



Modelo probabilístico para predecir la dinámica de la tasa de delincuencia en Michoacán

Guerrero Escamilla, Juan Bacilio; Franco Sánchez, Laura Myriam; Bass Zavala, Sonia
Modelo probabilístico para predecir la dinámica de la tasa de delincuencia en Michoacán

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 25, núm. 1, 2018 | e3

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Guerrero Escamilla, J. B., Franco Sánchez, L. M. y Bass Zavala, S. (2018). Modelo probabilístico para predecir la
dinámica de la tasa de delincuencia en Michoacán. *CIENCIA ergo-sum*, 25(1).

Disponible en: <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/9125>



Modelo probabilístico para predecir la dinámica de la tasa de delincuencia en Michoacán

Probabilistic model to predict the dynamics of the crime rate in Michoacan

Juan Bacilio Guerrero Escamilla
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México
guerreroescamilla@yahoo.com.mx

Recepción: 11 de noviembre de 2016
Aprobación: 20 de junio de 2017

Laura Myriam Franco Sánchez
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México
miriam_franco@hormail.com

Sonia Bass Zavala
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México
sonia_bass@hotmail.com

RESUMEN:

Se realiza el ajuste de un modelo probabilístico de corte transversal que prediga el comportamiento de la tasa de delincuencia en Michoacán. Dicho modelo permitirá hacer una representación simplificada de este fenómeno social y con ello analizar las funciones que realizan las instituciones que inciden en su dinamismo.

PALABRAS CLAVE: delincuencia, instituciones, modelo probabilístico, teoría de la legitimidad de las instituciones.

ABSTRACT:

In this paper, a probabilistic model of cross section is fit to predict the behavior of the rate of crime in Michoacan. This model will allow a simplified representation of social phenomena, and thus, we can analyze the functions performed by the institutions that affect their dynamics.

KEYWORDS: crime, institutions, probabilistic model, theory of legitimacy of institutions.

INTRODUCCIÓN

Michoacán de Ocampo se localiza en la parte oeste de la República Mexicana y cuenta con una población de aproximadamente 4 351 037 habitantes. La entidad está conformada por 113 municipios y su economía depende de la agricultura: aguacate, garbanzo, limón, ajonjolí, sorgo y fresa (INEGI, 2010). En los últimos años sus actividades económicas y sociales se han visto afectadas por los altos índices de inseguridad que tienen como consecuencias (Ramos, 1997): *a*) la incertidumbre sobre el fenómeno delictivo en la entidad, ya que en cualquier lugar y momento un individuo puede ser víctima de la delincuencia. *b*) La generación de daños físicos, psicológicos y emocionales han afectado la vida de las personas en varios aspectos: económico, físico (al ser víctimas de robo o atraco, cuando los agreden o lastiman) y psicológico que afecta la parte emocional.

Con base en los datos arrojados por la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción de la Seguridad (ENVIPE) en 2013, cerca de 92% de los delitos cometidos en México quedan impunes y los más comunes son la extorsión y el robo. Las cifras se elevan debido a la desconfianza que se tiene sobre las autoridades que imparten justicia (Rosas, 2012).

La extorsión en Michoacán se ha incrementado fuertemente, pues en 2013 fue de 36.4%, en tanto que a nivel nacional fue de 19.6%. El robo a mano armada tuvo un comportamiento de aproximadamente 28.9%, mientras que a nivel nacional fue de 15.9%.

Los expertos en seguridad afirman que el fenómeno delictivo en Michoacán es resultado de la ineficacia de las instituciones encargadas de la gobernabilidad e impartición de justicia. Bajo este escenario, se puede conjeturar el origen de un Estado fallido.

Ante estos altos niveles de inseguridad el recurso que utiliza cualquier Estado es la intervención de las fuerzas militares. En el territorio mexicano dicha intervención ya ha estado presente en ciudades y estados que viven bajo estas condiciones (Ciudad Juárez 2008-2011, Tamaulipas, Acapulco y otras regiones de Guerrero). Se podría aseverar que se trata de un Estado parcialmente fallido como resultado de la deficiencia estructural que se percibe en la educación, la pobreza y el empleo (Benítez, 2007).

Entre las razones que explicarían lo anterior es la transición a la democracia en México, desde finales de los ochenta hasta inicios de los noventa. No se contempló como parte de la reforma del Estado la transformación de algunas instituciones tales como los sistemas de seguridad pública, educación, empleo y equidad (económica y de género). Actualmente ese déficit se refleja en la crisis de la inseguridad que afecta a la democracia en la medida en que esta golpea la estabilidad social y política.

Al respecto, el objetivo central del trabajo es el siguiente: predecir el comportamiento de la tasa de delincuencia en Michoacán tomando como referencia la educación, la pobreza, la impartición de justicia y la gobernabilidad mediante la construcción de un modelo probabilístico en 2013.

Para lograr dicho objetivo, partimos de la definición de delincuencia, que es un fenómeno social constituido por el conjunto de infracciones contra las normas fundamentales de convivencia, producidas en un espacio y tiempo determinado. Para la Comisión Europea la delincuencia es todo acto punible cometido por individuos o asociaciones espontáneas de personas, a partir de distintas realidades como *a)* la delincuencia en sentido propio, *b)* la delincuencia con un nivel de infracción penal menos grave pero más frecuente, *c)* la violencia que afecta a los medios más diversos, *d)* la falta de civismo que incluye comportamientos antisociales (Lozano, 2005).

Bajo este contexto, la delincuencia es la conducta resultante del fracaso del individuo en adaptarse a las demandas de la sociedad en que vive. Un delincuente, entonces, es aquel que comete un delito y llega a considerarse también como un antisocial. Este tipo de acciones quebrantan el funcionamiento de la sociedad poniendo en peligro a sus miembros (García, 2002).

La delincuencia se clasifica en menor y organizada (Montero y Torres, 1998): *a)* delincuencia menor: se le conoce como delincuencia común, donde el individuo puede llevar a cabo un acto delictivo solo o en pandilla. Su finalidad es obtener dinero para distribuirlo entre los integrantes y gastarlo en el consumo de narcóticos. Este tipo de delincuencia no cuenta con una organización y estructura. El delincuente común transgrede para obtener dinero y roba a transeúntes, automóviles y casas habitación, entre otros. No cuenta con objetivos específicos: en la mayoría de las ocasiones delinque en forma desorganizada con el fin de que lo despojado clandestinamente sea utilizado para el consumo de narcóticos. *b)* Delincuencia organizada: este tipo de delincuencia actúa como sociedad del crimen, pues sus actos delictivos tienen por objetivo obtener ganancias lucrativas a partir de actividades ilícitas. Al ser conceptualizada como una sociedad, busca operar fuera del control del gobierno, ya que involucra a miles de delincuentes que trabajan dentro de sus estructuras complejas, ordenadas y disciplinadas como cualquier corporación y que están sujetas a reglas aplicadas con rigidez. El crimen organizado es un mecanismo de acumulación, robo y redistribución de capital propio de la economía informal que también llega a formar parte de la economía formal local, nacional y global (Del Río, 2010).

La inseguridad se vive en distinta intensidad según el estado y el grupo social al que pertenezca. Los graves problemas sociales y económicos generados por la ineficacia de algunas instituciones repercuten en el incremento de los índices de inseguridad.

La delincuencia en Michoacán no es un problema de reciente. Ha estado presente desde los gobiernos de Lázaro Cárdenas Battel (2002-2008) y Leonel Godoy (2008-2012) a partir de los actos de omisión y corrupción que contribuyeron para que el actual gobierno no enfrentara o ignorara los hechos violentos

que se viven en este estado. En determinados municipios como Lázaro Cárdenas, Apatzingán, Uruapan e Infiernillo, entre otros, ya se organizaron determinados grupos sociales antidelictivos, por el hecho de que cotidianamente enfrentan problemas de secuestro, extorsión y asesinatos, como resultado de la impunidad presentada por las autoridades de impartición de justicia (Camou, 2010).

1. MARCO TEÓRICO

El sustento teórico de este trabajo está en la teoría de la legitimidad de las instituciones. Su precursor es Gary LaFree,^[1] quien considera que el incremento de la delincuencia es resultado de la ineficiencia de algunas instituciones. Si alguien ejecuta un delito, será rechazado por la sociedad. Se puede suponer que las instituciones han fracasado en su gestión de encaminar por vías legales la conducta de dicho individuo (LaFree y Dugan, 1998). Si las instituciones desean controlar el fenómeno delictivo, deberán tomar en cuenta tres elementos (Serrano y Realpe, 2010):

- a) Primer elemento: las instituciones deben ser las encargadas de orientar a los ciudadanos acerca de lo bueno y malo. Esto minimizaría la motivación de los individuos en la comisión de actos delictivos.
- b) Segundo elemento: las instituciones deben jugar un papel de control social (formal e informal). Si los individuos están asociados a las redes sociales mediante la familia o el trabajo, estarán menos predispuestos a delinquir. Esto hace que las instituciones funcionen como medios de control social.
- c) Tercer elemento: las instituciones pueden y deben resguardar a los individuos de ser víctimas de la delincuencia, es decir, deben atenderlos cuando son atormentados por el fenómeno delictivo.

Cuando las instituciones pierden la capacidad de regulación en la actuación de sus integrantes, se acrecentará el número de delincuentes. Esto será consecuencia del debilitamiento de las instituciones de control social, por lo cual se perderá la capacidad de resguardar a los ciudadanos frente a la victimización.

En la vida de un individuo es fundamental el papel de las instituciones,^[2] pues fortalecen el desarrollo de las actividades en la vida cotidiana al considerar la confianza y la cordialidad. Una acción delictiva simboliza la afectación del desarrollo del capital social. En la medida que se encuentre fortalecido el tejido social, se mejorarán las condiciones de vida.

Partiendo del objetivo general, las instituciones de los sistemas educativos, impartición de justicia, empleo y combate a la pobreza, en Michoacán se estructuran y maniobran de acuerdo con la tabla A1 del anexo A.

A través la teoría de la legitimidad de las instituciones se puede decir que la legalidad de las instituciones se sustenta en el grado de aceptación en la sociedad, y esto va a depender de la rectitud y justicia que ejerza cada una de ellas sobre los individuos. En consecuencia, si una sociedad pierde sus creencias en las instituciones, esto se traduce en vulnerabilidad interna, dando origen a los regímenes democráticos insuficientes.

Bajo este contexto, en la medida en que se fortalezcan y profesionalicen estas instituciones, se podrían minimizar los índices delictivos de Michoacán; por tanto, es central evaluarlas a partir de la construcción de un modelo probabilístico.^[3]

3. METODOLOGÍA

El desarrollo metodológico de un modelo probabilístico debe cumplir las siguientes etapas (Díaz, 1994):

- a) Primera etapa: consiste en la especificación del modelo. Se determinan tanto las variables respuesta y explicativas a incluir en el modelo, como de las expectativas teóricas *a priori* acerca del signo y tamaño de los parámetros de la función y la forma matemática del modelo. Debe establecer una relación de variables relevantes para explicar el comportamiento de la variable respuesta. La teoría económica o

social debe aportar recomendaciones al respecto en cada caso particular. Además, se debe proceder a la búsqueda de datos mediante la consulta de distintas fuentes de información estadística.

- b) Segunda etapa: se hace la estimación de los parámetros del modelo. Una vez que el modelo ha sido especificado, debe procederse a su estimación. Es decir, deberá obtener las estimaciones numéricas de los coeficientes del modelo. La estimación constituye una etapa estrictamente técnica que requiere el conocimiento de los distintos métodos probabilísticos, sus hipótesis de funcionamiento e implicaciones económicas y sociales. Esta etapa incluye los siguientes aspectos: recolección de las observaciones estadísticas de las variables incluidas en el modelo, examen de las condiciones de identificación de la función objeto de análisis, así como de los problemas de agregación y correlación entre las variables y la elección de la técnica estadística más apropiada para la estimación de la función.
- c) Tercera etapa: se evalúa la viabilidad del modelo. Una vez estimado el modelo, se debe proceder a la evaluación de los resultados obtenidos. Esa etapa consiste en decidir si las estimaciones de los parámetros son teóricamente significativas y estadísticamente satisfactorias, para lo cual se utilizan distintos criterios que pueden ser clasificados y determinado por la teoría estadística, económica y social.
- Criterios estadísticos (test de primer orden). Son determinados por la teoría estadística y dirigen la evaluación de la viabilidad estadística de las estimaciones de los parámetros del modelo.
 - Criterios económicos y sociales *a priori*. Estos se determinan por los principios de la teoría social y se refieren a los signos y magnitudes de los parámetros de las relaciones económicas y social
- d) Cuarta etapa: se interpretan los parámetros. Consiste en predecir el comportamiento de los parámetros estimados y sus efectos sobre la variable respuesta.

4. APLICACIÓN Y RESULTADOS

En esta sección se obtienen los pronósticos acerca de la evolución futura de la tasa de delincuencia en el estado de Michoacán. Se debe cumplir con las etapas planteadas en la metodología.

4. 1. Especificación del modelo

Considerando lo anterior, el modelo probabilístico se convierte en la herramienta esencial para predecir el comportamiento de la tasa de delincuencia de Michoacán. Su expresión algebraica es la siguiente:

$$Y_d = \beta_0 + \beta_1 X_E + \beta_2 X_S + \beta_3 X_R + \beta_4 X_P + \beta_5 X_T + \beta_6 X_{GB} + u_i \quad (1)$$

Donde:

Y_d es la tasa de delincuencia (el número de delitos por cada 100 000 habitantes). Se calcula de la siguiente forma (Samir, 2010):

$$Y_d = \left[\frac{\text{Total de delitos}}{\text{Población total}} \right] * 100000 \quad (2)$$

X_E es el grado promedio de escolaridad de una población. Para obtenerlo, se debe calcular de la siguiente forma (INEGI, 2013):

$$X_E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{gi} \quad (3)$$

Tal que n es la población total y X_{gi} es el grado de escolaridad de cada miembro de la población y son determinados mediante la tabla 1 (INEGI, 2013).

TABLA 1
Promedio de escolaridad

Nivel de instrucción	Años de escolaridad	Nivel de instrucción	Años de escolaridad
Sin instrucción	0	1°	7
	1°	1	8
	2°	2	9
	3°	3	10
Primaria	4°	4	11
	5°	5	12
	6°	6	13
		Secundaria	2°
		Preparatoria, estudios técnicos o comercial	3°
			4°

Fuente: INEGI, 2013.

X_S es la tasa de sentencia por municipio (es el número de sentencias por cada 100 000 habitantes) y se obtiene de la siguiente forma (Samir, 2010):

$$X_S = \left[\frac{\text{Total de sentencias}}{\text{Población total}} \right] * 100000 \quad (4)$$

X_R es el grado de impunidad por municipio (es el nivel de impunidad por cada 100 000 habitantes) y está determinado a través de la siguiente expresión algebraica (Samir, 2010):

$$T_i = \left[1 - \left(\frac{\text{Tasa de sentencias}}{\text{Tasa de delitos}} \right) \right] * 100 \quad (5)$$

X_P es la tasa de pobreza^[4] promedio por municipio y se obtiene de la siguiente forma (Samir, 2010):

$$X_P = \left[\frac{X_R + X_U + X_C + X_T}{n} \right] * 100 \quad (6)$$

Tal que X_R es la tasa de pobreza rural, X_U es la tasa de pobreza urbana, X_C es la tasa de pobreza crónica y X_T es la tasa de pobreza temporal.

La tasa de pobreza de cualquier rubro se calcula a través de la siguiente expresión algebraica:

$$X_i = \left(\frac{\text{Población objetivo}}{\text{Población total}} \right) * 100 \quad (7)$$

X_T es la tasa de desempleo por municipio. Se obtiene de la siguiente forma (Fair y Case, 1993):

$$X_T = \left[\frac{TD}{PEA} \right] * 100 \quad (8)$$

Tal que TD es el total de desempleados y PEA es la población económicamente activa. Es el porcentaje de la población económicamente activa que no cuenta con empleo.

X_{GB} es el grado de gobernabilidad^[5] por municipio y se calcula a través de la calificación que se le proporciona a la calidad de la transparencia (Samir, 2010):

$$X_{GB} = \frac{X_{Ce}}{X_{CB}} \quad (9)$$

Tal que X_{Ce} es la calificación del municipio en estudio y X_{CB} es la calificación del municipio base. u_i es el margen error que no puede ser explicado a través de la relación lineal entre las variables respuesta y explicativas.

Para obtener los datos de las variables respuesta y explicativas se recurrió a las siguientes fuentes de información de la tabla 2.

TABLA 2
Fuentes de información

Tipo de variable	Nombre de la variables	Fuente de información
Respuesta	Delitos cometidos en la entidad	Anuario Estadístico 2013 (INEGI)
	Grado promedio de escolaridad	Anuario Estadístico 2013 (INEGI)
Explicativas	Delitos con sentencia en la entidad	Anuario Estadístico 2013 (INEGI)
	Impunidad por municipio	Anuario Estadístico 2013 (INEGI)
	Personas en pobreza en la entidad	CONEVAL
	Tasa de desempleo	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
	Grado de gobernabilidad	Anuario Estadístico 2013 (INEGI)

Fuente: elaboración propia.

Con base en la teoría de la legitimidad de las instituciones, las variables explicativas que se utilizan en el presente modelo dependen de las decisiones de determinadas instituciones gubernamentales (tabla 3).

TABLA 3
Variables respuesta

Variable	Institución gubernamental	Conjeturas
Grado promedio de escolaridad	Secretaría de Educación Pública	A más años de educación, menor tasa de delincuencia
Tasa de sentencias por municipio	Ministerios Públicos (dependientes del poder judicial)	A mayor tasa de sentencias, menor tasa de delincuencia
Grado de impunidad por municipio	Presidencias municipales y cuerpos policíacos	A menor grado impunidad, menor tasa de delincuencia
Tasa de pobreza promedio por municipio	Secretaría de Desarrollo Social	A menor pobreza, menor tasa de delincuencia
Tasa de desempleo por municipio	Inversión pública y privada	A menor tasa de desempleo, menor tasa de delincuencia
Grado de gobernabilidad por municipio	Poder ejecutivo (Federal, Estatal y Municipal)	A mayor gobernabilidad, menor tasa de delincuencia

Fuente: elaboración propia.

La tasa de delincuencia (Y_d) es una variable aleatoria discreta que toma un conjunto finito o infinito de numerable de valores que se pueden contar. Si Y_d pertenece a la familia exponencial, se asume que $FY(y; \theta)$

es una función de distribución que depende de un único parámetro, donde su función de densidad se expresa de la siguiente forma (Tusell, 2007):

$$F_Y(y; \theta) = \exp \{a(\theta)b(y) + c(\theta) + d(y)\} \tag{10}$$

Esto debe ocurrir sobre el soporte Y, y que no depende de θ . En el caso de distribuciones dependiente de k parámetros, θ , se tiene que:

$$F_Y(y; \theta) = \exp\{\sum_{i=1}^k a_i(\theta)b_i(y) + c_i(\theta) + d_i(y)\} \tag{11}$$

De tal forma que la tasa de delincuencia debe ser ajustada a través de modelos lineales generalizados (GLM, por sus siglas en inglés), los cuales son una extensión de los modelos lineales que permiten utilizar distribuciones no normales de la variable respuesta (binomiales, Poisson y Gamma, entre otras) y varianzas no constantes (Cayuela, 2010).

Cierto tipo de variables respuesta no cumplen con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, los GLM ofrecen una buena alternativa para tratarlos. Específicamente podemos utilizarlos cuando la variable respuesta es *a*) un conteo de casos (abundancia de una especie), *b*) un conteo de casos expresados como proporciones (porcentaje de plántulas muertas en un experimento de vivero) y *c*) una respuesta binaria (vivo o muerto, infectado o no infectado).

Los GLM tienen dos propiedades importantes: *a*) la estructura de los errores y *b*) la función vínculo. Los GLM permiten especificar distintos tipos de distribución en la variable respuesta (Cayuela, 2010) (tabla 4).

TABLA 4
Distribución de la variable respuesta

Distribución de la variable respuesta	Funcionalidad
Poisson	Son muy útiles para conteos (número de muertos por accidente de tráfico, número de días con heladas en el mes de enero, número de colonias de bacterias en una placa de agar, número de especies de plantas leñosas en un cuadrado de muestreo de 10 m ₂).
Binomiales	Son de gran utilidad para proporciones y datos de presencia o ausencia (tasas de mortalidad, tasas de infección, porcentaje de parasitismo, porcentaje de éxito reproductivo, presencia o ausencia de una determinada especie).
Gamma	Son utilizadas con datos que muestran un coeficiente de variación constante, esto es, en donde la varianza aumenta según se incremente la media de la muestra de manera constante (número de presas comidas por un predador en función del número de presas disponibles).
Exponencial	Consideras de gran utilidad para los análisis de supervivencia.

Fuente: modelos lineales generalizados.

Si se asume que Y está generada por una función de distribución de la familia exponencial, la media μ de la distribución depende de las variables independientes X a través de la siguiente expresión:

$$E(Y) = \mu = g^{-1}(X\beta) \quad (12)$$

Donde $E(Y)$ es el valor esperado de Y , $X\beta$, es el predictor lineal de una combinación lineal de parámetros desconocidos β . Si Y_d se ajusta a los modelos lineales generalizados (GLM), debe conformarse por tres elementos (Cayuela, 2010): *a*) una función de distribución f perteneciente a la familia exponencial, *b*) un predictor lineal $\eta = X\beta = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_px_p$ y *c*) una función liga tal que $E(Y) = \mu = g^{-1}(\eta)$.

4. 1. 1. La función liga

La función liga permite modelar relaciones no lineales entre las variables respuesta y las variables explicativas. Las funciones de liga más comunes utilizadas en los modelos lineales generalizados son las de la tabla 5 (Cayuela, 2010).

TABLA 5
Las funciones de vínculo más comunes utilizadas por los GLM

Función de liga	Fórmula	Uso
Identidad	μ	Datos continuos con errores normales (regresión y ANOVA)
Logarítmica	$\text{Log}(\mu)$	Conteos con errores de tipo Poisson
Logit	$\text{Log}\left(\frac{\mu}{n-\mu}\right)$	Proporciones (datos entre 0 y 1) con errores binomiales
Recíproca	$\frac{1}{\mu}$	Datos continuos con errores Gamma
Raíz cuadrada	$\sqrt{\mu}$	Conteos
Exponencial	μ^2	Funciones de potencia

Fuente: modelos lineales generalizados.

Las funciones de liga canónicas para cada una de las distribuciones de errores, así como otras posibles funciones de vínculo, pueden ser usadas como en la tabla 6.

TABLA 6
Las funciones de vínculo canónicas y otras funciones de vínculos posibles usadas por distintas distribuciones de errores en GLM

Distribución de errores	Función de vínculo canónica	Otras funciones de vínculo posibles
Normal	Identidad	Logarítmica, identidad, raíz cuadrada
Binomial	Logit	Logarítmica
Gamma	Recíproca	Identidad, logarítmica

Fuente: modelos lineales generalizados.

4. 1. 2. Medidas de ajuste de los modelos lineales generalizados

El ajuste de los GLM debe tomar en cuenta las siguientes etapas (Cayuela, 2010).

Primera etapa: consiste en la comparación de dos o más modelos y se elige el de mayor ajuste con base en los siguientes indicadores:

- a) Mayor significancia de los parámetros estimados dentro del modelo.
- b) Criterio de información Akaike (AIC): evalúa tanto el ajuste del modelo a los datos como la complejidad del modelo.

$$AIC = -2L_M + 2p \tag{13}$$

Donde L_M es la verosimilitud del modelo actual y p es el número de parámetros estimados.

Cuando más pequeño es el AIC mejor es el ajuste. Es muy útil para comparar modelos similares con distintos grados de complejidad o modelos iguales (mismas variables), pero con funciones de vínculo distintas.

- c) Criterio de información bayesiano (BIC): es un criterio para la selección de modelos entre un conjunto finito de modelos.

$$BIC = -2L_M + p \log n \tag{14}$$

Donde L_M es la verosimilitud del modelo actual, p es el número de parámetros y n es el número de observaciones.

El modelo con más bajo valor de BIC es considerado el mejor en explicar los datos con el mínimo número de parámetros.

Segunda etapa: una vez seleccionado el modelo con mejor ajuste, debe cumplir con los siguientes supuestos:

a) Los residuales de la devianza debe tener una distribución asintótica ji-cuadrada con N-p grados de libertad, para lo cual se tiene que hacer la siguiente prueba de hipótesis,

Ho: los residuales de la devianza se distribuyen χ^2

vs.

Ha: los residuales de la devianza no se distribuyen χ^2

Si el p -valor es menor a un nivel de significancia del 0.05, se rechaza la hipótesis nula (Ho).

b) No debe existir colinealidad entre las variables explicativas. Al igual que los residuales, se debe realizar la siguiente prueba de hipótesis,

Ho: no hay colinealidad vs. Ha: hay colinealidad

Mediante la prueba de Durbin-Watson, si el p -valor de las variables explicativas es menor a un nivel de significancia del 0.05, se rechaza la hipótesis nula (Ho).

c) La devianza de un GLM se define como el grado de variabilidad de los datos. Para obtener una medida de la variabilidad explicada por el modelo, se debe comparar la devianza del modelo nulo con la devianza residual. Esto es una medida de cuanto el modelo conserva la variabilidad de los datos, lo que es lo mismo:

$$D^2 = \left[\frac{\text{Devianza del modelo nulo} - \text{Devianza de los residuales}}{\text{Devianza del modelo nulo}} \right] * 100 \quad (15)$$

Donde devianza nula es aquella donde el modelo tiene sólo la constante y devianza de los residuales es aquella donde el modelo tiene la constante y las variables explicativas.

Considerando lo anterior, la tasa de delincuencia (λ) es un conteo; por tanto, tienes dos acepciones de modelamiento: Poisson y binomial negativo.

Poisson: es una distribución de probabilidad discreta y su función de densidad es (Canavos, 2007):

$$f(k, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}; \quad \mu = \lambda \rightarrow \text{media}; \quad \sigma^2 = \lambda \rightarrow \text{varianza} \quad (16)$$

Binomial negativa: es una distribución de probabilidad discreta y su función de densidad es (Canavos, 2007):

$$f(x, k, \theta) = \binom{x-1}{k-1} \theta^k (1-\theta)^{x-k} \quad \mu = \frac{k(1-\theta)}{\theta} \rightarrow \text{media}; \quad \sigma^2 = \frac{k(1-\theta)}{\theta^2} \rightarrow \text{varianza} \quad (17)$$

Para la regresión binomial negativa su función liga es el logaritmo. La regresión Poisson tiene tres funciones de liga (log, identidad y raíz cuadrada). En la tabla A2 del anexo A se pueden observar las corridas de la regresión Poisson, que corresponden a cada una de sus funciones liga.

Al analizar las tres salidas se puede observar que la función liga de logaritmo presenta el mejor ajuste, a consecuencia de que su AIC es muy inferior al compararlo con los otros modelos (identidad y raíz cuadrada).

4. 2. Estimación del modelo

Al comparar el modelo Poisson respecto al binomial negativo (ambos con la función liga de logaritmo), se puede observar lo siguiente en la tabla A3 del anexo A.

4. 3. Viabilidad del modelo

Con fundamento en los supuestos de los modelos lineales generalizados (GLM), y al realizar la comparación entre ambos modelos, la regresión binomial negativa presenta mejor ajuste que la regresión Poisson. Esto se debe a lo siguiente (gráfica B1, anexo B).⁵

Al graficar los residuales de la devianza en ambos modelos, se puede observar determinada similitud en el comportamiento de los residuales: no son asintóticamente normales (Normal Q-Q) y presentan indicios de linealidad (Residuals vs. Fitted y Scale-Localition). No obstante, en el modelo de regresión Poisson, los residuales 1, 88 y 35 se localizan fuera de intervalo de confianza, los cuales podrían repercutir en el dinamismo de la tasa de delincuencia. En el modelo de regresión binomial negativa, el residual 35 es el que se sale del intervalo de confianza a consecuencia de que es más amplio que en la regresión Poisson; por tanto, es el único residual que influiría en el dinamismo de la tasa de delincuencia. Debido a que en la gráfica 1 no se puede tener un juicio lo suficientemente contundente sobre la elección de un modelo de mejor ajuste, se procede a otros elementos de mayor peso (Faraway, 2013).

Además, al realizar esta comparación se observa la sobredispersión en ambos modelos (mediante las razones de verosimilitud); sin embargo, la regresión binomial negativa presenta mejor ajuste debido a que experimenta menor dispersión que la regresión Poisson (Faraway, 2013) (tabla 7).

TABLA 7
Sobredispersión en ambos modelos

Likelihood ratio test					
Poisson 1: $Y_d \sim X_E + X_S + X_R + X_T + X_P + IS$					
Binomial 2: $Y_d \sim X_E + X_S + X_R + X_T + X_P + IS$					
#Df	LogLik	Df	Chisq	Pr(>Chisq)	
1	7	-1147.77			
2	8	-636.99	1	1021.6	< 2.2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Fuente: elaboración propia.

Con un nivel de significancia del 0.05, X_T y X_P no son significativas en el modelo binomial negativo, en tanto, X_P es significativa en el modelo Poisson.

Los residuales de la devianza en el modelo de regresión binomial negativa tienden a aproximarse a sus grados de libertad, por lo cual presenta mejor ajuste que el modelo de regresión Poisson.

Al comparar el criterio de información Akaike (AIC) de ambos modelos, el de la regresión binomial negativa es más pequeño; por tanto, presenta mejor ajuste.

Una vez detectadas las variables significativas y el modelo de mejor ajuste (regresión binomial negativa), se procede a una segunda etapa en la cual se deben cumplir con otros supuestos.

4.3.1. Segunda etapa

Las corridas se pueden consultar en la tabla A4 del anexo A. En esta etapa se deben cumplir los siguientes supuestos:

a) Los residuales de la devianza se distribuyen como una χ^2 . Con un p -valor del 0.321 sobre los residuales de la devianza y con un nivel de significancia del 0.05 no se rechaza la hipótesis nula (H_0):

H_0 : los residuales de la devianza se distribuyen χ^2

vs.

H_a : los residuales de la devianza no se distribuyen χ^2

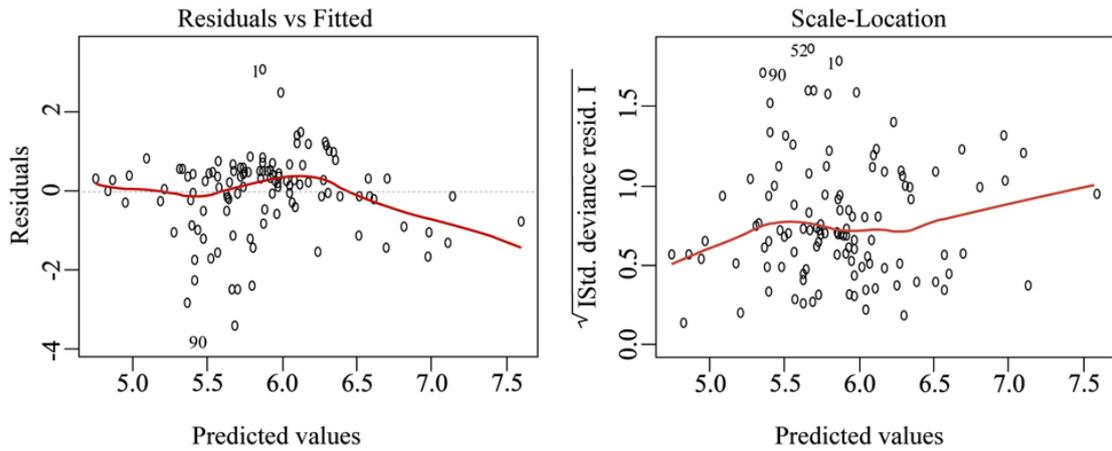
b) No debe existir colinealidad entre las variables explicativas. Con un p -valor de Durbin-Watson de 0.188 y con un nivel de significancia del 0.05 no se rechaza la hipótesis nula (H_0), es decir, no hay colinealidad entre las variables explicativas:

H_0 : no hay colinealidad vs. H_a : hay colinealidad

Retomando (15) y sustituyendo la variabilidad explicada por el modelo se define:

$$D^2 = \left[\frac{883.82 - 114.29}{883.82} \right] * 100 = 87.07 \quad (18)$$

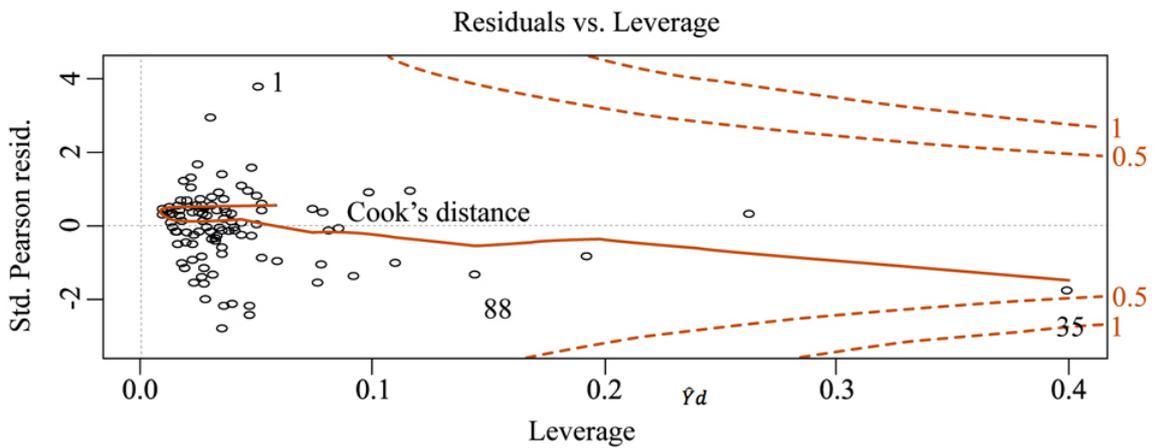
El modelo conserva 87.07% de la variabilidad de los datos. Con base en lo anterior, en la gráfica 1 se puede observar que los residuos estandarizados frente a los valores predichos representan una similitud a una nube de puntos, los cuales parecen confirmar la linealidad de los datos.



GRÁFICA 1
Gráficas de los residuales

Fuente: datos obtenidos a través de la corrida del modelo.

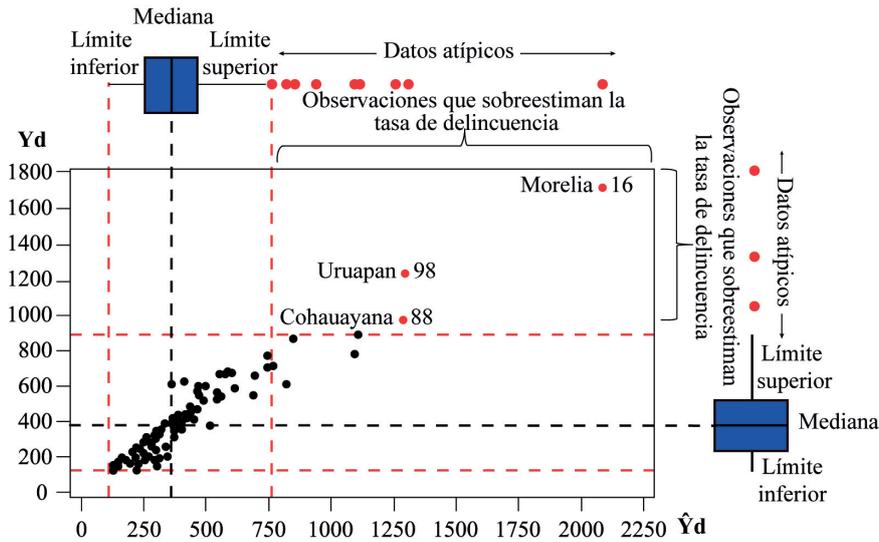
La no presencia de datos atípicos ni sobreinfluyentes hace que el modelo sea bastante adecuado (gráfica 2).



GRÁFICA 2
Gráfica de apalancamiento

Fuente: datos obtenidos a través de la corrida del modelo.

Sin embargo, en el diagrama de dispersión entre Y_d y \hat{Y}_d (gráfica 3), se puede observar tanto las observaciones influyentes como el grado de ajuste del modelo.



GRÁFICA 3
Gráfica de dispersión
Dispersión entre Y_d y \hat{Y}_d .

Fuente: datos obtenidos a través de la corrida del modelo.

Las observaciones 16, 98 y 88 que pertenecen a los municipios de Morelia, Uruapan y Coahuayana sobreestiman la tasa de delincuencia. Estas podrían ser eliminadas para poder tener un mejor ajuste; sin embargo, debido a la importancia que tiene el fenómeno no es recomendable hacerlo.

4. 4. Interpretación de parámetros

Una vez seleccionado el modelo con mejor ajuste, la ecuación de la tasa de delincuencia del estado de Michoacán de Ocampo es la siguiente:

$$\log(\hat{Y}_d) = 4.523 + 0.091X_E + 0.014X_S + 0.007X_R - 1.158X_{GB} \tag{19}$$

Aplicando la función inversa a la función liga:

$$\exp[\log(\hat{Y}_d)] = \exp(4.523 + 0.091X_E + 0.014X_S + 0.007X_R - 1.158X_{GB}) \tag{20}$$

Por tanto:

$$\hat{Y}_d = \exp\{4.523 + 0.091X_E + 0.014X_S + 0.007X_R - 1.158X_{GB}\} \tag{21}$$

$$\hat{Y}_d = 92.11e^{0.091X_E+0.014X_S+0.007X_R-1.158X_{GB}} \tag{22}$$

Esta ecuación explica 87.07% del comportamiento de la tasa de delincuencia de Michoacán. La interpretación de los parámetros es la siguiente:

a) En la entidad se registrarían en promedio 92 delitos cuando las demás variables permanecen constantes.

$$\exp(4.523) = 92.11 \quad (23)$$

Esto equivaldría a 10396 delitos y representaría a 239 delitos por cada 100 mil habitantes en la entidad. $92 \times 113 = 10396$ -> total de delitos, cuando las demás variables permanecen constantes.

$$\hat{Y}_d = \left[\frac{\text{total de delitos}}{\text{Población total}} \right] * 100000 = \left[\frac{10,396}{4,351.037} \right] * 100000 = 238.93 \quad (24)$$

b) Por cada año adicional en la educación, la tasa de delincuencia promedio se incrementaría en 9.52%, es decir, la tasa de delincuencia promedio tendrá nueve delitos adicionales.

$$\exp(0.091) = 1.095 \quad (25)$$

$9 \times 113 = 1017$ -> total de delitos con respecto a los años de educación

$$\hat{Y}_d = \left[\frac{\text{total de delitos}}{\text{Población total}} \right] * 100000 = \left[\frac{1,017}{4,351.037} \right] * 100000 = 23.37 \quad (26)$$

Esto equivaldría a 23 delitos adicionales en la entidad por cada 100 mil habitantes.

c) Por cada delito que reciba una sentencia, la tasa de delincuencia promedio se incrementará en 1.41%. Esto equivale a un delito adicional a la tasa de delincuencia promedio.

$$\exp(0.014) = 1.014 \quad (27)$$

$1.30 \times 113 = 147$ -> total de delitos con respecto a la tasa de sentencia

$$\hat{Y}_d = \left[\frac{\text{total de delitos}}{\text{Población total}} \right] * 100000 = \left[\frac{147}{4,351.037} \right] * 100000 = 3.37 \quad (28)$$

Esto equivaldría a tres delitos adicionales a la entidad por cada 100 mil habitantes.

d) Por cada punto porcentual que se incremente la impunidad en los municipios, la tasa de delincuencia promedio se incrementará en 0.7%, esto corresponde a 1 delito adicional a la tasa de delincuencia promedio.

$$\exp(0.007) = 1.007 \quad (29)$$

0.65 x 113 = 73.45 -> total de delitos con respecto al grado de impunidad

$$\hat{Y}_d = \left[\frac{\text{total de delitos}}{\text{Población total}} \right] * 100000 = \left[\frac{73}{4.351.037} \right] * 100000 = 1.67 \quad (30)$$

Esto equivaldría a dos delitos adicionales a la entidad por cada 100 mil habitantes.

e) Por cada punto porcentual que se incremente la gobernabilidad en los municipios, la tasa de delincuencia promedio decrecerá en 68.6%, es decir, la tasa de delincuencia promedio decrecerá en 63 delitos.

$$\exp(-1.158) = 0.314 \quad (31)$$

63.11 x 113 = 7132 -> total de delitos con respecto a la gobernabilidad

$$\hat{Y}_d = \left[\frac{\text{total de delitos}}{\text{Población total}} \right] * 100000 = \left[\frac{7,132}{4.351.037} \right] * 100000 = 163.91 \quad (32)$$

Esto equivaldría a 164 delitos menos en la entidad por cada 100 mil habitantes.

Como se puede observar, las instituciones de Michoacán no han efectuado adecuadamente sus funciones, pues a partir de la construcción del presente modelo se comprueba que no se cumple con algunas de las conjeturas planteadas en la tabla 3.

a) En educación, se supuso lo siguiente: “a más años de educación, menor tasa de delincuencia”. En el presente modelo los años de educación y la tasa de delincuencia tienen pendiente positiva, es decir, “a más años de educación, mayor tasa de delincuencia” que posiblemente se deba a las siguientes conjeturas:

- Desde el contexto de la estadística: tanto los años de educación como la tasa de delincuencia siguen un mismo algoritmo.
- Desde el contexto de las ciencias sociales: la educación que se ofrece en México, no proporciona los elementos necesarios para que un individuo pueda frente a las necesidades que le implementa su entorno social.

Esta última conjetura enfatiza la tesis planteada por Axel Didriksson (profesor-investigador del UNAM), quien afirma que una sociedad sin logros educativos no tiene posibilidades de desarrollo económico y social al no tener elementos de valor agregado (lenguaje abstracto, mecanismos informáticos y digitales, entre otros). Se dirige a una pobreza de ignorancia, teniendo como efecto el acceso a empleos informales y mal pagados o a ser sujetos cautivos de la delincuencia.

b) En impartición de justicia se hicieron las siguientes suposiciones: “a mayor tasa de sentencia, menor tasa de delincuencia” y “a mayor grado de impunidad, mayor tasa de delincuencia”, donde esta última sí se cumplió en el modelo; sin embargo, no ocurrió lo mismo con la tasa de sentencia y la tasa de delincuencia, pues en el modelo presentaron pendiente positiva (“a mayor tasa de sentencia, mayor tasa de delincuencia”).

Esto supone la siguiente conjetura: el sistema de impartición de justicia en México coexiste con otra lógica de abordar este fenómeno social, que no se apega al marco normativo que previene y sanciona, afirmando las hipótesis planteadas por Guillermo Zepeda (maestro-investigador UNAM), quien señala que el problema de la delincuencia es resultado de los altos índices de corrupción en las instituciones que imparten justicia, el cual tiene origen en determinadas causas sociales, tales como legalidad absurda, impartición de justicia viciada y deterioro económico (Fernández, 2011).

Para Guillermo Zepeda, la legalidad absurda es cuando el sistema jurídico permite situaciones de injusticia y aplican castigos rigurosos a infracciones pequeñas y no provee de sentencias para que grandes delincuentes no eludan la ley. Por otro lado, la impartición de justicia es deshonesta debido a que los ministerios públicos están corroídos por la corrupción. Cualquiera que haya golpeado a su esposa, abusado de un niño, atropellado a una persona, falsificado una firma o un documento, entre otros, sabe que en principio todo o casi todo se puede arreglar. Relacionado a lo anterior, una economía decadente genera perturbaciones en la dimensión legal de la vida humana y una legalidad defectuosa promoviendo injusticias económicas. De igual modo, los problemas económicos agudos refuerzan la mentalidad del arreglo por fuera del marco legal y el que ello sea factible de hacerlo; esto confirma en las personas el sentimiento de que la legalidad es más que un canal, un obstáculo para vivir bien.

c) Respecto a la gobernabilidad, se hizo la siguiente hipótesis, “a mayor gobernabilidad, menor tasa de delincuencia”. Dentro del modelo sí se cumplió (siendo la de mayor peso). Con esto se puede percibir la existencia de ingobernabilidad en las estructuras del poder de Michoacán. El gran reto político en la actualidad es lograr el repunte de la gobernabilidad y para ello exige ejercer un buen gobierno, es decir, diseñar toda una estrategia conceptual, política, institucional y operativa para garantizar crecimiento económico, tranquilidad social y la generación de oportunidades de desarrollo al alcance de todos (Sánchez, 2014).

Considerando los resultados obtenidos en el modelo, Michoacán se caracteriza por el divorcio entre las demandas sociales y las acciones gubernamentales. La consecuencia es la falta de gobierno y la existencia de una sociedad que niega toda legitimidad a la autoridad y a las instituciones. La forma en cómo se organiza el poder político y la manera en que se ejerce la administración gubernamental determinan la gobernabilidad o la ingobernabilidad. El crecimiento económico y social es importante, pero también lo es la eficacia y la oportunidad con que operen las instituciones públicas, en donde se identifica a un gobierno de calidad.

CONCLUSIONES

En este trabajo se pueden destacar dos elementos para la predicción del fenómeno delictivo en Michoacán: el primero hace referencia a la utilidad del modelamiento sobre el concepto de delincuencia; el segundo es crear una ecuación matemática para predecir comportamiento del fenómeno delictivo.

La utilidad de este modelo sobre el concepto de delincuencia radica en la identificación del proceso delictivo en Michoacán, pues nos obliga a desarrollar dos procesos: *a)* para el primero se establecieron ciertas hipótesis que permitieron definir las variables (respuesta y explicativas) a través de las matemáticas adecuadas para poder plantear el problema de estudio; *b)* en el segundo se simplificaron las herramientas matemáticas utilizadas. Realizar estos dos procesos permitió el desarrollo de algunas predicciones del fenómeno delictivo, por lo cual el modelamiento de la tasa de delincuencia respecto a las acciones que realizan algunas instituciones gubernamentales ofrece una ilustración abstracta del comportamiento del fenómeno delictivo en la entidad.

La utilidad de este modelo se basa en los siguientes matices: *a)* ayuda a aclarar la percepción acerca de los conceptos de delincuencia, impartición de justicia, educación y gobernabilidad. *b)* Sirve como una ilustración de los conceptos de delincuencia, impartición de justicia, educación y gobernabilidad. *c)* Refleja los aspectos

esenciales del fenómeno delictivo en Michoacán de forma simplificada. *d)* Optimiza la actividad práctica mediante la transformación de la realidad.

Debido a lo anterior y a la complejidad que tiene el fenómeno delictivo en Michoacán, se tomó como elemento el modelamiento de una regresión binomial negativa, pues la variable respuesta (tasa de delincuencia) se ajustó al modelo probabilístico de conteo.

Mediante la ecuación matemática obtenida en el modelo se puede suponer que el fenómeno delictivo en Michoacán no es resultado de la pobreza y el desempleo; más bien, es consecuencia de la “incapacidad” de algunas instituciones gubernamentales de la entidad debido a que no proporcionan los elementos necesarios para que la población mejore sus condiciones de vida.

Con el desarrollo de este modelo, y partir del objetivo general, la dinámica de la tasa de delincuencia en Michoacán está en función de los años escolarizados y del sistema de impartición de justicia, pues a través de los resultado obtenidos se puede decir lo siguiente: con el paso del tiempo los delincuentes han elevado sus niveles de estudio y con ello el sistema de impartición de justicia necesita una nueva restructuración, de tal forma que la población recupere su confianza en las instituciones.

Asociado a estos dos resultados, la variable con mayor influencia sobre la tasa de delincuencia fue el grado de gobernabilidad de los municipios, que ha sido el factor de mayor influencia sobre el fenómeno delictivo en Michoacán. A partir del presente modelo se puede suponer la existencia de ingobernabilidad en la entidad, es decir, las instituciones destinadas a la impartición de justicia no ofrecen los elementos necesarios para generar el crecimiento económico y el bienestar social en la población al fallar en su misión de castigar por vías lícitas el comportamiento de dicho individuo. Esto permite suponer que las instituciones desaprovechan su capacidad para regular el comportamiento de sus miembros, dando como resultado la motivación a delinquir.

PROSPECTIVA

Es de suma importancia decir que este trabajo obedece al caso general de la tasa de delincuencia, ya que en dicho indicador se agrega una gran diversidad de delitos que se engloban en un concepto y donde cada uno de ellos tiene distinta dinámica. Así, se dan elementos esenciales para realizar próximas investigaciones sobre delitos específicos, tales como la extorsión, el derecho de piso, el secuestro y la trata de personas, entre otros.

El próximo trabajo estaría relacionado con la extorsión y el derecho de piso, para lo cual se propondría la construcción de un modelo matemático o probabilístico que pronostique la dinámica de dichos fenómenos tomando como referencia la impunidad y la corrupción que prevalecen en las instituciones gubernamentales.

REFERENCIAS

- Air, C. y Case, E. (1993). *Fundamentos de economía*. Estados Unidos: Prentice Hill Hispanoamericana, S. A.
- Benítez, R. (2007). *La crisis de seguridad en México*. México: Nueva Sociedad.
- Camou, A. (2010). *Gobernabilidad y democracia: cuaderno de divulgación de la cultura democrática*. México: Instituto Federal Electoral.
- Canavos, C. (2007). *Probabilidad y estadística. Aplicaciones y métodos*. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Cayuela, L. (2010). *Modelos lineales generalizados (GLM)*. España: Universidad de Granadas.
- Cea, M. (2010). Determinantes de la criminalidad. Revisión bibliográfica. *Política Criminal*, 2, 1-34.
- Cogco, A. (2010). *Un análisis de la política social en México a través de los programas implementados por la Secretaría de Desarrollo Social y su relación con la descentralización de funciones: una mirada desde lo local*. México: Ibero Forum.
- Del Río, M. (2001). *Nuevos rumbos de la criminalidad*. Colombia: Universidad Privada de Santa Cruz
- Díaz, M. (1994). *Metodología de la investigación econométrica*. España: Universidad de Oviedo.

- Didriksson, A. (2011). Educación chatarra: pobre desarrollo. *Progreso*, 1, 34.
- Fair, R. y Case, F. (1993). *Principios de macroeconomía*. Estados Unidos: Pearson. Prentice Hall.
- Faraway, J. (2013). *Extending the linear model with R. Generalized linear mixed effects and nonparametric regression models*. United States: University of California.
- Fernández, G. (2011). *El sistema de justicia en México*. México: Consejo de la Presidencia de la República.
- Flores, F. (2000). *Todavía sobre la carrera judicial: la impartición de justicia, viejo y persistente problema*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, J. (2002). *Criminalidad-estructura urbana: Tijuana 2002*. México: Universidad Autónoma de Baja California.
- Ipsos-Bimsa (2011). *Encuesta nacional sobre inseguridad y democracia*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). *Anuario Estadístico de Michoacán 2012*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2013). *Anuario Estadístico de Michoacán*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Lagunas, E. (2003). *Propuestas para mejorar la calidad de la educación en México*. Mexico: Universidad Autónoma del Estado de México.
- LaFree, G. y Dugan, L. (1998). *Una comparación del estudio del terrorismo y el estudio de la delincuencia*. Estados Unidos: Universidad de Maryland.
- Lozano, C. (2005). *La delincuencia en la era de la globalización*. México: Universidad del Desarrollo del Estado Puebla.
- Montero, S. y Torres, J. (1998). *La economía del delito y las penas*. México: Editorial Comares.
- Ramos, C. (1997). *La delincuencia juvenil*. Chile: Universidad de Chile.
- Rosas, G. (2012). *Michoacán, cifras de delincuencia superiores a las de nivel nacional*. México: Grupo Marmor Informa.
- Samir, F. (2010). *La medición de la inseguridad ciudadana*. México: Universidad Virtual.
- Sánchez, A. (17 de junio de 2014). Ingovernabilidad en Michoacán. *El Debate*, 12.
- SEP (Secretaría de Educación Pública). (2013). *La estructura del sistema educativo mexicano*. México: Dirección de Acreditación, Incorporación y Revalidación.
- Serrano, A. y Realpe, M. (2010). *Teorías macro: anomia, legitimidad de las instituciones y eficacia colectiva*. España: Universidad Oberta de Cataluña.
- Tusell, F. (2007). *Estadística matemática*. España: Universidad del País Vasco.

ANEXO A

TABLA A1
Funciones de las instituciones gubernamentales

Institución gubernamental	Objetivo(s)	Descripción
Secretaría de Educación Pública	Atender a todos los individuos debido a que la educación debe llegar a todos los seres humanos sin importar las posibilidades de cada uno y las necesidades sociales en que se encuentran (SEP, 2013).	El sistema educativo mexicano está compuesto por seis niveles: inicial, preescolar, primaria, secundaria, media superior (bachillerato y profesional media), superior (licenciatura y posgrado). Además, se ofrece en dos grandes modalidades: escolarizado y abierto.
<p>A nivel federal: Suprema Corte de Justicia de la Nación, tribunales colegiados y unitarios de circuito.</p> <p>A nivel estatal: Tribunal Superior de Justicia, juzgados de primera instancia.</p> <p>A nivel municipal: Tribunal de Falta, policía preventiva que está al mando del presidente municipal.</p>	<p>a) Reducir los índices de impunidad a partir de una mayor eficacia en la investigación científica y en su persecución de los delitos, contribuyendo a la seguridad pública. b) Fomentar la cultura de la prevención del delito y la denuncia. Combatir la corrupción a través de la consolidación de mecanismos internos de control.</p>	El sistema de impartición de justicia se integra por jueces, magistrados, secretarios y actuarios que funcionan como intermediarios en los conflictos legales y los intereses de los ciudadanos, además de que deciden cuando un individuo ha infringido las normas de la Entidad y le imponen una pena proporcional a la falta cometida (Fernández, 2011).
Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) Combate a la pobreza	<p>a) Acrecentar a la equidad y la igualdad de oportunidades.</p> <p>b) Fortalecer la cohesión y el capital social.</p>	Sedesol es quien "diseñará y ejecutará las políticas generales de desarrollo social" y coordinará el Sistema Nacional de Desarrollo Social con la concurrencia de "dependencias, entidades y organismos federales, de los gobiernos municipales y de las Entidades Federativas, así como de las organizaciones" (Cogco, 2010).
Poder Ejecutivo (Federal y Estatal)	Contribuir al financiamiento del desarrollo mediante un incremento sostenido y un mejor aprovechamiento de los recursos provenientes de la Federación.	La generación de empleos, depende de la inversión tanto de particulares, nacionales y extranjeros. En cuanto a incentivar la generación de empleos es fundamental aumentar la inversión, para lo cual es indispensable que exista un entorno favorable para los negocios que abarque la infraestructura que debe proveer el gobierno michoacano, ya que la inversión pública y privada son complementarias (Camou, 2010).

TABLA A2
Corridas en *software R*

Modelo (logaritmo)	Modelo (identidad)	Modelo (raíz cuadrada)
<p>Call: glm(formula = Yd ~ XE + XS + XT + XP + XR + GB, family = poisson(link = log), data = Libro)</p> <p>Deviance Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -11.2091 -2.1943 0.6604 1.8001 9.8494</p> <p>Coefficients: Estimate Std. Error z value Pr(> z) (Intercept) 4.6677042 0.0712696 65.494 < 2e-16 *** XE 0.0883441 0.0059503 14.847 < 2e-16 *** XS 0.0125925 0.0001830 68.821 < 2e-16 *** XR 0.0068119 0.0004859 14.021 < 2e-16 *** XT 0.0007436 0.0005669 1.312 0.18958 XP -0.0012554 0.0003973 -3.159 0.00158 ** XGB -1.1192947 0.0844053 -13.261 < 2e-16 *** --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)</p> <p>Null deviance: 13292.5 on 112 degrees of freedom Residual deviance: 1425.9 on 106 degrees of freedom (1 observation deleted due to missingness) AIC: 2309.5</p>	<p>Call: glm(formula = Yd ~ XE + XS + XT + XP + XR + GB, family = poisson(link = identity), data = Libro)</p> <p>Deviance Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -10.6181 -2.9669 -0.6908 1.5688 17.1503</p> <p>Coefficients: Estimate Std. Error z value Pr(> z) (Intercept) -237.0114 22.72751 -10.428 < 2e-16 *** XE 54.8633 2.60881 21.030 < 2e-16 *** XS 5.0341 0.07855 64.087 < 2e-16 *** XR 2.9328 0.14605 20.081 < 2e-16 *** XT -0.6877 0.18079 -3.804 0.000142 *** XP -1.2544 0.15391 -8.151 3.62e-16 *** XGB -198.0784 21.15490 -9.363 < 2e-16 *** --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)</p> <p>Null deviance: 13292.5 on 112 degrees of freedom Residual deviance: 2031.9 on 106 degrees of freedom (1 observation deleted due to missingness) AIC: 2915.6</p>	<p>Call: glm(formula = Yd ~ XE + XS + XT + XP + XR + GB, family = poisson(link = sqrt), data = Libro)</p> <p>Deviance Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -10.3399 -2.0314 0.3396 1.8980 11.0714</p> <p>Coefficients: Estimate Std. Error z value Pr(> z) (Intercept) 2.19168 0.701718 3.123 < 2e-16 *** XE 1.34095 0.067091 19.987 < 2e-16 *** XS 0.13429 0.001981 67.775 < 2e-16 *** XR 0.08291 0.004428 18.635 < 2e-16 *** XT -0.00215 0.005357 -0.401 0.688418 XP -0.01470 0.004316 -3.406 0.000659 *** XGB -7.56802 0.706646 -10.710 < 2e-16 *** --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)</p> <p>Null deviance: 13292 freedom on 112 degrees of freedom Residual deviance: 1406 on 106 degrees of freedom (1 observation deleted due to missingness) AIC: 2375.6</p>

Fuente: elaboración propia.

TABLA A3
Corridas en *software* R

Regresión Poisson	Regresión binomial negativa
<p>Call: glm(formula = Yd ~ XE + XS + XT + XP + XR + GB, family = poisson(link = log), data = Libro)</p>	<p>Call: glm.nb(formula = Yd ~ XE + XS + XT + XP + XR + GB, data = Libro, init.theta = 26.96735433, link = log)</p>
<p>Deviance Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -11.2091 -2.1943 0.6604 1.8001 9.8494</p>	<p>Deviance Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -3.4101 -0.5082 0.2008 0.5081 2.8227</p>
<p>Coefficients: Estimate Std. Error z value Pr(> z) (Intercept) 4.6677042 0.0712696 65.494 < 2e-16 *** XE 0.0883441 0.0059503 14.847 < 2e-16 *** XS 0.0125925 0.0001830 68.821 < 2e-16 *** XR 0.0068119 0.0004859 14.021 < 2e-16 *** XT 0.0007436 0.0005669 1.312 0.18958 XP -0.0012554 0.0003973 -3.159 0.00158 ** XGB -1.1192947 0.0844053 -13.261 < 2e-16 *** --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p>	<p>Coefficients: Estimate Std. Error z value Pr(> z) (Intercept) 4.6095436 0.2713314 16.989 < 2e-16 *** XE 0.0920972 0.0256331 3.593 0.000327 *** XS 0.0138092 0.0007586 18.204 < 2e-16 *** XR 0.0066227 0.0017149 3.862 0.000113 *** XT 0.0003350 0.0020613 0.163 0.870894 XP -0.0014875 0.0016507 -0.901 0.367537 XGB -1.1466880 0.2769779 -4.140 3.47e-05 *** --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p>
<p>(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)</p> <p>Null deviance: 13292.5 on 112 degrees of freedom Residual deviance: 1425.9 on 106 degrees of freedom (1 observation deleted due to missingness) AIC: 2309.5 sher Scoring iterations: 4 1-pchisq(1541.2,106):[1] 0</p>	<p>(Dispersion parameter for Negative Binomial(29.6172) family taken to be 1)</p> <p>Null deviance: 891.26 on 112 degrees of freedom Residual deviance: 114.32 on 106 degrees of freedom (1 observation deleted due to missingness) AIC: 1290 Number of Fisher Scoring iterations: 1 1-pchisq(114.32,106):[1] 0.2722912</p>

Fuente: elaboración propia.

TABLA A4
Corridas en *software* R del modelo de mejor ajuste

```

Call:
glm.nb(formula = Yd ~ XE + XS + XR + GB, data = Libro, init.theta = 26.96257437,
link = log)

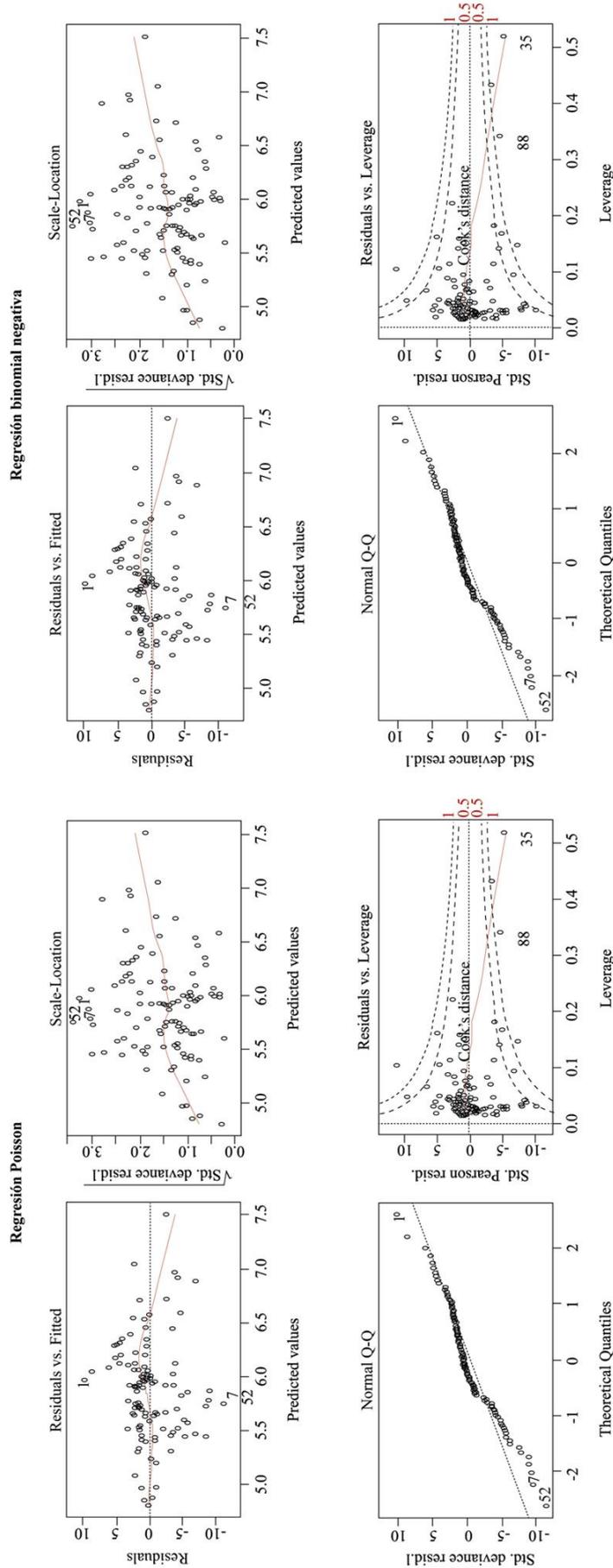
Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.3805 -0.4649  0.2215  0.4865  3.0649

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) 4.5235780  0.2437596  18.558 < 2e-16 ***
XE           0.0912264  0.0255310   3.573 0.000353 ***
XS           0.0138940  0.0007559  18.380 < 2e-16 ***
XR           0.0066210  0.0017217   3.846 0.000120 ***
XGB          -1.1582360  0.2777836  -4.170 3.05e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(29.3502) family taken to be 1)

Null deviance: 883.82  on 112  degrees of freedom
Residual deviance: 114.29  on 108  degrees of freedom
(1 observation deleted due to missingness)
AIC: 1286.9
Number of Fisher Scoring iterations: 1
1-pchisq( 114.29,108):[1] 0.32097
Durbin-Watson test (autocorrelation), data: modelo: DW = 2.099, p-value = 0.188
    
```

ANEXO B



GRÁFICA B1
Residuales de la devianza en ambos modelos
Fuente: elaboración propia.

NOTAS

- [1] Gary LaFree es profesor de Criminología y Justicia Criminal en la Universidad de Maryland y director del Consorcio Nacional para el Estudio del Territorio y de las Respuestas al Territorio (START).
- [2] LaFree define a las instituciones como las vías que siguen unos patrones y son ampliamente aceptadas por los individuos. Las instituciones incluyen modos apropiados, legítimos y esperados de comportamiento
- [3] El modelo probabilístico es la forma que pueden tomar un conjunto de datos obtenidos de muestreos con un comportamiento aleatorio.
- [4] De acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Inseguridad y Democracia, las principales causas de este fenómeno social son las siguientes: la pobreza y el desempleo (41%), la falta de profesionalización de la policía (25%) y la corrupción (13%), entre otras (Ipsos-Bimsa, 2011).
- [5] La gobernabilidad implica la creación de leyes, el diseño de políticas públicas y la instrumentación de acciones orientadas a generar mejores condiciones de vida para la población, así como también enfrentar y resolver los conflictos sociales. No hacerlo genera una situación política inestable que amenaza la continuidad de todo gobierno.

CC BY-NC-ND