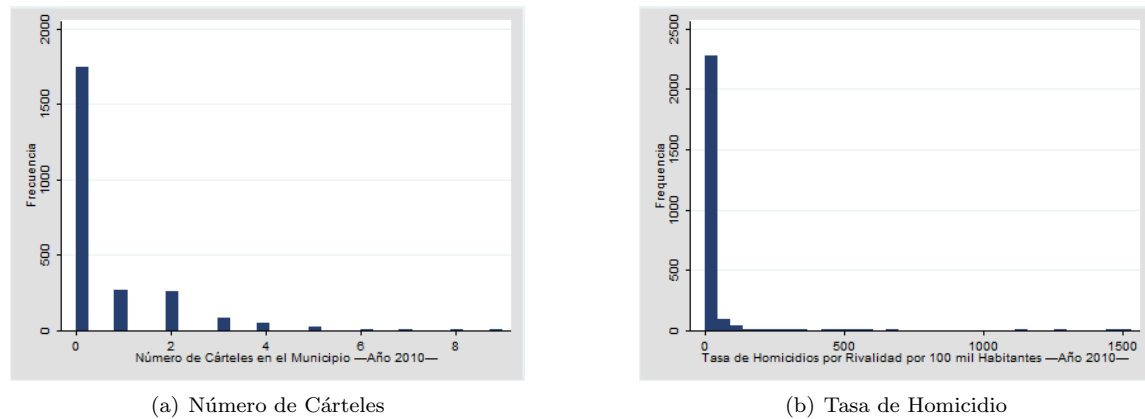
### 3. Análisis Econométrico:

A causa de la dificultad intrínseca para obtener los datos actualizados de variables como homicidios relacionados con el narcotráfico, desarticulación de laboratorios clandestinos y presencia de cárteles por municipio se estableció como periodo de estudio del año 2007 al 2010. La primera parte de esta sección describe las especificaciones estadísticas utilizadas en los principales modelos econométricos de este trabajo, justificando el uso de regresiones de tipo Poisson para datos de conteo y el uso del concepto de regresiones espaciales. La segunda parte analiza la relación tripartita entre la infraestructura <sup>5</sup>, la competencia y la violencia relacionada con el crimen organizado. Se presentan los resultados de las especificaciones propuestas y, con la evidencia observada, se analizan los principales resultados.

#### 3.1. Modelos de Conteo para Datos Panel

Se utilizan dos variables dependientes. Primero la tasa de homicidios por cien mil habitantes, obtenida de la base de datos de fallecimientos por presunta rivalidad delincuencial [INAI, 2010] <sup>6</sup> con la que se analizó la relación entre los atributos municipales y la violencia. La segunda variable dependiente, utilizada como un proxy de competencia, es el número de cárteles en cada municipio. Esta variable fue construida mediante técnicas de web scraping a periódicos y blogs por Coscia y Ríos (2012) [Ríos and Coscia, 2012]

Figura 7: Distribución de las principales variables dependientes



Construcción propia con datos de homicidios relacionados con el narcotráfico [INAI, 2010].

Debido a que, además de ser no negativos, la distribución observada tanto de la tasa de homicidios por rivalidad como del conteo de cárteles en los municipios muestra un claro sesgo a derecha [Figura: 11] la regresión de mínimos cuadrados ordinarios resulta inapropiada. La literatura aconseja el uso de regresiones Poisson [Cameron and Trivedi, 2013] que son una variación del modelo

<sup>5</sup>Entendida como el “conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera” [RAE, 2014]

<sup>6</sup>Para mayor información sobre la fuente y construcción de las variables referirse a la sección anterior “Construcción y Justificación de Base de Datos”



lineal generalizado, ampliamente utilizado para modelar problemas de conteo de eventos inusuales. Se tiene que tomar en cuenta que la regresión Poisson asume que el valor de la varianza es igual al valor de la media, esto no se cumple para la tasa de homicidios por rivalidad que muestra hiperdispersión, por esta razón las regresiones que utilizan como variable dependiente la tasa de homicidios relacionados con el narcotráfico se realizaron con una especificación de varianza no estructurada como la empleada con los mismos fines por Osorio (2014) [Osorio, 2014] que al no imponer una restricción, cada elemento de la matriz de covarianzas se calcula de forma independiente, esta especificación se recomienda cuando se tiene una base de datos panel balanceada y cuando el periodo de observación es corto pues de otra forma la matriz crece rápidamente y la estimación se vuelve inestable. [Fitzmaurice et al., , p. 166]

Uno de los problemas que se puede tener con esta especificación se da en la existencia de efectos temporales en el modelo, según la bibliografía [Cameron and Trivedi, 2013, p.13] la inclusión de valores retrasados de la variable  $y_{it}$  es suficiente para controlar la correlación temporal, de forma que no es necesario incluir una especificación de efectos individuales.

### 3.2. Efectos de Correlación y Heterogeneidad Espacial

En la literatura se identifican principalmente dos tipos de fenómenos conceptualizados como efectos espaciales: la *dependencia espacial* y la *heterogeneidad*, en las aproximaciones econométricas clásicas el no tomar en cuenta estos dos fenómenos podría llevarnos a problemas estadísticos ya que violan los supuestos de Gauss-Markov de homocedasticidad e independencia.

La **heterogeneidad espacial** indica la ausencia de estabilidad en el espacio, donde un fenómeno varía con su localización geográfica, de tal forma que se puede tener diferentes distribuciones (media, varianza u otros parámetros) en un subgrupo espacial de los datos o bien, simplemente cambiar con la ubicación de las unidades. [Anselin, 1992] Este concepto describe la mayor parte de las variables que conforman el *perfil de competencia y rivalidad* donde, por ejemplo, municipios que se encuentran cerca de la ruta de la cocaína presentan una diferencia estadísticamente significativa frente a aquellos que no tienen este atributo geográfico, dando pie a la heterogeneidad espacial. La Heterogeneidad Espacial viola el supuesto la existencia de una sola relación lineal a lo largo de observaciones de una muestra de datos, lo cual evidencia problemas de heteroscedasticidad. Sin embargo, la econometría ofrece distintos métodos para solucionar estos problemas como lo son: especificar una matriz de covarianzas distinta o los modelos de efectos fijos que controlan por estos efectos invariantes en el tiempo.

Por otra parte Upton y Fingleton definen a la **dependencia espacial** como la “propiedad de un conjunto de datos situados en un mapa geográfico que muestran un patrón de organización” [Upton and Fingleton, 1985] lo que significa que la dependencia espacial se presenta cuando una variable tiende a asumir valores similares en unidades geográficamente cercanas dando lugar al surgimiento de conglomerados. Este fenómeno viola el supuesto de independencia de las variables lo que no tiene una solución econométrica inmediata.

Para controlar por la correlación espacial que presenta la variable dependiente se agrega a los modelos especificaciones de retraso de la forma  $\sum_j w_{ij}x_j$  donde  $x_j$  es la observación  $x$  del municipio  $j$  y  $w_{ij}$  es una matriz de contigüidad que señala qué municipios son vecinos entre ellos, de forma que se pueda construir el valor promedio que presentan los vecinos del municipio  $j$  para la variable  $x$ . Este trabajo toma como medida de vecindad el tipo “Queen” de orden 1, donde aquellos municipios que comparten frontera física son considerados vecinos, como lo presenta la figura 8. Con esta matriz obtenemos un vector de tamaño 2456 con el valor promedio de la variable entre los municipios

vecinos para cada observación  $W_N x_j$ . [Anselin, 1992]

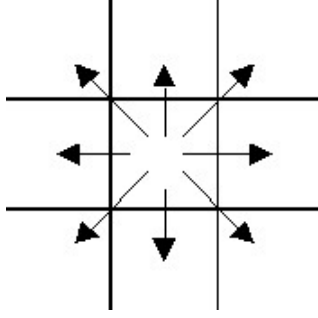


Figura 8: contigüidad tipo “Queen”

Incorporando estas variables a la especificación se obtiene un modelo conocido como: *dynamic time-space recursive model* [Anselin et al., 2008]

$$y_t = \phi y_{t-1} + \gamma W_N y_{t-1} + X_t \beta + \varepsilon_t \quad (1)$$

### 3.3. Confrontación de Hipótesis

El cuadro 3 presenta diferentes combinaciones de variables. Con el objetivo de demostrar la robustez e independencia de los estimadores se presentan los modelos con las categorías separadas, sin embargo es la última regresión la que integra la especificación más completa. Para facilitar la lectura en los términos deseados y la discusión de los coeficientes se ordenan las variables por sus categorías.

Cuadro 3: Parametrización de la violencia - Regresión Poisson Covarianza no estructurada

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Tasa Homicidios Relacionados	Tasa Homicidios Relacionados	Tasa Homicidios Relacionados	Tasa Homicidios Relacionados	Tasa Homicidios Relacionados
Log(PIB)	1.550*** (0.0204)			0.813*** (0.0198)	0.502*** (0.0196)
Índice de Marginación	-0.0583*** (0.00123)			-0.0135*** (0.00127)	-0.0237*** (0.00126)
Nivel de Pobreza	-0.00991*** (0.000255)			-0.00750*** (0.000261)	-0.00906*** (0.000256)
Coefficiente de GINI	7.301*** (0.129)			5.705*** (0.123)	5.686*** (0.120)
Proporción de Población sin Empleo	16.11*** (0.305)			11.41*** (0.296)	5.781*** (0.324)
Promedio Años de Educación	-0.472*** (0.00970)			-0.234*** (0.0104)	-0.214*** (0.0103)
Proporción Población sin Primaria	4.281*** (0.122)			3.051*** (0.124)	2.915*** (0.124)
Número de Tomas Clandestinas de Hidrocarburos		-0.00648*** (0.00224)		0.00164 (0.00226)	-0.0156*** (0.00255)
Laboratorios Clandestinos		0.0862*** (0.00346)		0.0801*** (0.00337)	0.0866*** (0.00342)
Erradicación de Marihuana		0.000315*** (1.70e-05)		0.000276*** (1.70e-05)	0.000237*** (1.79e-05)
Erradicación de Amapola		0.00138*** (3.47e-05)		0.00146*** (3.62e-05)	0.00140*** (3.57e-05)
Ingresos H. Marihuana		-0.0174*** (0.00556)		-0.0117*** (0.00552)	-0.0106*** (0.00630)
Ingresos H. Cocaína		-0.0201*** (0.00180)		-0.0160*** (0.00175)	-0.0150*** (0.00204)
Ingresos H. Opiáceos		-0.00158 (0.00535)		0.00105 (0.00481)	-0.00408 (0.00547)
Frontera <sub>1</sub>		2.929*** (0.0123)		2.564*** (0.0158)	2.494*** (0.0160)
Frontera <sub>2</sub>		1.533*** (0.0183)		1.218*** (0.0205)	1.022*** (0.0217)
Frontera <sub>3</sub>		1.444*** (0.0223)		1.135*** (0.0238)	1.281*** (0.0222)
Frontera <sub>4</sub>		2.308*** (0.0167)		1.720*** (0.0199)	1.701*** (0.0197)
Cercanía a la Ruta		0.124*** (0.0102)		0.106*** (0.0106)	0.214*** (0.0104)
Cercanía a Puerto (Golfo)		-0.107 (0.0838)		-0.305*** (0.0837)	-0.386*** (0.0850)
Cercanía a Puerto (Pacífico)		1.020*** (0.0499)		0.734*** (0.0505)	0.748*** (0.0478)
Eficacia del sistema judicial $t_{-1}$			-0.274*** (0.0121)		-0.0201* (0.0121)
Eficacia del sistema judicial $t_{-1} Vecinos $			-0.886*** (0.0248)		-0.278*** (0.0249)
Tasa de Homicidios por Rivalidad $t_{-1}$			0.00395*** (5.82e-05)		0.00174*** (4.99e-05)
Tasa de Homicidios por Rivalidad $t_{-1} Vecinos $			0.00445*** (0.000103)		0.00253*** (8.04e-05)
Constant	-13.53*** (0.239)	1.324*** (0.00785)	3.097*** (0.0226)	-8.029*** (0.237)	-3.905*** (0.235)
Observations	9,824	9,824	7,368	9,824	7,368
Number of id	2,456	2,456	2,456	2,456	2,456

Standard errors in parentheses  
\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

### 3.3.1. Análisis: Costo de Oportunidad

*Hipótesis 1: Municipios que presenten costos de oportunidad más bajos frente a la delincuencia presentarán una mayor probabilidad de percibir violencia.*

Para las variables relacionadas con el desempeño educativo en los municipio obtenemos que el observar una mayor *Proporción de población de 15 años o más sin primaria* conlleva un aumento en la violencia esperada en el municipio de , resultado consistente con el coeficiente observado en la variable *Promedio Años de Educación* en donde un aumento de un año educativo conlleva, en

promedio, una disminución en los homicidios relacionados con el narcotráfico. Este resultado apoya la recomendación del Centro de Análisis de Políticas Públicas **México Evalúa** a la implementación de programas como acompañamiento académico o entrega de becas, mismos que han demostrado efectividad en la disminución de violencia. [Chapa and Ley, 2015, 66]

Para las variables que describen el ambiente económico del municipio encontramos resultados interesantes, por un lado el análisis estadístico indica que municipios con mayores niveles de *PIB per cápita* presentan una mayor violencia relacionada con el narcotráfico. Este resultado se robustece al observar el coeficiente estimado para el *índice de marginación* que, al contrario de lo que la hipótesis 1 plantea, a niveles de marginación mayores se observa una reducción en la violencia. Por otro lado, si observamos el estimador del *coeficiente de Gini*, que es una medida utilizada para medir la desigualdad de ingresos que va de 0 a 1, siendo 0 un municipio con perfecta igualdad encontramos que a mayores niveles de desigualdad del ingreso se observarán incrementos en la violencia. A su vez, el coeficiente estimado para la variable *proporción de población sin empleo* indica que municipios con mayores niveles de desempleo relativo presentan, en promedio, mayores niveles de violencia. Una posible interpretación de estos resultados en conjunto indica que no es necesariamente en municipios pobres donde se ubica la violencia relacionada con el narcotráfico sino más bien en lugares con mucha desigualdad y pocas oportunidades de empleo.

En resumen, observamos que en promedio, ante valores más altos de desempleo, desigualdad y carencia de oportunidades de educación se espera un aumento positivo y significativo en los homicidios relacionados con el narcotráfico. Los resultados se mantienen estables para las diferentes especificaciones y son consistentes con lo planteado por trabajos previos [Osorio, 2012]. En este trabajo estos resultados se interpretaron como la propensión municipal a la cooptación por el narcotráfico, en donde la falta de oportunidades, que se traducen en un bajo costo de oportunidad, que enfrentan los individuos estimula la probabilidad de que se incorporen a las filas de los grupos del crimen organizado, esto no quiere decir que existe una relación causal entre la pobreza y la violencia. Una vez más resulta sumamente importante entender que la violencia es causada por la interacción de varios fenómenos, una forma intuitiva de verlo es analizando la pobreza en el estado de Oaxaca, estado en donde el 61 por ciento de la población se encuentra en pobreza y con cifras similares de desempleo [CONEVAL, 2012] pero que no registra los niveles de violencia relacionada con el narcotráfico observada en el estado de Guerrero, esto significa que estos atributos no son suficientes para predecir la violencia sino que aumentan la probabilidad de observarla.

La hipótesis 1 plantea que existen factores que determinan el costo de cooptación de los municipios y de sus residentes por el crimen organizado. Por ejemplo, a medida que aumenta el rezago educativo, la marginación y el desempleo esperaríamos observar mayores niveles de violencia, esto se explica por la disminución del costo de oportunidad de los individuos de incorporarse en actividades ilícitas.

### 3.3.2. Análisis: Competencia y Rivalidad

*Hipótesis 2: Municipios que por su situación geográfica estratégica sean más valiosos para el narcotráfico presentarán una mayor probabilidad de percibir violencia.*

Dentro de las variables de beneficio por importancia estratégica obtenemos los efectos esperados: Municipios cercanos a la ruta del tráfico de cocaína presentan mayores niveles de violencia, la presencia de laboratorios clandestinos y zonas de producción de narcóticos en los municipios, tanto para marihuana como para amapola, conllevan también un efecto positivo y significativo. La cercanía a la frontera se desagregó en grupos mutuamente excluyentes para controlar por municipios lejanos,

pues no hay razón teórica para que la violencia de estos municipios tenga relación alguna con la cercanía a Estados Unidos. Los primeros 4 grupos definen a los municipios separándolos cada 100 kilómetros, el quinto agrupa a todos los municipios que se encuentran a más de 400 kilómetros de distancia como grupo de control. Los estimadores que se presentan en el cuadro 3 están en función de este quinto grupo. De esta forma, observamos una mayor concentración de la violencia a menos de 100 kilómetros de la frontera, resultado acorde con su importancia relativa por el trasiego de drogas. Para los municipios cercanos a los puertos del Pacífico observamos un incremento en la violencia, no así para los puertos del Golfo. Esto es congruente con la importancia de la ruta de desembarco de la cocaína, que durante ese periodo arribó casi en su totalidad por el Pacífico.

Sorprende, sin embargo, el resultado obtenido para la toma clandestina de hidrocarburos, en donde se obtiene un efecto negativo en la tasa de homicidio relacionado con el narcotráfico, este resultado es contra-intuitivo pues este acto ilícito significa miles de millones de pesos para los grupos del narcotráfico. [Nájar, 2015] Para poder dar una posible explicación a este fenómeno no es suficiente ver la relación entre la industria y la violencia sino hay que estudiar el comportamiento competitivo de los cárteles del narcotráfico, como veremos a continuación una posible interpretación del hecho de que no encontremos los niveles de violencia esperados en municipios con robo de hidrocarburos es una falta de competencia entre los cárteles por control de estas zonas.

### 3.3.2.1 Competencia Violenta y no Violenta en el Mundo del Narcotráfico

Los investigadores Castillo, Mejía y Restrepo (2013) [Castillo et al., 2013] buscando estimar el efecto causal del tráfico de drogas en la violencia a nivel municipal, se encontraron con la dificultad de definir una variable que no sufriera de endogeneidad para medir las actividades del narcotráfico. Entre otras aproximaciones, los autores utilizaron el número de cárteles presentes en un municipio como proxy del tamaño del mercado ilegal. Encontrando así evidencia empírica de un efecto positivo del tráfico de drogas en la violencia; efecto que se profundiza, según los resultados obtenidos, con la presencia de dos o más cárteles en el mismo territorio. De esta manera, concluyeron que este efecto se causaba por la competencia del control de zonas importantes para el tráfico de drogas. La figura 9 describe el número de cárteles por municipio, en la figura se puede observar la concentración en los puertos del pacífico y la zona norte del país.<sup>7</sup>

En general, con la llegada de un cártel competidor a un municipio se espera un aumento en la violencia, sin embargo, esto no siempre sucede. Existen casos documentados de alianzas y pactos de no violencia entre cárteles y acuerdos de división del territorio. [Ríos, 2013] Dentro del contexto de elección racional, esto se explica en una situación en que las ganancias de no pelear son mayores a la probabilidad esperada de ganar y asumir el costo de haber peleado o cuando las ganancias de un cartel no dependen, ni se ven afectadas, por la actividad del otro cártel en el mismo territorio, de forma que no existan incentivos a iniciar una competencia violenta en el municipio. Si ambos cárteles comparten la misma actividad delictiva en el municipio se establece un oligopolio en donde se minimizan los encuentros violentos para evitar el despliegue de la fuerza pública.

---

<sup>7</sup>En las regresiones presentadas en el cuadro 3 no se utilizó el número de cárteles en el municipio como variable independiente debido a que esta medida se encuentra relacionada teóricamente con las variables de la estructura de la industria del narcotráfico. Siguiendo el planteamiento desarrollado por los autores [Castillo et al., 2013], en aquellos municipios con alto valor estratégico se observará una mayor competencia. Así, municipios cerca de la frontera o de los puertos marítimos, al ser más importantes para la industria, presentarán niveles de competencia más elevados que los llevará a padecer tasas de violencia mayores. Esto hace al número de cárteles en un territorio un muy buen predictor de la violencia pero que sugiere la existencia de colinealidad entre la variable de número de cárteles y las otras variables explicativas sesgando la medición de los estimadores.

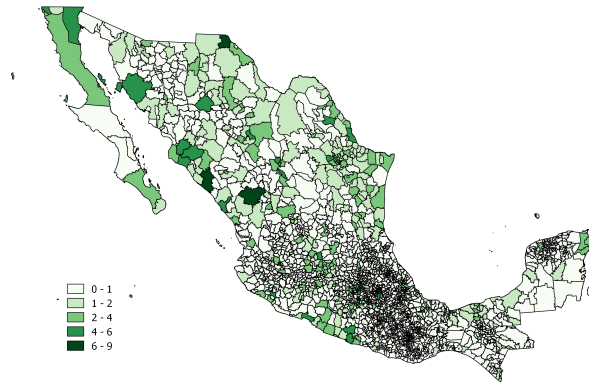


Figura 9: Número de Cáteles por Municipio —2010—

Cuadro 4: Parametrización de la Competencia - Regresión Poisson

VARIABLES	(6) Número de Cáteles	(7) Conflicto Violento	(8) Militares
Frontera <sub>1</sub>	1.764*** (0.330)	2.740*** (0.331)	3.727*** (0.323)
Frontera <sub>2</sub>	1.454*** (0.282)	2.252*** (0.300)	2.702*** (0.301)
Frontera <sub>3</sub>	0.961*** (0.336)	1.799*** (0.367)	1.438*** (0.385)
Frontera <sub>4</sub>	0.924*** (0.355)	1.373*** (0.399)	0.932** (0.411)
Cercanía a la Ruta	0.0815 (0.106)	0.192 (0.141)	0.142 (0.143)
Cercanía a Puerto (Golfo)	0.968 (0.603)	0.520 (0.698)	1.406** (0.611)
Cercanía a Puerto (Pacífico)	1.189* (0.639)	1.621** (0.652)	0.921 (0.668)
Ingresos H. Cocaína (Dicotómica)	0.000410 (0.0627)	0.911*** (0.190)	0.464*** (0.133)
Ingresos H. Marihuana (Dicotómica)	0.104 (0.0727)	0.758*** (0.228)	0.823*** (0.120)
Ingresos H. Opiáceos (Dicotómica)	0.0165 (0.0925)	0.424 (0.301)	-0.536*** (0.175)
Laboratorios Clandestinos (Dicotómica)	0.364*** (0.0843)	2.015*** (0.270)	1.196*** (0.175)
Número de Tomas Clandestinas de Hidrocarburos (Dicotómica)	0.222*** (0.0713)	0.873*** (0.198)	0.734*** (0.148)
Erradicación de Marihuana (Dicotómica)	0.0934 (0.0586)	0.402*** (0.149)	0.477*** (0.122)
Erradicación de Amapola (Dicotómica)	0.0908 (0.0737)	0.282 (0.194)	0.607*** (0.114)
lnsig2u		1.115*** (0.118)	
Constant lnalpha	1.696*** (0.0511)		1.537*** (0.106)
Constant	-0.632*** (0.109)	-4.041*** (0.174)	-3.115*** (0.135)
Control Socioeconómico	Sí	Sí	Sí
Observations	9,824	9,824	9,824
Number of id	2,456	2,456	2,456

Standard errors in parentheses  
\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Para poder entender la violencia hay que analizar la relación tripartita que existe entre las características de la industria del narcotráfico, la violencia y el comportamiento competitivo de los cárteles. El cuadro 4 contiene los principales resultados de las regresiones que relacionan el número de cárteles en un municipio con las características de la industria del narcotráfico. Para poder realizar comparaciones entre las diferentes categorías que presentan los municipios se utilizan variables dicotómicas *Dummy* de las mismas especificaciones —en donde se tiene el valor de 1 si presenta al menos un caso, y 0 si no—. Se observa que la relación entre violencia y número de cárteles es evidente, los municipios que se encuentran en zonas de alto valor estratégico muestran el mayor número de cárteles. La cercanía a la frontera es la característica que captura la mayor competencia, seguida por la cercanía a puertos del Pacífico. Como mencionamos, la presencia conjunta de organizaciones del crimen organizado en el mismo municipio no debe analizarse como un fenómeno de competencia homogénea, ya que esta presencia puede producir distintos niveles de violencia. Para analizar esto, en la regresión 7 del cuadro 4 se construyó la variable *dummy* “Cárteles Rivales” para los municipios en donde se registró presencia de cárteles rivales. Los coeficientes presentan signos congruentes con lo esperado. Uno de los puntos más interesantes, al ser comparado con las regresiones que estiman el efecto de estas variables en la violencia [cuadro 3] es la evidencia encontrada para las Tomas Clandestinas de Hidrocarburos, en donde a pesar de ser un punto sumamente importante de ingresos, no observamos una violencia especialmente alta y sí observamos un efecto positivo en la probabilidad de tener cárteles rivales en el mismo municipio. Una posible interpretación de este fenómeno se puede explicar desde la perspectiva de “rivalidad” de bienes económicos, un bien que se agota o sufre saturación provoca rivalidad violenta. Ya que hoy en día no existen puntos de saturación para la extracción de hidrocarburo, la violencia se controla en donde las ganancias de compartir los beneficios son más altas que el costo de pelear. Un cártel preferirá desplazarse varios kilómetros sobre la tubería para extraer el energético a combatir con otro cártel por una toma. El cambio de legislación y la noticia de que PEMEX comenzará a transportar la mayor parte de los energéticos terminados por vía terrestre podría modificar este comportamiento. [González, 2015]

Con esta misma lógica, se puede analizar además a los municipios cerca de la frontera y la ruta que registran una mayor probabilidad de observar conflicto violento. Municipios cerca de los puertos presentan mayor probabilidad de conflicto violento si están en el Pacífico. A su vez el proxy de mercado de consumo, tanto de cocaína como de marihuana, presentan estimaciones significativas, positivas para probabilidad de observar conflicto. A nivel teórico no se esperaría que las zonas de plantación de enervantes representen un factor muy importante en la explicación de la violencia por rivalidad, dado que la marihuana y amapola se pueden producir en una variedad de climas el costo de pelear por el control de una zona podría ser mayor a desplazarse y buscar otro terreno. Esto puede cambiar en zonas de muy alta producción, las cercanas a los rutas de tráfico o donde por su geografía montañosa sea más fácil ocultar las plantaciones dificultando así las acciones de erradicación del Ejército Mexicano, como es el caso del Triángulo Dorado.

Finalmente, la regresión número 8 del cuadro 4, presenta una estimación tipo Poisson para municipios en donde organizaciones criminales atacaron directamente a militares. De manera semejante observamos más agresividad en municipios cercanos a la frontera, ruta y puertos.

En resumen los resultados son congruentes con la teoría de que los grupos del crimen organizado son agentes orientados a objetivos, quienes se posicionan y aumentan su probabilidad de violencia en municipios de alto valor. También se obtuvieron indicios de la importancia de contemplar los **niveles de saturación** de los bienes que emplea el crimen organizado. Como la teoría económica nos indica: en competencia, si un bien escaso carece de sustitutos tendrá una demanda inelástica. Es decir, si un bien o infraestructura tiene un punto de saturación bajo en donde la entrada de un nuevo

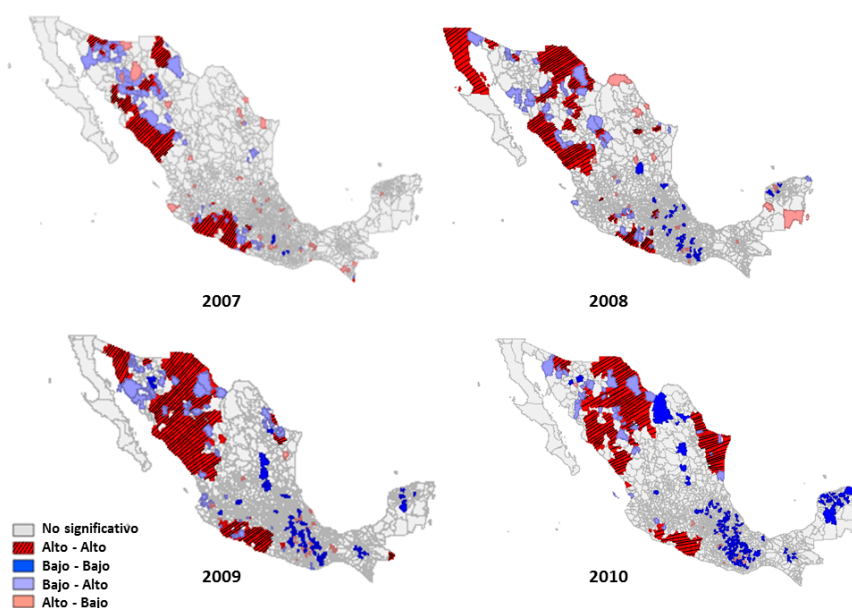
cártel disminuye los ingresos de otro, creando incentivos al primer cártel a ejercer violencia para aumentar los costos de entrada. De nuevo, estas relaciones muestran la importancia de entender de una forma multidimensional el fenómeno de la violencia y cómo el analizarlo bajo una óptica limitada nos puede llevar a conclusiones erróneas.

### 3.3.3. Análisis: Violencia e Impunidad

*Hipótesis 3: Existencia de un fenómeno de relación espacio-temporal de la violencia ligada al narcotráfico.*

Debido a la presencia irregular de la violencia en el territorio nacional estudios recientes han empezado a analizar la relación entre la violencia y los patrones geográficos. En la literatura se ha sugerido la existencia de un fenómeno de contagio espacial de la violencia [Ríos and Shirk, 2011, Dell, 2011], donde vivir rodeado de municipios violentos aumenta la probabilidad de observar violencia en los municipios.

Figura 10: Mapa LISA de relación espacial de la violencia relacionada con el narcotráfico —2007-2010—



Construcción propia con datos de homicidios relacionados con el narcotráfico. [INAI, 2010]

Una imagen más intuitiva de este fenómeno se puede proporcionar mediante los Indicadores Locales de Asociación Espacial —LISA por sus siglas en inglés—, estadístico que señala aquellas regiones espaciales donde es posible identificar la aglomeración de valores similares de una variable estudiada. La figura 10 presenta a nivel municipal —para los años 2007 al 2010— aquellas regiones que de forma significativa conformaron conglomerados locales de concentración geográfica de la



violencia. Correlaciones del tipo “alto-alto” muestran municipios con altos niveles de violencia cercanos a otros municipios que presentaron el mismo fenómeno. El análisis considera un nivel de significancia  $p < 0,05$ , de otra manera el municipio es catalogado como no significativo. La figura 10 confirma la presencia de regiones espaciales de concentración de la violencia tanto en la zona norte del país como en la costa sureste, al estudiar la variación temporal de estos conglomerados durante nuestro periodo de estudio observamos que sí existe evidencia de un fenómeno de expansión a través de contagio. Sin embargo, mediante LISA no se puede concluir la relación temporal de este fenómeno, para ello se analizaron los resultados obtenidos en el cuadro 3. Las variables de Violencia e Impunidad muestran los resultados esperados para el concepto de disuasión y expansión de la violencia en el tiempo. A mayores niveles de eficiencia penal, tanto para el municipio como para sus alrededores en el periodo anterior, observamos una disminución en la violencia relacionada con el narcotráfico en el municipio. Lo mismo sucede con las variables retrasadas de tasa de homicidio por cien mil habitantes. Estos resultados complementan lo mostrado por el indicador LISA y dan evidencia de la relación espacio-temporal de la violencia.

## 4. Minería de Datos

“Understanding our world requires conceptualizing the similarities and differences between the entities that compose it” [Tryon and Bailey, 1970]

Como se discutió en las secciones anteriores, los municipios no son homogéneos y se enfrentan a factores distintos que determinan la estructura de incentivos para la comisión de violencia instrumental. En la sección anterior se utilizó el análisis econométrico de regresión para explorar la validez de las hipótesis planteadas y para justificar el uso de las variables propuestas. Las regresiones, aunque fundamentales para establecer relaciones de causalidad, presentan dificultades para dar resultados intuitivos a relaciones complejas entre las variables, lo que dificulta su uso para la creación de políticas públicas. En esta sección se propone el uso de técnicas de análisis de conglomerados para la creación de tres variables resumen que pretenden dar un perfil multidimensional descriptivo de las características de los municipios de forma tal que se puedan tomar mejores decisiones de prevención e intervención.

Está organizado en dos apartados: El primero presenta una corta descripción de la metodología de agrupación utilizada para la construcción de las tres variables resumen. El segundo, describe la metodología de árboles de decisión para el análisis de relaciones complejas entre las variables, reduciendo el número de combinaciones significativas en la explicación de la violencia y discute el posible alcance como metodología de focalización y sus limitantes.

En este trabajo no se proponen programas específicos de prevención y disminución de la violencia ya que es un tema complejo que sobrepasa el tema de investigación, únicamente se propone un esquema de análisis descriptivo que pueda simplificar el estudio de el fenómeno de la violencia en el municipio para que pueda ser utilizado en investigaciones posteriores.

### 4.1. Métodos de agrupación

El Análisis de Conglomerados es una técnica descriptiva multivariante que se aplica con el objetivo de agrupar observaciones en diferentes conglomerados, donde las observaciones que pertenecen al mismo grupo sean similares entre ellas —*cohesionado internamente*— y distintas a aquellas que pertenecen a un grupo diferente —*aislamiento externo del grupo*—. [Zaki and Wagner Meira, 2014]

El análisis de conglomerados tiene sus limitantes: al ser un técnica descriptiva y atórica, ya que obtiene toda la información de los datos utilizados sin suponer *a priori* una relación entre las variables, no tiene bases estadísticas sobre las que deducir inferencias [Jr et al., 2006, p. 482]; las soluciones no son únicas, en la medida en que la pertenencia al conglomerado para cualquier número de soluciones depende de muchos elementos del procedimiento elegido como de las variables utilizadas; y la adición o destrucción de variables relevantes puede tener un impacto substancial sobre la solución resultante [de la Fuente Fernández, ]. Por estas razones, el análisis de conglomerados se utiliza fundamentalmente como una técnica exploratoria, descriptiva pero no explicativa.

#### 4.1.1. Análisis de Conglomerados

Para la obtención de los conglomerados se utilizó el método “Ward’s”, recomendado para variables cuantitativas, este método se realiza mediante un algoritmo recursivo de agrupaciones sucesivas, empieza estableciendo n grupos de tamaño 1 y en cada iteración hace uniones entre ellos minimizando una función de variación intra-grupal hasta que se llega al número deseado de grupos. [Zaki and Wagner Meira, 2014, p. 364] Ya que el análisis de conglomerados es un procedimiento geométrico que compara distancias entre las variables, las diferencias de escala y los rangos son muy importantes. Para mejorar la calidad de los conglomerados la variable *promedio educativo*, que presentó una mayor dispersión respecto al valor promedio comparado con las otras variables, fue estandarizada [ver tabla 5]. Esto se efectuó con el objetivo de que al realizar la minimización de la varianza mediante el método Ward’s no acumule toda la variabilidad relativa concentrando la separación de los conglomerados.

Cuadro 5: Estadística Descriptiva

Variable	Observaciones	Promedio	Desviación Estandar	Min	Max
Log(PIB)	2456	10.545	.457	9.247	12.385
Coefficiente de GINI	2456	.412	.039	.286	.591
Proporción de Población sin Empleo	2456	.015	.012	0	.142
Promedio Años de Educación	2456	6.652	1.527	2.03	13.52
Proporción Población sin Primaria	2456	.212	.072	.022	.468
Promedio Años de Educación —estandarizada—	2456	0	1	-3.027	4.498

Construcción propia

La literatura describe dos tipos de aproximaciones para analizar el desempeño de los algoritmos de conglomeración. Los índices de validación externos, que utilizan información conocida a priori —método supervisado—, y los internos, que califican el procedimiento evaluando la calidad de los conglomerados. Esto puede realizarse mediante una exploración estadística como la que se realizó en la sección 4.2 o mediante distintas métricas estadísticas que regularmente se basan en identificar la *cohesión interna* y *aislamiento externo* de los conglomerados. [Wang et al., 2009]

Ya que los métodos de conglomeración empleados fueron no supervisados se utiliza el *coeficiente Silhouette* que es un índice que va de -1 a 1 y que combina tanto la cohesión como el aislamiento pues se define utilizando la proximidad de los puntos del conglomerado con su mismo grupo, relativo a la distancia que tienen con el grupo más cercano. [Rousseeuw, 1987] Matemáticamente se define de la siguiente manera:

$$s = \frac{b(x) - a(x)}{\max(a(x) - b(x))} \quad (2)$$

Donde  $a(x)$  es el promedio de la distancia entre  $x$  y todos los puntos de su grupo y  $b(x)$  es el mínimo del promedio de las distancias entre  $x$  y los puntos del grupo más cercano.

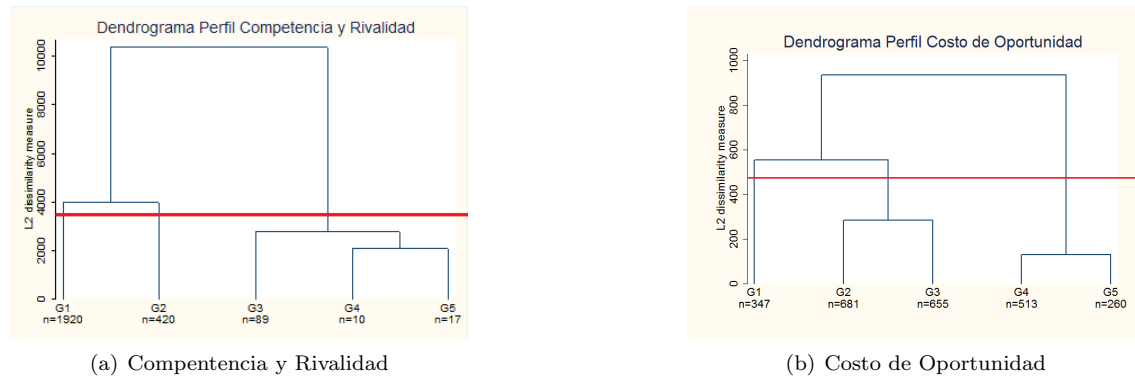
Si el *coeficiente silhouette* para un punto  $x$  está cerca de -1, el punto está en promedio más cerca a otro conglomerado que al suyo y si es cercano a 1 la distancia promedio a su propio conglomerado es menor que al conglomerado más cercano, lo que significa que con valores positivos el conglomerado es más compacto y está más separado de los demás. [Dalton et al., 2009] Para construir los perfiles de *Costo de Oportunidad* y *Violencia e Impunidad* las variables se eligieron mediante ejercicios repetidos buscando una mayor variabilidad entre los grupos construidos mediante el coeficiente de silhouette. Tanto para la variable resumen de *Costo de Oportunidad* y para la de *Violencia e Impunidad* al realizar este ejercicio se obtuvo un *coeficiente Silhouette* de .42 y .69 respectivamente.

Cuadro 6: Variables Utilizadas para la Construcción de Perfiles

Costo de Oportunidad	Violencia e Impunidad
Log(PIB)	Eficacia del sistema judicial $t_{-1}$
Coefficiente de GINI	Tasa de Homicidios por Rivalidad $t_{-1}$
Proporción de Población sin Empleo	Tasa de Homicidios por Rivalidad $t_{-1}$ —Vecinos—
Promedio Años de Educación —Estandarizada—	
Proporción Población sin Primaria	

Para elegir el número de grupos dentro del conglomerado, en este trabajo se utilizó el dendograma. Un dendograma es una representación gráfica que resume, en forma de árbol, el proceso de agrupación del conglomerado. Los objetos se conectan mediante enlaces cuya posición en el diagrama está determinada por el nivel de similitud o disimilitud entre los diferentes grupos. Este proceso es subjetivo pero se debe de tomar en cuenta que si se seleccionan demasiado pocos los grupos resultantes serán heterogéneos y artificiales, mientras que si se seleccionan demasiados, la interpretación de los mismos se vuelve complicada [Villadón, ]. En este trabajo se buscó que el número de grupos dentro del conglomerado fuera cercano a 3 ya que el objetivo es que pueda ser analizado para la creación de políticas públicas y no puede ser demasiado complejo. Analizando el dendograma y el estadístico silhouette resultante se consideró que ambos conglomerados podían ser separados en 3 grupos.

Figura 11: Dendogramas



#### 4.1.2. Dimensión Geográfica

Generar el perfil de competencia y rivalidad presenta una complicación distinta, principalmente porque las variables de este perfil definen una dimensión geográfica que para la mayor parte de las variables resulta mutuamente excluyente. Municipios cerca de puertos no están cerca de la frontera, municipios con erradicación de amapola pueden o no estar cerca de la ruta. Es decir, las variables conforman una matriz con una alta presencia de ceros y poca interacción entre ellas, aplicar un método de conglomeración no supervisada poco nos diría sobre las características de competencia y rivalidad que presenta el municipio. Para hacer una aproximación más afortunada, este estudio propone incorporar la información obtenida en la sección 3.3.2 de la sección 3. En primer lugar, se realizó un ranking para el nivel esperado de violencia y competencia de las diferentes variables, tomando los resultados de los cuadros 3 y 4. En segundo lugar, se agregó la variable dicotómica *Rivalidad por Saturación* que, como se discutió al final de la sección 3.3.2.1, señala con un uno a aquellos atributos que por su naturaleza implican la existencia de un nivel de saturación bajo en donde la entrada de un nuevo cártel disminuye los ingresos de otro creando incentivos a ejercer violencia para aumentar los costos de entrada y cero a atributos que por su naturaleza tienen un grado de saturación alto ya sea porque sean ilimitados o existan sustitutos. De esta forma la cercanía a los puertos, la frontera y las zonas de consumo fueron catalogadas con un 1 y laboratorios clandestinos, tomas de hidrocarburo, zonas de producción y cercanía a la ruta con 0. Con estas variables se aplicó un método de conglomerados no supervisado para obtener finalmente el indicador propuesto de competencia y rivalidad.

Cuadro 7: Perfil Competencia y Rivalidad

Atributo	Competencia Observada	Nivel de Violencia	Rivalidad por Saturación	perfil de Competencia y Rivalidad
Cercanía a la Frontera	Alta	Alta	1	3
Puerto Pacífico	Alta	Alta	1	3
Laboratorios Clandestinos	Alta	Alta	0	3
Ruta	Media	Alta	0	1
Puerto Golfo	Alta	Media	1	2
Tomas de Hidrocarburo	Media	Media	0	1
Zonas de Producción	Media	Media	0	1
Zonas de Consumo	Media	Media	1	2
Municipio sin Atributos	-	-	-	0

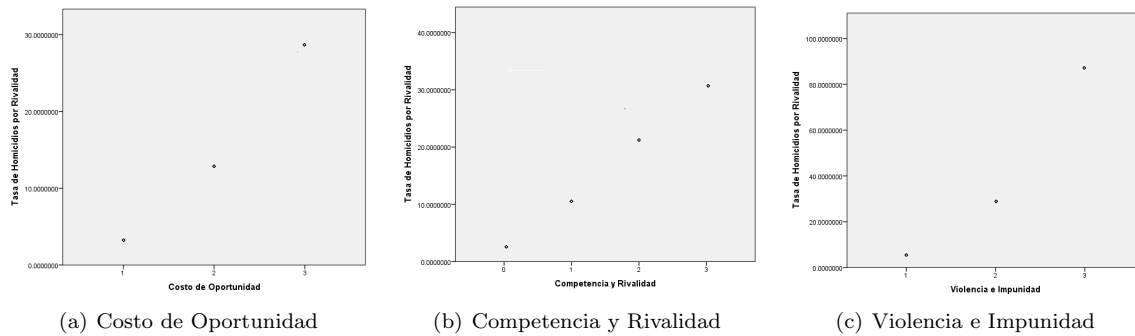
Construcción propia

## 4.2. Desempeño de Conglomerados y Análisis descriptivo

Para ejemplificar el método de categorización descrito y observar el desempeño de los conglomerados en un caso práctico se presentan las siguientes tablas que describen el comportamiento para el año 2009. Durante este periodo en México se registraron 9,592 homicidios por rivalidad en 710 municipios del país. La figura 12 muestra los conglomerados ordenados con base en su relación con la violencia generados para el año 2009.<sup>8</sup> La tabla 8 describe la distribución de los municipios en los conglomerados.

<sup>8</sup>Es importante recordar que son solamente grupos de municipios semejantes y que las relaciones observadas con la violencia no deben de tomarse de forma explicativa sino descriptiva ya que es un proceso simplificado que solo utiliza datos del 2009 y no controla por las características de la distribución, como en el caso de las regresiones econométricas de la sección 3

Figura 12: Comportamiento de la Tasa de Homicidios por Conglomerado



Cuadro 8: Descripción de Clasificación —2009—

Descripción de Conglomerados											
Violencia e Impunidad		Frecuencia	%	Costo de Oportunidad		Frecuencia	%	Competencia y Rivalidad		Frecuencia	%
Categorías	1	2,116	86.16	Categorías	1	773	31.47	Categorías	1	991	40.35
	2	248	10.1		2	347	14.13		2	1,366	55.62
	3	92	3.75		3	1,336	54.4		3	99	4.03
	Total	2,456	100		Total	2,456	100		Total	2,456	100

En la tabla 9 se presentan algunas de las variables que conforman a los conglomerados. En el caso del conglomerado *Violencia e impunidad* sus variables describen el comportamiento esperado, en los grupos en donde se observó mayor violencia en el periodo anterior y peores niveles de eficiencia judicial se observó, en promedio, niveles más altos de violencia. En el caso del comportamiento de la categoría de *Costo de Oportunidad* encontramos que no sigue una relación lineal clara.

Cuadro 9: Conglomerados, Principales Variables —2009—

	Costo de Oportunidad	PIB	Índice de Marginación	Proporción de Población sin Empleo	Promedio Años de Educación	Violencia e Impunidad	Tasa de Homicidios por Rivalidad t-1 [Vecinos]	Tasa de Homicidios por Rivalidad t-1	Eficacia del sistema judicial t-1	Eficacia del sistema judicial t-1 [Vecinos]
Media	1	27657.25	42.37	0.01	5.17	1	0.622	0.177	0.902	0.762
Varianza		65900000.00	88.77	0.00	0.30		0.970	0.423	0.068	0.040
Media	2	85695.02	10.47	0.02	9.44	2	5.218	9.365	0.759	0.598
Varianza		747000000.00	13.21	0.00	0.71		29.067	71.931	0.120	0.045
Media	3	46644.50	22.88	0.02	7.03	3	32.678	74.454	0.761	0.423
Varianza		158000000.00	41.51	0.00	0.54		4053.289	2778.819	0.133	0.067

Construcción propia

Una posible razón a este comportamiento se presentó en los resultados de costo de oportunidad

en la sección 3 donde se discutió que la pobreza y marginación no son factores suficientes para observar altos niveles de violencia. Estos resultados refuerzan lo observado por el estudio econométrico de la sección 3 y muestra nuevamente cómo el estudio de los factores socioeconómicos es insuficiente para el análisis de la violencia relacionada con el narcotráfico.

Adicionalmente, la variable dependiente tasa de homicidios por cien mil habitantes se categorizó para su uso en la siguiente etapa de la investigación. Ya que ha mostrado cambios importantes en el tiempo se categorizó por el riesgo relativo al que se enfrentan los municipios. El 10 por ciento de los municipios que durante ese año percibieron las tasas de homicidio más altas reciben categoría 3, el siguiente 15 por ciento recibe categoría 2 y el 75 por ciento restante categoría 1. La categorización se realizó de esta forma debido a la alta concentración de la violencia relacionada con el narcotráfico en pocos municipios, que hasta el 75 percentil de la distribución solo se observa una tasa de homicidios por rivalidad de 1.97 homicidios por cada cien mil habitantes.

Cuadro 10: Variable Objetivo

Categoría de Riesgo	Porcentaje	Municipios en Categoría
1	75 %	487
2	15 %	97
3	10 %	65
Total	100 %	649

Construcción propia con la distribución de la Tasa de Homicidios por Rivalidad

Los mapas de la figura 4.2 describen los diferentes conglomerados para las variables resumen. Dado que se construyó con variables rezagadas y estadísticos cuyo periodo de captura suele ser mayor a un año estos perfiles se pueden construir con la información que se tiene del año anterior.

Figura 13: Mapas de Conglomerados —Variables Resumen 2009—



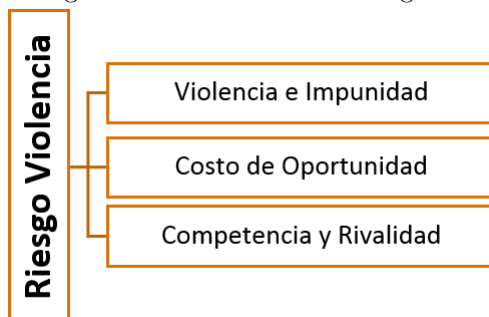
Construcción propia. [Mapa interactivo con variables resumen en: <https://map-itam.herokuapp.com>]

### 4.3. Árbol de decisión e Identificación de Interacciones

Con la variable objetivo y las tres variables resumen desarrolladas en la sección anterior se define el problema de investigación que se muestra en la figura 14. Se utilizó el método de *árboles de decisión*, esta técnica de clasificación no busca remplazar otros algoritmos de aprendizaje máquina como redes neuronales o máquinas de soporte vectorial que suelen tener mejores resultados predictivos [Rokach and Maimon, 2008], su utilidad se encuentra como método de exploración dada su

facilidad de interpretación.

Figura 14: Problema de Investigación



El árbol de clasificación es una técnica de aprendizaje supervisado que funciona mediante la partición recursiva de las observaciones en el hiperplano. Construye, en cada etapa, un “conjunto de condiciones organizadas en una estructura jerárquica, de tal manera que la decisión final a tomar se puede determinar siguiendo las condiciones que se cumplen desde la raíz del árbol hasta alguna de sus hojas”. [Aranda and Sotolongo, 2013] Este tipo de análisis identifica las interacciones de las variables en subgrupos específicos y las especifica en un modelo paramétrico formal. Los árboles de clasificación emplean diversas metodologías para definir las particiones. En la literatura, si tanto las variables independientes como la dependiente son categóricas, se aconseja emplear el método CHAID “*CHi-square Automatic Interaction Detection*”. [Miner et al., 2009, p. 146] Este método elige la variable independiente que presenta la interacción más fuerte con la variable dependiente en cada etapa del árbol. En cada partición las categorías se unen si no son significativamente distintas respecto a la variable dependiente.[Miner et al., 2009, p. 146]

Cuadro 11: Tabla de Clasificación con 10 Iteraciones - Árbol de decisión

Observado	Pronosticado			
	1	2	3	Porcentaje Correcto
1	1751	60	31	95.1 %
2	280	81	8	22.0 %
3	91	77	77	31.4 %
Porcentaje global	86.4 %	8.9 %	4.7 %	77.7 %

Construcción propia

Aunque, como se mencionó anteriormente el objetivo de este ejercicio no es la predicción sino analizar las interacciones entre las variables resumen, para poder dar una medida del ajuste del modelo y garantizar la independencia de la partición entre los datos de entrenamiento y prueba se utilizó la técnica de validación cruzada con k iteraciones. En este caso, los datos se dividen en 10 subconjuntos iguales, en cada iteración uno de ellos es utilizado como datos de prueba y los 9 grupos restantes son utilizados para entrenar el modelo. Este proceso se repite en 10 iteraciones y se realiza la media aritmética de los resultados de cada iteración. La tabla 11 muestra los resultados obtenidos

acertando en el 77.7 por ciento de los casos, lo que habla de una buena consistencia de los patrones encontrados. La figura 15 representa gráficamente el árbol de decisión desarrollado para el problema de investigación. Cada nodo describe un diferente corte en donde las ramas caracterizan los distintos resultados que separan a las observaciones. Dentro de los nodos se encuentra el porcentaje y el número de municipios que hay en el subconjunto para cada una de las clasificaciones de la variables objetivo “*Riesgo de Violencia*” y en los totales el porcentaje que representa el subconjunto de la población completa.

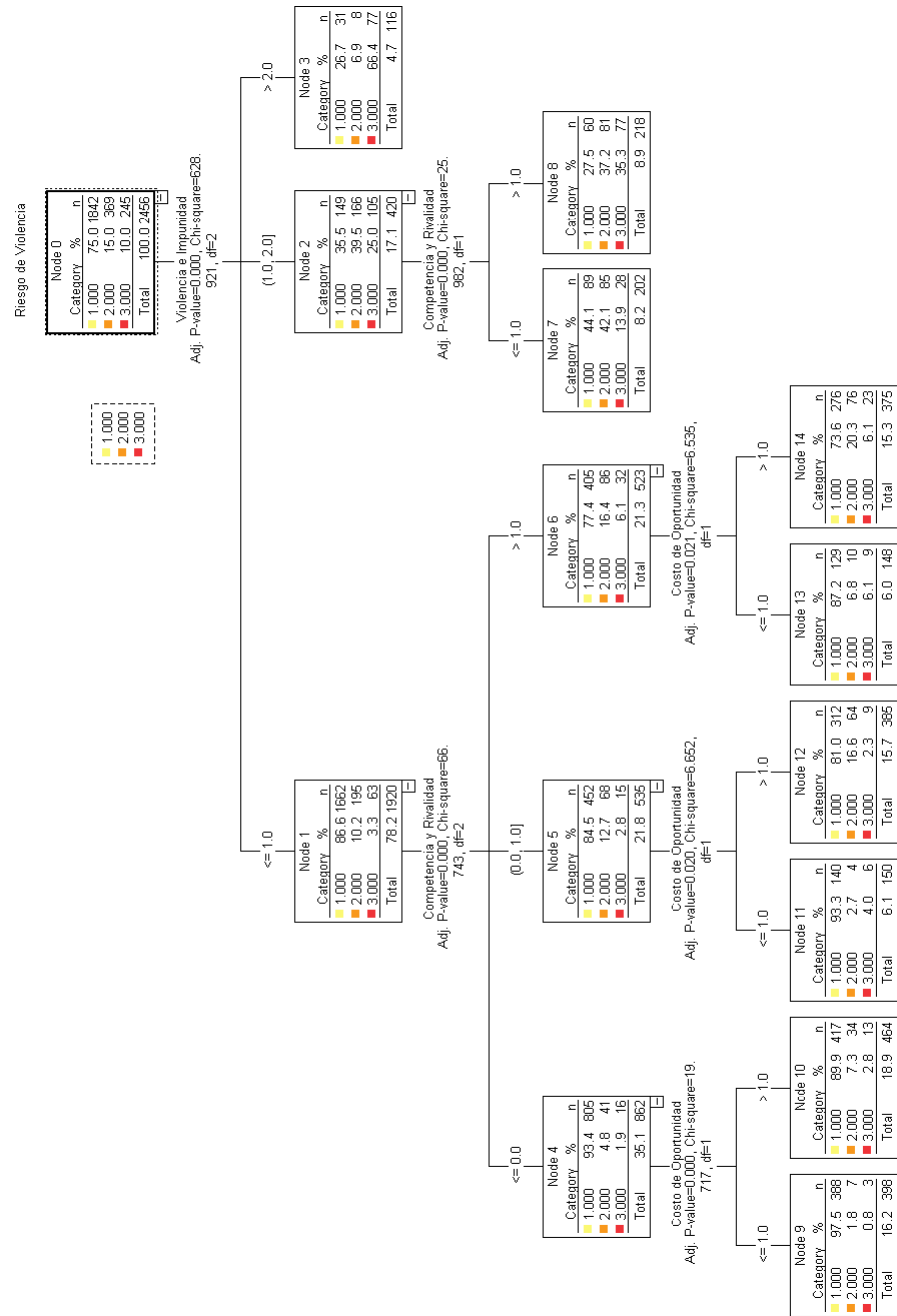
De las 36 combinaciones posibles, obtenidas de la interacción de las 3 variables, el árbol de decisión reduce a 9 tipos de municipios para los que la violencia resultante es significativamente distinta. Se observa que la variable que tiene una interacción más fuerte con el riesgo de violencia en el municipio es la variable resumen *Violencia e Impunidad* que es el primer corte. Para aquellos municipios en donde ésta variable está catalogada en el conglomerado tres, el 66 por ciento de ellos observó un nivel tres para la variable objetivo *Riesgo de Violencia*.

Para el caso de los municipios catalogados en el conglomerado dos por la variable resumen *Violencia e Impunidad*, el árbol de decisión abre dos ramas utilizando la variable *Competencia y Rivalidad* como corte, para aquellos municipios que se encuentren en zonas de competencia mayor al nivel 1 el 35 por ciento observó un nivel tres para la variable objetivo *Riesgo de Violencia*. Si analizamos los resultados para el nodo 1, el segundo corte presentado es la variable *Competencia y Rivalidad*. En este corte el árbol junta a los municipios con nivel de competencia mayor a 1 en un solo grupo y realiza el siguiente corte que es el perfil de *Competencia y Rivalidad* donde los que observan un nivel mayor a 1 concentran 23 de los 32 municipios en nivel 3 de riesgo de violencia que se tienen en esta rama.

En solo dos nodos del árbol de decisión [Nodo 2 y 3] se concentra el 74 por ciento de los municipios con *Riesgo de Violencia* nivel tres y el 47 por ciento de los municipios con riesgo de violencia nivel dos. Esto es interesante en términos de política pública porque genera un grupo de atención de violencia especificando las características que tienen en común. Desde el punto de vista de política de prevención, los municipios que están en este subconjunto y no presentaron violencia son buenos candidatos para la implementación de políticas públicas de prevención del crimen enfocado a atender los problemas que describen los conglomerados. Como se mencionó en la introducción de esta sección, en este estudio no se propondrán programas o planes específicos de prevención o atención a la violencia ya que es un tema complejo que agrupa diferentes disciplinas y que merece un estudio profundo, pero busca generar herramientas para el estudio de la violencia y la creación de políticas públicas desde una dinámica de interacciones complejas.



Figura 15: Árbol de decisión



Construcción propia.

## 5. Conclusiones:

Asumiendo que la decisión de cometer violencia instrumental de los individuos que pertenecen al crimen organizado está influenciada tanto por factores individuales como por factores colectivos, en este trabajo se definió al tomador de decisiones dentro del modelo como un agente racional que observa ambos incentivos de forma simultánea.

Las variables utilizadas para el estudio de su comportamiento se separaron bajo tres interpretaciones, cada una de ellas basada en una hipótesis a estudiar: el *costo de oportunidad*, basada en la primera hipótesis: “municipios que presenten costos de oportunidad más bajos frente a la delincuencia presentarán una mayor probabilidad de percibir violencia.”; la *competencia y rivalidad*, basada en la segunda hipótesis: “municipios que por su situación geográfica estratégica sean más valiosos para el narcotráfico presentarán una mayor probabilidad de percibir violencia”; y finalmente la *violencia e impunidad*, basada en la tercera hipótesis de este trabajo: “existencia de un fenómeno de relación espacio-temporal de la violencia ligada al narcotráfico”.

La primera interpretación argumenta que los individuos observan, dentro de su función de optimización, el *Costo de Oportunidad* de delinquir que se ve modificado tanto por sus habilidades como por las oportunidades que existen en su entorno. Bajo este grupo se construyeron variables que describen el ambiente socio-económico del municipio como PIB per cápita, nivel de desigualdad, desempleo y marginación. En el análisis empírico se observó que, en promedio, ante valores más altos de desempleo, desigualdad y carencia de oportunidades de educación se espera un aumento positivo y significativo en los homicidios relacionados con el narcotráfico. Esto no quiere decir que los factores socio-económicos tengan una relación causal con la violencia o la delincuencia sino que la falta de oportunidades, marginación y pobreza que enfrentan los individuos actúan como factores de riesgo que estimulan la probabilidad de que se incorporen a las filas de los grupos del crimen organizado. Estos resultados se aportan como evidencia para aceptar la hipótesis 1 de este trabajo: *Municipios que presenten costos de oportunidad más bajos frente a la delincuencia presentarán una mayor probabilidad de percibir violencia.*

La segunda interpretación se empleó para señalar la dinámica del valor de los territorios en la explicación de la violencia criminal, las variables agrupadas en el perfil de *Competencia y Rivalidad* describen la ubicación geográfica de los municipios y sus principales atributos estratégicos. Los resultados son congruentes con la teoría de que los grupos del crimen organizado son agentes orientados a objetivos, quienes se posicionan y aumentan su probabilidad de violencia en municipios de alto valor. Sin embargo, los resultados también arrojan la importancia de contemplar los niveles de competencia y saturación de los bienes que emplea el crimen organizado pues la presencia conjunta de organizaciones del crimen organizado en un municipio puede producir distintos niveles de violencia y no debe ser analizada como un fenómeno homogéneo. Como la teoría económica nos indica: en competencia, si un bien escaso carece de sustitutos tendrá una demanda inelástica. Es decir, si un bien o infraestructura tiene un punto de saturación bajo en donde la entrada de un nuevo cartel disminuye los ingresos de otro, le creará incentivos al primer cartel a ejercer violencia para aumentar los costos de entrada. Los resultados de este perfil presentan evidencia para aceptar la 2 de este trabajo: *Municipios que por su situación geográfica estratégica sean más valiosos para el narcotráfico presentarán una mayor probabilidad de percibir violencia.*

La tercera y última interpretación se basa en la teoría de la disuasión de la certeza de castigo que sostiene que la decisión de cometer crímenes instrumentales es susceptible de reaccionar a incentivos

y procesos disuasivos. Las variables agrupadas en este perfil describen los niveles de *Violencia e Impunidad* en el periodo anterior para el municipio y los municipios vecinos. La evidencia obtenida de las regresiones muestra que existe una relación entre los niveles de impunidad en el municipio y la violencia relacionada con el narcotráfico, a su vez demuestran una relación espacial en este fenómeno donde los niveles de violencia e impunidad en municipios vecinos tiene un efecto significativo en la explicación de la violencia relacionada con el narcotráfico obteniendo evidencia para aceptar la hipótesis 3 de este trabajo: *Existencia de un fenómeno de relación espacio-temporal de la violencia ligada al narcotráfico*.

Los resultados de los modelos econométricos brindan soporte a las predicciones planteadas de la discusión teórica del comportamiento criminal. En resumen, el argumento general de la modelación sugiere que los cárteles del narcotráfico funcionan como una empresa orientada a objetivos y que el uso de la violencia no surge ni se expande de forma esporádica en los municipios del país sino que es resultado de interacciones económicas. El estudio de las características de los municipios, los factores que aumentan o disminuyen las probabilidades de la presencia, competencia y riesgo de violencia entre grupos del crimen organizado son relaciones fundamentales para poder establecer programas de prevención que se vinculen con las políticas de seguridad pública. Esto es necesario porque la oferta y la demanda de bienes ilícitos, el uso de violencia y demanda de trabajo para la industria del narcotráfico no son fenómenos aislados sino que se encuentran interrelacionados como como cualquier otro mercado económico desarrollado.

Finalmente, utilizando los perfiles construidos y justificados durante el análisis econométrico, se construyó mediante técnicas de minería de datos y aprendizaje máquina tres variables resumen que describen características de la industria del narcotráfico. Aquí es donde la relación entre los modelos econométricos y la minería de datos arroja nuevas aproximaciones al diseño de políticas públicas. Por un lado, utilizando herramientas econométricas se identificó relaciones como: competencia violenta y no violenta entre cárteles rivales, la relación entre los niveles históricos de violencia e impunidad en el municipio y sus alrededores con la violencia actual y cómo las características socio-económicas pueden aumentar o disminuir los costos de oportunidad del narcotráfico. Por otro lado, la minería de datos nos permitió hacer grupos de municipios que presentan semejanzas en estas relaciones, de forma que podamos separarlos e identificarlos para aplicar políticas enfocadas a distintos problemas. Ahora queda pendiente, sin embargo, analizar cuáles son las mejores políticas de prevención y disminución de la violencia enfocadas a las características de cada uno de los grupos, para esto es necesario el trabajo conjunto de diferentes disciplinas como lo son la criminalística, la psicología criminal, la sociología y la economía. Pero entender la necesidad de políticas diferenciadas para un fenómeno tan complejo como la violencia ligada al narcotráfico es, sin duda, el primer paso.

## Referencias

- [Angel, 2012] Angel, A. (2012). 7 de 10 toneladas de precursores químicos vienen de puerto michoacano. [Consulta: 10 Septiembre 2015], <http://www.24-horas.mx/7-de-10-toneladas-de-precursores-quimicos-vienen-de-puerto-michoacano/>.
- [Anselin, 1992] Anselin, L. (1992). Spatial data analysis with GIS. [Consulta: 8 Agosto 2015]: [http://www.ncgia.ucsb.edu/Publications/Tech\\_Reports/92/92-10.PDF](http://www.ncgia.ucsb.edu/Publications/Tech_Reports/92/92-10.PDF).

- [Anselin et al., 2008] Anselin, L., Gallo, J. L., and Jayet, H. (2008). *Spatial Panel Econometrics in The Econometrics of Panel Data Fundamentals and Recent Developments in Theory and Practice*, pages 625–660. Springer Berlin Heidelberg.
- [AP, 2015] AP (2015). Vuelve el Caribe a la ruta del 'narco'; EU lo vigila . [Consulta: 9 Septiembre 2015], <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2015/09/09/vuelve-el-caribe-a-la-ruta-del-narco-eu-lo-vigila-7863.html>.
- [Aranda and Sotolongo, 2013] Aranda, Y. R. and Sotolongo, A. R. (2013). Data Mining with Decision Trees. [Consulta: 8 Agosto 2015]: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-17752013000200389&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-17752013000200389&script=sci_arttext&tlng=pt).
- [Bachman and Paternoster, 2001] Bachman, R. and Paternoster, R. (2001). Explaining Criminals and Crime.
- [Cameron and Trivedi, 2013] Cameron, A. and Trivedi, P. K. (2013). Count Panel Data. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://cameron.econ.ucdavis.edu/research/OXFHND BK13preprint.pdf>.
- [Castillo, 2015] Castillo, G. (2015). La disputa por rutas de la droga, causa de violencia en Guerrero. [Consulta: 8 Agosto 2015]: <http://www.jornada.unam.mx/2015/01/11/politica/005n1pol>.
- [Castillo et al., 2013] Castillo, J., Mejía, D., and Restrepo, P. (February 2013). Illegal drug markets and violence in Mexico: The causes beyond Calderón. [Consulta: 8 Agosto 2015]: [http://www.issdp.org/conference-papers/2013/2013\\_papers/Mejia%20D%20-%20Illegal%20drug%20markets%20and%20violence%20in%20Mexico.pdf](http://www.issdp.org/conference-papers/2013/2013_papers/Mejia%20D%20-%20Illegal%20drug%20markets%20and%20violence%20in%20Mexico.pdf).
- [Chapa and Ley, 2015] Chapa, L. and Ley, S. (2015). *Prevención del Delito en México: ¿Cuáles son las prioridades?* México Evalúa, Centro de Análisis de Políticas Públicas.
- [Chaparro, 2015] Chaparro, L. (2015). El nuevo mercado de la mariguana en México). [Consulta: 5 Octubre 2015], <http://www.animalpolitico.com/2015/10/el-nuevo-mercado-de-la-mariguana-en-mexico/>.
- [CONEVAL, 2010] CONEVAL (2010). Medición de la Pobreza. [Consulta: 8 Agosto 2015]: <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/MP/Paginas/Medicion-de-la-pobreza-municipal-2010.aspx>.
- [CONEVAL, 2012] CONEVAL (2012). Pobreza y Rezago Social —Oaxaca—. [Consulta: 8 Agosto 2015]: [http://www.coneval.gob.mx/InformesPublicaciones/Documents/folletos\\_pobrezayrezagosocial/oaxaca\\_pob\\_rez\\_soc.pdf](http://www.coneval.gob.mx/InformesPublicaciones/Documents/folletos_pobrezayrezagosocial/oaxaca_pob_rez_soc.pdf).
- [Dalton et al., 2009] Dalton, L., Ballarin, V., and Brun, M. (2009). Clustering Algorithms: On Learning, Validation, Performance, and Applications to Genomics. [Consulta: 22 Agosto 2015], <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2766793/>.
- [de Alba et al., 2012] de Alba, L. R., Solís, L., and de Buen, N. (2012). *Indicadores de víctimas visibles e invisibles de homicidio*. México Evalúa, Centro de Análisis de Políticas Públicas.
- [de la Fuente Fernández, ] de la Fuente Fernández, S. Análisis de Conglomerados. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/SEGMENTACION/CONGLOMERADOS/conglomerados.pdf>.

- [DEA, 2011] DEA (2011). *Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente and Instituto Nacional de Salud Pública*. INSP.
- [Dell, 2011] Dell, M. (2011). Trafficking Networks and the Mexican Drug War. [Consulta: 8 Agosto 2015]: [http://scholar.harvard.edu/files/dell/files/121113draft\\_0.pdf](http://scholar.harvard.edu/files/dell/files/121113draft_0.pdf).
- [D.Maltz, 1976] D.Maltz, M. (1976). *On Defining 'Organized Crime': The Development of a Definition and a Typology*. Crime and Delinquency.
- [Dubey et al., 2014] Dubey, O., García-Ponce, O., and Thom, K. (2014). From Maize to Haze: Agricultural Shocks and the Growth. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.cgdev.org/publication/maize-haze-agricultural-shocks-and-growth-mexican-drug-sector-working-paper-355>.
- [Enamorado et al., 2014] Enamorado, T., Lopez-Calva, L. F., Rodriguez-Castelan, C., and Winkler, H. (2014). Income Inequality and Violent Crime: Evidence from Mexico's Drug War. [Consulta: 22 Agosto 2015], <http://ssrn.com/abstract=2458723>.
- [Esquivel, 2015] Esquivel, J. (2015). México, el principal proveedor de heroína a EU. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.proceso.com.mx/394858/2015/02/03/mexico-el-principal-proveedor-de-heroina-a-eu>.
- [Fitzmaurice et al., ] Fitzmaurice, G., Laird, N., and Ware, J. *Applied Longitudinal Analysis*. John Wiley Sons Inc.
- [Godwin, 2000] Godwin, G. M. (2000). *Criminal Psychology and Forensic Technology*. CRC Press.
- [González, 2015] González, N. (2015). Pemex cambia transporte de gasolinas para evitar robos. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.dineroenimagen.com/2015-02-18/51094>.
- [Guerrero, 2009] Guerrero, E. (2009). Narcotráfico, S.A. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.nexos.com.mx/?p=12885>.
- [Guerrero, 2010] Guerrero, E. (2010). Los hoyos negros de la estrategia contra el narco. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.nexos.com.mx/?p=13844>.
- [Hope, 2012] Hope, A. (2012). Lucky number. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.animalpolitico.com/blogueros-plata-o-plomo/2012/05/22/lucky-number/>.
- [INAI, 2010] INAI (2010). Total de fallecimientos por enfrentamientos entre grupos delictivos dic. 2006 - dic. 2010. [Consulta: 8 Agosto 2015]: <http://portaltransparencia.gob.mx/pot/fichaOpenData.do?method=fichaOpenData&fraccion=totalFallecimientos>.
- [Jr et al., 2006] Jr, J. F. H., Black, W. C., Babin, B. J., and Anderson, R. E. (2006). Multivariate data analysis. [Consulta: 8 Agosto 2015]: [http://sanghv.com/download/soft/machine%20learning,%20artificial%20intelligence,%20mathematics%20ebooks/math/statistics/multivariate%20data%20analysis%20\(7th,%202009\).pdf](http://sanghv.com/download/soft/machine%20learning,%20artificial%20intelligence,%20mathematics%20ebooks/math/statistics/multivariate%20data%20analysis%20(7th,%202009).pdf).
- [Klepper and Nagin, 1989] Klepper, S. and Nagin, D. (1989). The deterrent effect of perceived certainty and severity of punishment revisited.

- [Lederman et al., 2002] Lederman, D., Fajnzylber, P., and Loayza, N. (2002). Inequality and Violent Crime. [Consulta: 10 Septiembre 2015], <http://www.sow.vu.nl/pdf/fajnzylber.pdf>.
- [Lochner, 2004] Lochner, L. (2004). Education, Work, and Crime: A Human Capital Approach. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.nber.org/papers/w10478.pdf>.
- [Martínez, 2013] Martínez, P. (2013). México: 2 productor de mariguana y heroína en el mundo. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.animalpolitico.com/2013/06/mexico-el-2-productor-de-mariguana-heroina-y-opio-en-el-mundo/>.
- [Matsueda et al., 2006] Matsueda, R., Kreager, D., and Huizinga, D. (2006). *Detering Delinquents: A Rational Choice Model of Theft and Violence*. American Sociological Review.
- [Miner et al., 2009] Miner, G., Nisbet, R., and Elder, J. (2009). *Handbook of Statistical Analysis and Data Mining Applications*. Elsevier Inc.
- [Mundial, 2016] Mundial, B. (2016). Índice de Gini. [Consulta: 22 Agosto 2015], <http://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.GINI>.
- [National Cancer Institute, ] National Cancer Institute. Cannabis and Cannabinoids. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.cancer.gov/cancertopics/pdq/cam/cannabis/healthprofessional/page6>.
- [Nájar, 2015] Nájar, A. (Febrero 2015). La pérdidas de miles de millones que causa el robo de combustible en México. [Consulta: 8 Agosto 2015]: [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/02/150128\\_mexico\\_pesadilla\\_robo\\_combustible\\_an](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/02/150128_mexico_pesadilla_robo_combustible_an).
- [ONU-UNODC, 2012] ONU-UNODC (2012). Informe Mundial Sobre las Drogas 2012. [Consulta: 8 Agosto 2015], <https://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/WDR-2012.html>.
- [ONU-UNODC, 2013] ONU-UNODC (2013). Informe Mundial Sobre las Drogas 2013. [Consulta: 8 Agosto 2015], [http://www.unodc.org/documents/lpo-brazil//Topics\\_drugs/WDR/2013/World\\_Drug\\_Report\\_2013.pdf](http://www.unodc.org/documents/lpo-brazil//Topics_drugs/WDR/2013/World_Drug_Report_2013.pdf).
- [Organization of American States, 2013] Organization of American States (2013). The Drug Problem in Americas. [Consulta: 8 Agosto 2015], [http://www.oas.org/documents/eng/press/Introduction\\_and\\_Analytical\\_Report.pdf](http://www.oas.org/documents/eng/press/Introduction_and_Analytical_Report.pdf).
- [Osorio, 2012] Osorio, J. (2012). *Las causas estructurales de la violencia*, chapter 2, pages 73–117. Centro de Investigación y Estudios en Seguridad.
- [Osorio, 2014] Osorio, J. (2014). The Contagion of Violence. Spatio-temporal Dynamics of the Mexican War on Drugs.
- [Piquero and Tibbets, 2002] Piquero, A. R. and Tibbets, S. G. (2002). Rational Choice and Criminal Behavior: Recent Research and Future Challenges (Current Issues in Criminal Justice).
- [Proceso, 2010] Proceso (2010). Narcomenudeo genera ganancias por 13 MMDP: SSPF. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.proceso.com.mx/108133/2010/03/02/narcomenudeo-genera-ganancias-por-13-mmdp-sspf>.

- [Procuraduría General de la República, 2002] Procuraduría General de la República (2002). Programa Nacional para el Control de Drogas 2001-2006. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.pgr.gob.mx/normatec/Documentos/PNCD%202001-2006.pdf>.
- [Pérez, 2011] Pérez, A. L. (2011). *El Cártel Negro*. Grijalbo, 1 edition.
- [Pérez, 2014] Pérez, A. L. (2014). *Mares de Cocaína*. Grijalbo, 1 edition.
- [RAE, 2014] RAE (2014). Diccionario de la lengua española. [Consulta: 8 Agosto 2015]: <http://www.rae.es/>.
- [RAND Corporation, 2010] RAND Corporation (2010). Reducing Drug Trafficking Revenues and Violence in Mexico. [Consulta: 8 Agosto 2015], [http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/occasional\\_papers/2010/RAND\\_OP325.pdf](http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/occasional_papers/2010/RAND_OP325.pdf).
- [RAND Corporation, 2014] RAND Corporation (2014). What America's Users Spend on Illegal Drugs: 2000-2010. [Consulta: 8 Agosto 2015], [https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/ondcp/policy-and-research/wausid\\_results\\_report.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/ondcp/policy-and-research/wausid_results_report.pdf).
- [Raphael and WinterEbmer, 2001] Raphael, S. and WinterEbmer, R. (2001). *Identifying the Effect of Unemployment on Crime*. Journal of Law and Economics.
- [Redacción, 2014] Redacción (2014). Manzanillo, más caliente que nunca. [Consulta: 10 Septiembre 2015], <http://www.proceso.com.mx/?p=369245>.
- [Rodríguez, 2014] Rodríguez, I. (2014). Crecimiento exponencial en el robo de combustible a Pemex. [Consulta: 24 Agosto 2015]: <http://www.jornada.unam.mx/2014/08/09/economia/024n1eco>.
- [Rokach and Maimon, 2008] Rokach, L. and Maimon, O. (2008). Data Mining with Decision Trees.
- [Rousseeuw, 1987] Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. [Consulta: 22 Agosto 2015], <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0377042787901257>.
- [Ríos, 2012] Ríos, V. (2012). Why did Mexico become so violent? A self-reinforcing violent equilibrium caused by competition and enforcement.
- [Ríos, 2013] Ríos, V. (2013). Who started Mexico's Drug War?
- [Ríos and Coscia, 2012] Ríos, V. and Coscia, M. (2012). Knowing Where and How Criminal Organizations Operate Using Web Content.
- [Ríos and Holland, 2014] Ríos, V. and Holland, B. E. (2014). Criminal Organizations, Informal Governance, and Violence against the Press in Mexico. [Consulta: 8 Agosto 2015], [http://viridianarios.com/wp-content/uploads/2015/05/Holland-Rios\\_JCR.pdf](http://viridianarios.com/wp-content/uploads/2015/05/Holland-Rios_JCR.pdf).
- [Ríos and Shirk, 2011] Ríos, V. and Shirk, D. (2011). Drug Violence in Mexico: Data and Analysis Through 2010. [Consulta: 8 Agosto 2015]: [http://www.gov.harvard.edu/files/RiosShirk2011\\_DrugViolenceReport.pdf](http://www.gov.harvard.edu/files/RiosShirk2011_DrugViolenceReport.pdf).
- [Salazar, 2014] Salazar, J. C. P. (2014). Los carteles mexicanos que no dependen del narcotráfico. [Consulta: 4 Enero 2016], [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/05/140529\\_mexico\\_carteles\\_no\\_dependen\\_droga\\_zetas\\_templarios\\_jcps](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/05/140529_mexico_carteles_no_dependen_droga_zetas_templarios_jcps).

- [Secretaría de la Defensa Nacional, 2015] Secretaría de la Defensa Nacional (2015). Resultados de aseguramientos. [Consulta: 8 Agosto 2015]: <http://www.sedena.gob.mx/actividades/combate-al-narcotrafico>.
- [Simpson et al., 2002] Simpson, S. S., Piquero, N. L., and Patenoster, R. (2002). *Rationality and Corporate Offending Decisions*. Routledge.
- [Soberanes, 2012] Soberanes, R. (2012). Naciones Unidas ayudará a México a ubicar plantaciones de droga. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://mexico.cnn.com/nacional/2012/08/17/naciones-unidas-ayudara-a-mexico-a-ubicar-plantaciones-de-droga>.
- [Solís et al., 2012] Solís, L., de Buen, N., and Ley, S. (2012). *La Carcel en México: ¿Para Qué? México Evalúa*, Centro de Análisis de Políticas Públicas.
- [Tryon and Bailey, 1970] Tryon, R. C. and Bailey, D. E. (1970). *Cluster Analysis*. McGraw-Hill.
- [Upton and Fingleton, 1985] Upton, G. and Fingleton, B. (1985). *Spatial data analysis by example*. Wiley.
- [Valdés, 2014] Valdés, V. S. (2014). ¿Organizaciones criminales más pequeñas = a menos violencia? [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.animalpolitico.com/blogueros-causa-en-comun/2014/10/28/organizaciones-criminales-mas-pequenas-menos-violencia/>.
- [Villadón, ] Villadón, J. L. V. Introducción al Análisis Cluster. [Consulta: 22 Agosto 2015], <http://benjamindespensa.tripod.com/spss/AC.pdf>.
- [Wang et al., 2009] Wang, K., Wang, B., and Peng, L. (2009). CVAP: Validation for Cluster Analyses. [Consulta: 22 Agosto 2015], <http://ssrn.com/abstract=2458723>.
- [White House, 2015] White House (2015). Presidential Determination -Major Drug Transit or Major Illicit Drug Producing Countries for Fiscal Year 2015. [Consulta: 8 Agosto 2015],.
- [Zaki and Wagner Meira, 2014] Zaki, M. J. and Wagner Meira, J. (2014). *Data Mining and Analysis: Fundamental Concepts and Algorithms*. Cambridge University Press.
- [Zúñiga, 2014] Zúñiga, J. A. (2014). Impunes, 93.8% de los delitos perpetrados en 2013: Inegi. [Consulta: 8 Agosto 2015], <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2014/09/30/en-primer-ano-de-gobierno-de-epn-quedaron-impunes-93-8-de-delitos-perpetrados-3893.html>.
- [Ávalos, 2015] Ávalos, R. S. (2015). Identificación de Patrones Municipales en la Violencia Relacionada con el Narcotráfico: Herramientas de Minería de Datos y Aprendizaje Maquina.