

Análisis de las actividades delictivas en Bolivia desde la perspectiva económica

Analysis of the criminal activities in Bolivian from the economic perspective

Resumen: El objetivo de la presente investigación es dar a conocer la correlación espacial que determine la interacción y dependencia espacial y temporal de las actividades delictivas en los diferentes departamentos de Bolivia. Para lograr este objetivo se analizan variables como: delitos contra la integridad corporal y la salud, homicidios, hurtos, robos, atracos o robos agravados, violaciones, estupros y abusos deshonestos, buscando explicar estos hechos delictivos mediante la realidad económica, representada por las variables Producto Interno Bruto y Producto Interno Bruto Percápita, variables sociales como número de operativos realizados y cantidad de droga incautada y finalmente variables ambientales como la temperatura. Con base en esta información se realiza el análisis aplicando modelos econométricos espaciales de panel para mostrar los impactos de las variables descritas en las actividades delictivas y sus niveles incrementales.

Palabras Clave: Actividades delictivas, Econometría Espacial, Imoran, Autocorrelación Espacial, Economía y Violencia.

Abstract: The aim of this research is to present the spatial correlation to determine the interaction and spatial and temporal dependence of criminal activities in the various departments of Bolivia.

To achieve this goal variables are discussed such as; crimes against bodily integrity and health, homicide, mugging, theft, burglary or aggravated robbery, violations, rapes and indecent assault, trying to explain these crimes by economic reality, represented by the variables Gross Domestic Product and Per Capita GDP, social variables such as number of operations performed and amount of drugs seized and finally environmental variables such as temperature. Based on this information the analysis is performed using spatial econometric panel models to show the impact of the variables described in criminal activities and incremental levels.

Keywords: criminal activities, Spatial Econometrics, Imoran, Spatial Autocorrelation, Economics and Violence.

Gimmy Nardó Sanjines Tudela

jim_sanjines@yahoo.com.ar

g.sanjines@uniandes.edu.co

Ingeniero de Sistemas

Master of Science in Environmental and Natural Resource Economics.

Candidato a Doctor en Ciencias Económicas y Administrativas,

Universidad del Valle, Bolivia,

Universidad Carlos III, España /

Universidad de la Plata - Argentina.

Master of Science in Environmental and Natural Resource Economics,

Universidad de Los Andes, Colombia,

University of Maryland, U.S.A.

Ingeniero de Sistemas, Escuela Militar

de Ingeniería, Bolivia.

Artículo Tipo: Investigación Científica

Fecha de recepción:

Mayo 5 de 2011

Fecha de aprobación:

Noviembre 25 de 2011

Introducción

La violencia en el mundo afecta mucho más las áreas urbanas que las rurales, y dentro de las primeras, mucho más las ciudades grandes que a las pequeñas. Esta conexión, aunque raras veces cuantificada, es parte de nuestro subconsciente: las actividades delictivas ya no ocurren en desolados pasajes en el campo sino en el centro de la ciudad e indiferentes peatones.

Varias hipótesis han sido sugeridas para explicar la asociación positiva entre las actividades delictivas o alguno de sus componentes y variables económicas, sociales y ambientales. El objetivo de la presente investigación es más orientado a buscar variables explicativas e indicadores de contagio que muestren una relación geográfica y temporal entre las variables independientes y dependientes que se toman como objeto de estudio.

Los indicadores de homicidios, robos, violaciones y otros delitos dan una razonable información del impacto de la violencia sobre la salud de las personas, en las lesiones o en la muerte prematura o en algunas dimensiones adicionales.

Dada la descripción de párrafos anteriores se aborda el tema, del presente trabajo, desde la descripción de datos sobre delitos, datos acopiados de la Policía Nacional Boliviana del periodo 2000 al 2011, los cuales se relacionan con el Producto Interno Bruto, Producto Interno Bruto Percápita y datos climatológicos recolectados del mismo período de tiempo.

Con base en los datos sistematizados se realiza el modelado mediante modelos econométricos espaciales, esto con objetivo de capturar la autocorrelación espacial y la demostración de la existencia de un flujo delictivo significativo entre los departamentos. Finalmente, se realizan las pruebas que inician con la I de Moran y otros para verificar los resultados y finalmente interpretarlos. Encontradas estas informaciones, en el plano analítico, se estructuran dos tipos de conclusiones relevantes, donde la primera muestra que el trabajo empírico conducente a nuevas fuentes de información sobre actividades delictivas tiene un alto impacto social; y la segunda, que la conciencia que se despierta sobre los problemas, como por las reflexiones y modelos analíticos a los que induce, tiene un complejo mensaje a las instituciones y población en general.

Breve revisión de literatura

Gruenewald y Remer (2006) estudian la relación entre la venta de alcohol y las tasas de violencia interpersonal utilizando datos espaciales de corte transversal en pequeñas unidades geográficas en California. Los resultados sugieren que existe una relación directa entre la disponibilidad de alcohol, medida por el número y tipos de alcohol, y la violencia.

Se sugiere también que las tasas de asaltos están fuertemente relacionadas a hogares de ingreso medio y poblaciones minoritarias. Controlando los resultados

por estas variables, un mayor número de licencias para la venta de alcohol está relacionado con mayores tasas de asalto. En consecuencia, las fallas en la regulación al crecimiento en el número de bares aumentan la tasa de violencia, especialmente en áreas urbanas.

En Latinoamérica, Martínez (2002) analiza la violencia en Colombia a nivel municipal. Los resultados obtenidos indican que sí existe dependencia espacial, lo que muestra que los homicidios se difunden a los municipios vecinos y que tienen un alto nivel de concentración.

Por otra parte, los grupos al margen de la ley, el narcotráfico y la pobreza están asociados a la violencia, en cambio la distribución de propiedad rural y urbana no explican significativamente la tasa de homicidios.

En Colombia, Gaviria (2001) ha constatado que los narcotraficantes desempeñaron roles diferentes en el surgimiento de la violencia: Por una parte, generaron violencia directamente a través de sus actividades y, por otra, produjeron indirectamente violencia a través de diferentes exteriorizaciones criminales: congestión del sistema jurídico, transferencia de conocimientos criminales (aprendizaje), aumento de la disponibilidad de armas y creación de una “cultura” que favorece el dinero fácil y la resolución violenta de los conflictos.

Factores que influyen en la generación de actos delictivos

Según Flores (2008), si bien la violencia es un fenómeno multicausal, esta puede ser explicada mediante factores biológicos y sociales. Desde la perspectiva biológica las características propias del individuo lo impulsan a cometer actos delictivos. Por otro lado, los factores sociológicos, dan importancia predominante a los factores externos, los agentes serán buenos o malos conforme al ambiente en el cual vivan y se desarrollen.

También se puede argumentar la existencia de factores económicos que inciden en la criminalidad. Es un hecho fáctico que la carencia de medios económicos para la satisfacción de necesidades (ej. falta de trabajo, de vivienda adecuada, de servicios elementales, etc.), crea en los individuos un estado emocional de inseguridad. En respuesta a este estímulo se puede generar rebeldía, la cual suele traducirse en la violación de las Leyes y perpetración de delitos

Con relación a la delincuencia, Middendorff (1964) señala que el ambiente local puede ejercer un fuerte influjo sobre la extensión y clases de la criminalidad. En este marco existen las denominadas “áreas de desorganización social”, las cuales están caracterizadas por una prosperidad deteriorada, existencia de grupos al margen de la Ley y heterogeneidad cultural y social.

La literatura económica más reciente establece además una amplia gama de relaciones entre criminalidad, violencia y crecimiento; temas cuyo

redescubrimiento e investigaciones se han realizado dentro de un nuevo marco conceptual.

Respecto a la violencia se ha examinado la relación de estos hechos con el crecimiento y desigualdad. Eide (1994), basándose en los trabajos de Ehrlich (1973), Vandaele (1978), Myers (1980) y Willis (1983), llega a las siguientes conclusiones:

- La probabilidad y el tamaño del castigo tienen un efecto negativo en todos los tipos de crimen.
- Una actividad legal mal remunerada induce un efecto negativo en el crimen.
- El desempleo tiene una correlación positiva en relación con el crimen.
- La densidad demográfica tiene un efecto positivo en todos los casos de criminalidad.

Bejarano (2003) propone que la criminalidad y la violencia crean distorsiones acumulativas que son adversas al desempeño económico y que en estas circunstancias la relación entre el crimen y el crecimiento es siempre negativa en el largo plazo. El rezago de las instituciones y el poder de las organizaciones criminales, lejos de ser transitorios, tienden a persistir y a acumularse en el tiempo.

Metodología

La metodología comprende los siguientes pasos:

- Análisis estadístico de Datos y comparación por regiones.
- Identificación de correlaciones espaciales.
- Construcción, análisis, diagnóstico e interpretación de un modelo econométrico espacial.

Para ello se disponen de las siguientes variables de actividades delictivas:

- Delitos contra la integridad corporal y la salud de las personas.
- Homicidios
- Hurto
- Robo
- Robo agravado (atracó)
- Violación, estupro y abuso deshonesto.

Las mismas que se desean explicar con las siguientes variables:

- Variables Económicas
 - Producto Interno Bruto.
 - Producto Interno Bruto Per cápita.
- Variables sociales
 - Número de Operativos realizados.

- Cantidad de Droga Incautada.
- Variables ambientales
- Temperatura

Cada una de las series corresponde a 10 años en el intervalo de 2000 al 2009 y a cada uno de los departamentos de manera agregada.

Resultados

Como se expresó con anterioridad el objetivo de la presente investigación está orientado a identificar las variables explicativas que muestren una relación significativa geográfica y temporal con las variables dependientes de delitos que se toman como objeto de estudio.

En el trabajo de investigación realizado por Londoño & Guerrero (2006) se presenta y permite observar cifras razonables y muy indicativas. A nivel Latinoamérica se muestra en tabla 1 un indicador del nivel de violencia en varios países pertenecientes a esta región.

Tabla 1.

Victimas de Delincuencia

País	Porcentaje de Población
Guatemala	54,9
México	47,7
El Salvador	47,1
Venezuela	43,9
Ecuador	39,2
Colombia	37,4
Perú	36,8
Honduras	36,3
Nicaragua	35,7
Paraguay	35,1
Argentina	34,2
Brasil	33,9
Bolivia	32,8
Costa Rica	32,7
Chile	32
Panamá	25,1
Uruguay	21,4
Promedio Latinoamérica	30

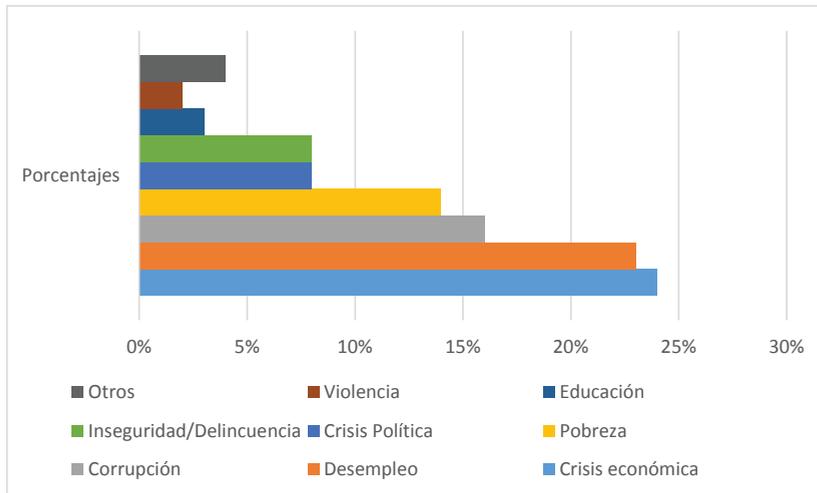
Fuente: (Londoño & Guerrero, 2006)

Con base en la tabla 1, se afirma que aproximadamente una de cada tres familias fue víctima de robo o asalto en el último año a nivel de Latinoamérica. Esta forma simple de violencia contra la propiedad presenta diferencias entre países mostrando de manera significativa que el país con mayor frecuencia (Guatemala) tiene dos veces y media la incidencia del país con menos delincuencia (Uruguay).

Particularmente en el Estado Plurinacional de Bolivia, mediante datos del Instituto Nacional de Estadística INE y Bolivia: Opinión Pública y Policía 1990 – 2007 (series históricas Comparadas), muestra en la figura 1, la percepción por parte de la sociedad sobre los principales problemas que aquejan al país.

Figura 1.

Principales problemas que posee Bolivia



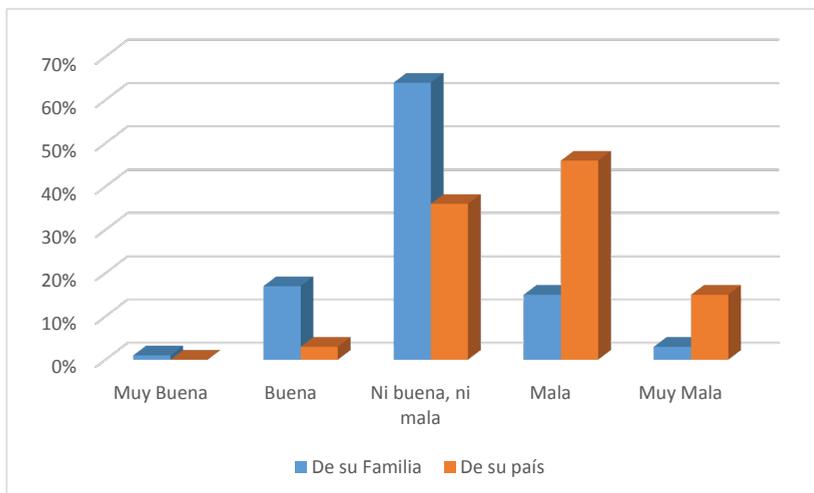
Fuente: Policía Nacional y Seguridad Ciudadana

De la figura 1, se puede apreciar que la crisis económica es la prevalente en la opinión pública seguida por la del desempleo. De los que poseen carácter intermedio se encuentran los relacionados con actividades delictivas que se valoran mediante una tasa total de 26%. Ésta es resultante de la violencia, inseguridad ciudadana y la corrupción.

Gimmy Nardó Sanjines Tudela

Figura 2.

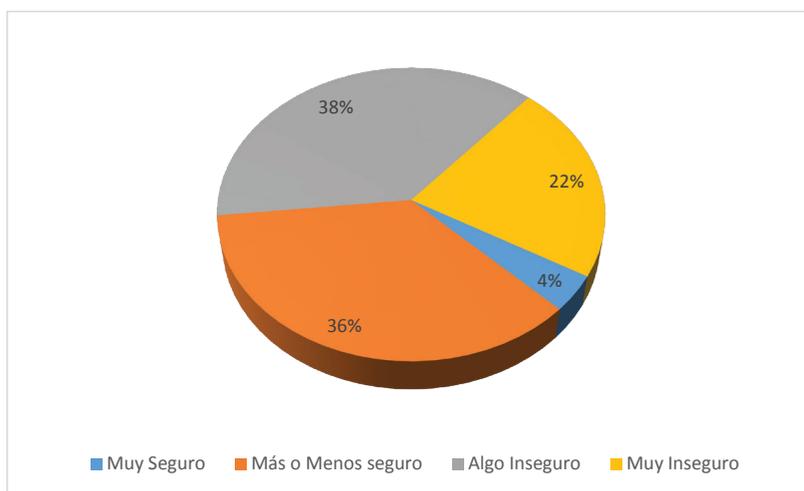
Calificación de la situación económica a nivel país y familiar



Fuente: Policía Nacional y Seguridad Ciudadana

Figura 3.

Apreciación de seguridad de caminar solo por la noche en su barrio o comunidad



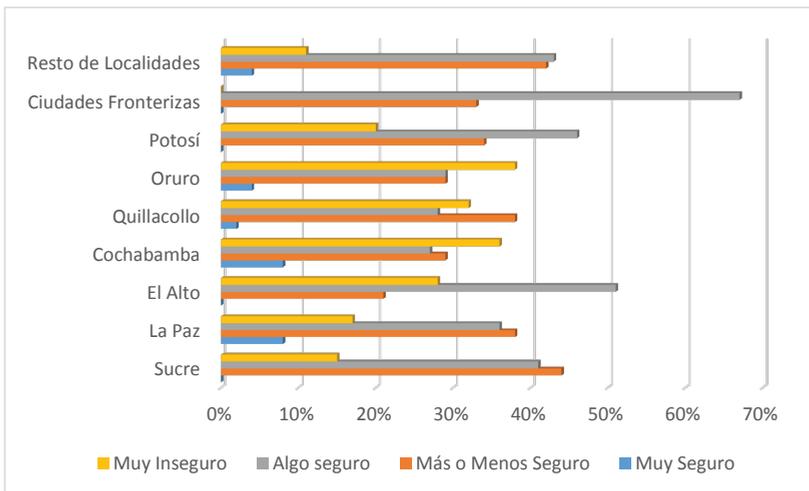
Fuente: Policía Nacional y Seguridad Ciudadana

Con base en la figura 2, se menciona que la percepción sobre la situación económica de nuestro país se describe como “mala” y la situación de la economía con relación a la situación económica familiar es de “Ni buena/ni mala”, con un indicador porcentual del 46% y 64% respectivamente.

Por otro lado en la figura 3, se analiza la inseguridad ciudadana, la cual puede ser examinada desde varios enfoques, en la que se muestra que el 38% de las personas encuestadas aprecia que por las noches, en las calles, se siente “Algo inseguro” y el 22% “Muy inseguro”, lo cual es mayor en porcentaje al muy seguro de 4% y un 36% “Más o menos seguro”. Por lo que se puede inferir que un 96% siente inseguridad en algún grado y que solo el 4% se siente seguro.

Figura 4.

Apreciación de seguridad de caminar solo por la noche por ciudades

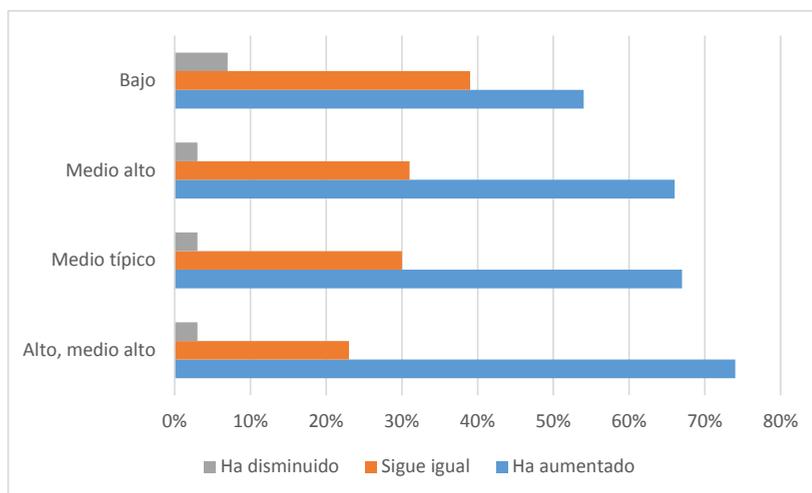


Fuente: Policía Nacional y Seguridad Ciudadana

La figura 4, muestra que las personas sienten o perciben una mayor inseguridad en las ciudades fronterizas, más que en las ciudades principales, esto debido a que al estar alejados tienen un número significativamente menor de policías.

Figura 5.

Percepción de Incremento de la inseguridad en las ciudades (En porcentajes y según nivel socioeconómico)



Fuente: Policía Nacional y Seguridad Ciudadana

Finalmente, en la figura 5, se muestra que la sociedad perteneciente al estrato Alto y medio alto percibe que la inseguridad está incrementando en mayor porcentaje que los de clase baja en una relación de 70% a 53%. Empero, se torna esto en una situación inversa cuando se habla de una posible disminución de la inseguridad, teniendo los niveles más altos los de estratos bajos que los de Ato y medio alto en una relación del 8% al 3%.

Con base en lo antes descrito la presente investigación busca ahondar en la explicación, tomando variables económicas, sociales y ambientales que expliquen en algún grado el número de hechos delictivos en Bolivia. Para lo cual el empleo de modelos de econométrica espacial es fundamental porque incorpora una variable de contigüidad, la cual es ignorada en otras metodologías.

Econometría espacial - Estadístico I de Moran

Una de las formas de medir la autocorrelación espacial es el estadístico I de Moran. Este estadístico permite probar dos hipótesis; la primera si la variable dependiente está concentrado espacialmente, y segundo medir los cambios temporales en los niveles de concentración. La lógica del procedimiento es que un aumento temporal en la magnitud de los coeficientes indicaría un proceso de divergencia regional, mientras que una disminución indicaría evidencia de convergencia regional. (Marin, 2003).

El estimador del coeficiente de I de Moran es:

$$I = \frac{[z^t]^T [W \otimes I] [z^t]}{[z^t]^T [z^t]} \quad [1]$$

Donde el valor I puede tomar diferentes estructuras. Estas estructuras se determinan de acuerdo a la estructura de vecindades. De estas depende la especificación de la matriz W^* la cual es determinante en la construcción del modelo de regresión espacio temporal.

Se analizan a continuación tres alternativas diferentes.

En primer lugar se supone que la estructura de vecindades y las redes de interacción existentes entre las distintas unidades espaciales no varían en el tiempo, de tal forma que $w_{ij}=w$. En este caso, es posible expresar esto de la siguiente manera:

$$I = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad [2]$$

La matriz resultante W^* = define el comportamiento descrito.

En segundo lugar la matriz resultante W^* = es una matriz definida por bloques de orden $N \times N$ de tal forma que es triangular inferior por bloques con el fin de no dar lugar a relaciones futuras.

Cada uno de los bloques está formado por una matriz W_{ij} mediante la cual se cuantifica la estructura de vecindades en cada período de tiempo para los elementos de la diagonal principal, y para los elementos debajo de la diagonal principal pueden también establecerse vecindades que recojan la interacción temporal. Definiendo I como sigue:

$$I = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad [3]$$

Finalmente, la matriz w^* daría dependencia espacial en el instante t y a una dependencia espacio-temporal en t+1 con u retardo temporal. Definiendo la matriz siguiente:

$$I = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad [4]$$

Especificaciones del modelo

Dentro de la amplia variedad de modelos espaciales deben destacarse dos estructuras que con más frecuencia se utilizan en econometría espacial: los llamados modelos de retardo espacial que también llamaremos de *comunicación o contagio* y modelos del error espacial o de *comparación*. Los primeros, los modelos de retardo espacial, recogen la estructura de dependencia espacial del proceso mediante la inclusión de un retardo espacial como factor explicativo de la variable endógena, con la siguiente especificación:

$$Y = \rho WY + X\beta + e \quad [5]$$

$$e \sim N(0, \sigma^2 I)$$

Donde como es habitual, Y es un vector columna $n \times 1$, X es una matriz $k \times n$ que recoge una serie de variables exógenas (donde opcionalmente se puede incluir una columna de unos para el término constante), W es una matriz de conexiones $n \times n$ exógena que define la estructura de vecindades, WY es el retardo espacial de la variable Y .

La magnitud y el signo del parámetro de dependencia espacial vienen recogida en el modelo por un parámetro autorregresivo que determina tanto la intensidad como el carácter positivo o negativo de esta dependencia. Finalmente, el vector e se corresponde con el término de perturbación que se supone un ruido blanco.

En primer lugar, y por esto se entiende como modelo de *comunicación o contagio*, la influencia que sobre la propia variable endógena ejercen las zonas vecinas con las que interactúa. Esta influencia se recoge mediante una media ponderada - a través de los valores w_{ij} con la que se cuantifica la influencia que ejerce la zona j sobre la i - de los valores de la propia variable en las zonas vecinas. Los valores asignados a los elementos de la matriz w_{ij} como anteriormente se ha comentado, dependen del criterio del investigador y en cierta forma recogen su teoría sobre la estructura de interrelaciones. Este factor de *comunicación*, se pondera por un coeficiente 1 estimado en el modelo.

En segundo lugar y como en un modelo de regresión clásico, se recoge el efecto de una serie de variables exógenas localizadas en la zona i -ésima (μ_i), al que finalmente se acompaña de un término de error.

La segunda especificación introduce la estructura de dependencia espacial en el término de perturbación del modelo, como se muestra a continuación:

$$Y = X\beta + u \quad [6]$$

$$u = \rho Wu + e \quad [7]$$

$$e \sim N(0, \sigma^2 I) \quad [8]$$

Como en el caso anterior Y es un vector columna $n \times 1$, X es una matriz $k \times n$ que recoge una serie de variables exógenas, W es una matriz de conexiones $n \times n$ exógena que define la estructura de vecindades y ρ es el parámetro de dependencia espacial.

En esta segunda especificación, como en el caso anterior, el valor de la variable endógena localizado en la i -ésima zona es el resultado de dos contribuciones. La primera de estas contribuciones es la tendencia del proceso (μ_i) que como es natural recoge la influencia de los factores exógenos en la zona i . La segunda de las contribuciones se trata de una modificación de la tendencia del proceso fruto de la comparación con su entorno.

El segundo término *corrige* el valor de la tendencia en función de los valores obtenidos en localizaciones que sean vecinas dependiendo de si son superiores o inferiores a su valor esperado. Así, aquellas zonas vecinas infravaloradas por la tendencia del proceso contribuirán de forma positiva a incrementar el valor de la variable en la zona i -ésima, mientras que aquellas zonas vecinas sobrevaloradas por la tendencia del proceso (μ_j) contribuirán de forma negativa y disminuirán el valor de la variable en la localización " i ". Al igual que en el caso anterior, vendrá ponderado por un coeficiente de dependencia espacial estimado en el modelo, y que podrá ser de signo positivo o negativo dependiendo del tipo de autocorrelación presente.

Modelos espacio temporales

La especificación espacial depende básicamente de las observaciones realizadas, un modelo espacial con data panel contiene dependencia rezagada en la variable dependiente o un modelo incorpora un proceso autorregresivo de primer orden en los términos de error. El primer modelo es conocido como el modelo espacial con rezagos y el segundo es denominado modelo espacial en los errores. Formalmente, Marín (2003), el modelo espacial con rezagos se expresa de manera formal de la siguiente manera:

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + \alpha + x_{it} \beta + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad [9]$$

Dónde:

y_{it} : es la variable dependiente para la sección cruzada de la unidad i en el tiempo t .

$\sum_{j=1}^N w_{ij}y_{jt}$: denota los efectos de la interacción de la variable dependiente con la variable dependiente .

w_{ij} : es un elemento cualquiera de la matriz de vecindades.

x_{it} : es una matriz de variables explicativas.

En el modelo espacial en los errores, los términos de error de la unidad i , capturan la dependencia en los términos de error de acuerdo con la matriz de vecindades w . Esto se expresa de manera formal de la siguiente manera:

$$y_{it} = \alpha + x_{it}\beta + \mu_i + \lambda_t + \varphi_{it}$$

Con: [10]

$$\varphi_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij}\varphi_{it} + \varepsilon_{it}$$

Dónde: es el llamado coeficiente de autocorrelación espacial.

Construcción de la matriz de vecindad

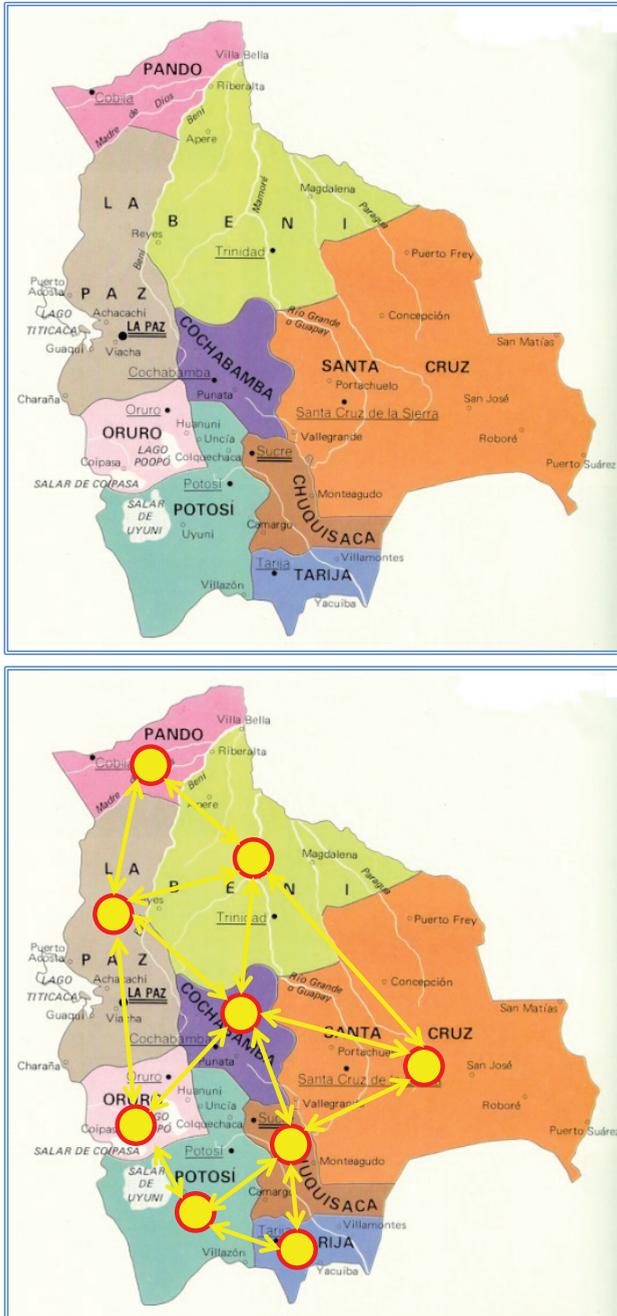
La matriz de pesos se puede construir de muchas formas dependiendo del análisis que se quiera realizar. La forma más simple es cuando se trabaja con datos referenciados a regiones contiguas, como son los departamentos de un país. Este consiste en construir un matriz de contigüidad W , simétrica y cuadrada cuyas filas y columnas representan las observaciones y las celdas representan la distancia de entre las regiones, definidas del siguiente modo:

- La distancia de una región consigo misma es 0.
- La distancia de una región con una vecina directa es 1.
- La distancia de una región con una no limítrofe es 0.

Dado el Mapa Político de Bolivia, que se muestra en la siguiente figura, se definen los nodos y las flechas de relación que muestran la contigüidad y la aparente relación espacial entre las mismas.

Figura 6.

Identificación de Vecindades



Elaboración: Propia

La expresión formal matemática de las relaciones graficadas se expresan mediante la siguiente matriz:

Tabla 2.

Matriz de Vecindades

	La Paz	Oruro	Potosí	Cbba	Chqsca	Tarija	Pando	Beni	SCz
La Paz	0	1	0	1	0	0	1	1	0
Oruro	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Potosí	0	1	0	1	1	1	0	0	0
Cbba	1	1	1	0	1	0	0	1	1
Chqsca	0	0	1	1	0	1	0	0	1
Tarija	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Pando	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Beni	1	0	0	1	0	0	1	0	1
SCz	0	0	0	1	1	0	0	1	0

Elaboración: Propia

Note que la matriz w es simétrica y muestra, como la convención exige, que la diagonal está conformada por ceros. Así también, los departamentos que no tienen una frontera con otro se denotan con el valor cero. La estructura muestra, por definición, que corresponde a una matriz de contigüidad de Rooks.

De la anterior matriz, por simples operaciones aritméticas, se plantea la matriz estandarizada de la siguiente manera:

Tabla 3.

Matriz estandarizada

	La Paz	Oruro	Potosí	Cbba	Chqsca	Tarija	Pando	Beni	SCz
La Paz	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00
Oruro	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Potosí	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00
Cbba	0,17	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17	0,17
Chqsca	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25
Tarija	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Pando	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Beni	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25
SCz	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,33	0,00

Elaboración: Propia

La motivación para la estandarización de la matriz de vecindades es obtener las expresiones que definen el valor promedio de los departamentos con sus vecinos. De esta manera, se puede obtener la media de las relaciones. Esto se muestra continuación:

$$\begin{pmatrix} y^*1 \\ y^*2 \\ y^*3 \\ y^*4 \\ y^*5 \\ y^*6 \\ y^*7 \\ y^*8 \\ y^*9 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,00 & 0,25 & 0,00 & 0,25 & 0,00 & 0,00 & 0,25 & 0,25 & 0,00 \\ 0,33 & 0,00 & 0,33 & 0,33 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,25 & 0,00 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,17 & 0,17 & 0,17 & 0,00 & 0,17 & 0,00 & 0,00 & 0,17 & 0,17 \\ 0,00 & 0,00 & 0,25 & 0,25 & 0,00 & 0,25 & 0,00 & 0,00 & 0,25 \\ 0,00 & 0,00 & 0,50 & 0,00 & 0,50 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,50 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,50 & 0,00 \\ 0,25 & 0,00 & 0,00 & 0,25 & 0,00 & 0,00 & 0,25 & 0,00 & 0,25 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,33 & 0,33 & 0,00 & 0,00 & 0,33 & 0,00 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y1 \\ y2 \\ y3 \\ y4 \\ y5 \\ y6 \\ y7 \\ y8 \\ y9 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 y^*1 &= 0,25 y_2 + 0,25 y_4 + 0,25 y_7 + 0,25 y_8 \\
 y^*2 &= 0,33 y_1 + 0,33 y_3 + 0,33 y_4 \\
 y^*3 &= 0,25 y_2 + 0,25 y_4 + 0,25 y_5 + 0,25 y_6 \\
 y^*4 &= 0,17 y_1 + 0,17 y_2 + 0,17 y_3 + 0,17 y_5 + 0,17 y_8 + 0,17 y_9 \\
 y^*5 &= 0,25 y_3 + 0,25 y_4 + 0,25 y_6 + 0,25 y_9 \\
 y^*6 &= 0,5 y_3 + 0,5 y_5 \\
 y^*7 &= 0,5 y_1 + 0,5 y_8 \\
 y^*8 &= 0,25 y_1 + 0,25 y_4 + 0,25 y_7 + 0,25 y_9 \\
 y^*9 &= 0,33 y_4 + 0,33 y_5 + 0,33 y_8
 \end{aligned}$$

La última expresión denota que existe una relación lineal cuantificable entre la variable dependiente y la variable dependiente afectada por la matriz de vecindades.

Estimación del estadístico I-Moran

Dado el carácter geográfico de las variables dependientes utilizadas en este trabajo, puede existir un cierto grado de correlación tanto con el valor de la misma variable dependiente como por la dependiente de los otros departamentos. Así, la tasa de homicidios de una unidad geográfica puede estar correlacionada con la tasa de homicidios de la unidad geográfica vecina, con las condiciones sociales de los vecinos o con factores generadores de violencia en los vecinos. En este sentido, se deben utilizar técnicas econométricas que capten las mencionadas relaciones.

Los estadísticos utilizados para demostrar la existencia de autocorrelación espacial es el de I-Moran y la G de Getis Ord. Estos se aplicaron a cada una de las variables objeto de estudio con la finalidad de demostrar la existencia o no de la dependencia espacial entre las diferentes zonas geográficas. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Tabla 4.

Estadísticos de Dependencia Espacial

VARIABLE	ESTADISTICO	VALOR	E(I)	sd(I)	z
DELITOS CONTRA LA INTEGRIDAD CORPORAL Y SALUD DE LAS PERSONAS	I-Moran	-0,027	-0,011	0,077	-0,208
	Geary's C	0,946	1	0,086	-0,63
	Getis & Ord's G	0,041	0,004	0	2,353
HOMICIDIOS	I-Moran	-0,007	-0,011	0,077	0,06
	Geary's C	1,015	1	0,086	0,177
	Getis & Ord's G	0,042	0,04	0,001	2,94
HURTO	I-Moran	-0,132	-0,011	0,077	-0,566
	Geary's C	1,048	1	0,087	0,55
	Getis & Ord's G	0,041	0,04	0	2,044
ROBO	I-Moran	-0,083	-0,011	0,077	-0,931
	Geary's C	0,999	1	0,087	-0,012
	Getis & Ord's G	0,041	0,04	0	2,488
VIOLACIÓN ESTUPRO Y ABUSO DESHONESTO	I-Moran	0,177	-0,011	0,077	-2,139
	Geary's C	1,108	1	0,086	1,249
	Getis & Ord's G	0,041	0,04	0,001	2,547

Elaboración: Propia

La prueba estadística de I-moran muestra, con base en los valores z, que las variables delitos contra la integridad de las personas, hurto, robo y violación, poseen autocorrelación negativa y la variable homicidios presenta una autocorrelación positiva.

El estadístico G de Getis Ord es un estadístico deductivo, lo que significa que los resultados del análisis se interpretan dentro del contexto de la hipótesis nula la que establece que no existe un autocorrelación espacial.

Dados los resultados mostrados por el estadístico G se puede afirmar, al 5% de significancia, que para cada una de las variables puede rechazarse la hipótesis nula planteada por este estadístico. Continuando con el análisis el valor z para las variables es positivo para todas y entonces el valor de G es mayor al E(G) lo cual indica que se agrupan valores altos para el atributo en el área de estudio.

Se debe mencionar que las pruebas realizadas para el Análisis Exploratorio Global no son sensibles a situaciones donde existen agrupaciones de regiones o áreas que presenten una concentración de valores elevados o bajos localizados en áreas específicas del territorio.

Tras el Análisis Exploratorio de las variables de actividades o hechos delictivos, se ha comprobado que se muestra un esquema de dependencia espacial, rechazándose la hipótesis de una distribución espacial aleatoria de la misma.

Estimación de parámetros y diagnóstico de los modelos

En el presente punto se busca establecer los determinantes de las variables delictivas con base en el uso de variables económicas, sociales y ambientales.

Se inicia la estimación del modelo incluyendo el retardo espacial mediante el método de Máxima Verosimilitud (MV) ya que la estimación MCO en este tipo de modelos generan estimadores sesgados e inconsistentes, esto es afirmado por Moreno, R. y Valcarce, E. (2007). La estimación de Máxima Verosimilitud obtiene los estimadores a partir de la maximización del logaritmo de la función de verosimilitud asociada al modelo espacial especificado.

Los modelos de retardo espacial a estimar son:

$$\lnint_salud_{it} = \rho W \ln pib_{it} + \beta_1 \ln operativos_{it} + \beta_2 \ln cat_droga_{it} + \beta_3 \ln temperatura_{it} + \mu \quad [11]$$

$$\ln homicidio_{it} = \rho W \ln pib_{it} + \beta_1 \ln operativos_{it} + \beta_2 \ln cat_droga_{it} + \beta_3 \ln temperatura_{it} + \mu \quad [12]$$

$$\ln hurto_{it} = \rho W \ln pib_{it} + \beta_1 \ln operativos_{it} + \beta_2 \ln cat_droga_{it} + \beta_3 \ln temperatura_{it} + \mu \quad [13]$$

$$\ln robo_{it} = \rho W \ln pib_{it} + \beta_1 \ln operativos_{it} + \beta_2 \ln cat_droga_{it} + \beta_3 \ln temperatura_{it} + \mu \quad [14]$$

$$\ln violacion_{it} = \rho W \ln pib_{it} + \beta_1 \ln operativos_{it} + \beta_2 \ln cat_droga_{it} + \beta_3 \ln temperatura_{it} + \mu \quad [15]$$

Y los modelos espaciales en los errores son:

$$\lnint_salud_{it} = \alpha + \beta_{1t} \ln operativos + \beta_{2t} \ln cat_drogas + \beta_{1t} \ln temperatura + \mu_i \quad [16]$$

$$+ \lambda_t + \varphi_{it}$$

$$\ln homicidio_{it} = \alpha + \beta_{1t} \ln operativos + \beta_{2t} \ln cat_drogas + \beta_{1t} \ln temperatura + \mu \quad [17]$$

$$+ \lambda_t + \varphi_{it}$$

$$\ln hurto_{it} = \alpha + \beta_{1t} \ln operativos + \beta_{2t} \ln cat_drogas + \beta_{1t} \ln temperatura + \mu_i + \lambda \quad [18]$$

$$+ \varphi_{it}$$

$$\ln robo_{it} = \alpha + \beta_{1t} \ln operativos + \beta_{2t} \ln cat_drogas + \beta_{1t} \ln temperatura + \mu_i + \lambda_t \quad [19]$$

$$+ \varphi_{it}$$

$$\ln violacion_{it} = \alpha + \beta_{1t} \ln operativos + \beta_{2t} \ln cat_drogas + \beta_{1t} \ln temperatura + \mu_i + \lambda \quad [20]$$

$$+ \varphi_{it}$$

En la siguiente tabla se muestran los parámetros estimados y sus correspondientes p-valores para cada modelo y para cada variable dependiente objeto de estudio. (Gebremeskel, 2007)

Tabla 5.

Parámetros estimados y p-valores

var dependiente	Tipo modelo	Parámetros Estimados				
		lnpib	lnoperativos	lncat_droga	Intemperatura	constante
lnint_salud	lag	0,164	0,211	0,116	-0,330	2,430
	p-valor	0,000	0,007	0,006	0,044	0,000
	error					
	p-valor	0,148	0,247	0,088	-0,332	2,500
		0,000	0,003	0,025	0,031	0,000
		lnpibp	lnoperativos	lncat_droga	Intemperatura	constantes
lnhomicidio	lag	-0,854	0,698	-0,094	-0,743	10,850
	p-valor	0,003	0,000	0,113	0,001	0,000
	error					
	p-valor	-1,226	0,768	-0,082	-0,784	13,310
		0,000	0,000	0,152	0,000	0,000
		lnpibp	lnoperativos	lncat_droga	Intemperatura	constantes
lnhurto	lag	-0,554	0,366	0,086	-0,235	8,070
	p-valor	0,005	0,000	0,047	0,134	0,000
	error					
	p-valor	0,097	0,237	0,033	-0,050	3,010
		0,003	0,004	0,433	0,767	0,000
		lnpib	lnoperativos	lncat_droga	Intemperatura	constantes
lnrobo	lag	0,094	0,303	0,014	0,164	2,880
	p-valor	0,000	0,000	0,699	0,242	0,000
	error					
	p-valor	0,104	0,307	0,032	0,152	2,830
		0,000	0,000	0,373	0,271	0,000
		lnpib	lnoperativos	lncat_droga	Intemperatura	constantes
lnviolación	lag	0,128	0,383	0,028	-0,019	1,198
	p-valor	0,000	0,000	0,447	0,890	0,032
	error					
	p-valor	0,116	0,365	-0,002	0,016	1,287
		0,000	0,000	0,967	0,911	0,016

Elaboración: Propia

La Tabla 6 muestra los estadísticos para la selección y diagnóstico de los modelos en el ámbito espacial.

Tabla 6.

Estadísticos

ESTADÍSTICOS								
VARIABLE DEPENDIENTE	TIPO DE MODELO	lod Likelihood	Wlad test	Likelihood ratio	LM	Parámetro espacial		Squared corr
Inint_salud	RETRASOS	-81,45	12,294	11,521	11,269	-0,035	rho	0,668
	ERROR	-82,23	7,755	9,956	0,471	-0,082	lambda	0,619
Inhomicidio	RETRASOS	-111,29	2,483	2,449	2,656	-0,031	rho	0,566
	ERROR	-109,32	11,597	6,38	15,44	-0,026	lambda	0,534
Inhurto	RETRASOS	-82,83	12,769	11,9836	12,911	-0,047	rho	0,497
	ERROR	-83,14	3,882	4,895	0,834	-0,045	lambda	0,463
Inrobo	RETRASOS	-69,2	2,66	2,425	2,251	-0,0257	rho	0,618
	ERROR	-66,62	7,726	7,412	7,715	-0,022	lambda	0,649
Inviolación	RETRASOS	-69,12	12,775	12,267	11,942	-0,036	rho	0,732
	ERROR	-73,57	3,005	3,049	0,085	-0,054	lambda	0,683

Elaboración: Propia

Con base en la información contenida en las tablas se puede observar en los resultados como el logaritmo de la función de verosimilitud crece pasando de un valor menor a uno mayor en los diferentes tipos de modelos, este indicador a ayuda a diagnosticar el o los modelos.

A pesar de que todas las matrices utilizadas indicaron seguir el modelo del retardo espacial y que se ha confirmado que esta afirmación es verdadera, se ha calculado el modelo del error espacial para confirmar que sería el apropiado. En efecto, con la prueba log Likelihood, indican un peor ajuste del modelo del error espacial frente al del retardo espacial en varios de los modelos estimados.

En términos generales, queda claro que el modelo del retardo espacial es más ajustado a los datos del estudio debido a la confirmada existencia de autocorrelación espacial y que en su mayoría los modelos espaciales en los errores no muestran mejores estadísticos que los otros.

También se puede apreciar que la variable retrasada de las variables posee un rho (ρ) negativo que posee en su mayoría una significancia menor al 5% indicador que muestra que la elección del modelo de retardo espacial es adecuado.

Como complemento, el test LM para el retardo espacial es significativo lo que se traduce en que en el caso de utilizar el modelo del error espacial quedaría autocorrelación espacial que no se habría tenido en cuenta.

Por último, cabe señalar que la mayor parte de los modelos estimados cumple con la expresión lo cual muestra que los modelos fueron adecuadamente especificados y que lleva a la aceptación de que el modelo del retardo espacial adecuado.

Interpretando a la interpretación de los modelos se afirma que:

El Producto Interno Bruto y el Producto Interno Bruto Percápita son variables muy significativas a la hora de explicar la cuantía de las actividades delictivas mostrando que a incrementos del PIB disminuyen los hechos delictivos, como ser; el homicidio y hurto. Lo cual nos ayuda a demostrar que a mayores ingresos estas actividades disminuyen.

Por otro lado si el PIB incrementa las actividades delictivas, como ser; los delitos contra la integridad y salud de las personas, robo, la violación, estupro y abuso deshonesto incrementan. De esta manera también se puede afirmar, bajo las autocorrelaciones espaciales, que cada departamento afecta a sus vecinos en estos comportamientos.

Con respecto a la variable “Número de Operativos” se aprecia que es significativo para todos los modelos y muestra que a incrementos en los operativos incrementan las actividades delictivas.

Con relación a la variable que muestra la cantidad de droga incautada se concluye que: incrementan la mayor parte de las actividades delictivas disminuyendo tan solo la cantidad de homicidios. Aunque en muchos de los modelos esta variable no es significativa.

La variable ambiental muestra que a mayores temperaturas se incrementan los robos y disminuyen las otras variables. Se aclara que esta variable si bien no está relacionada de manera directa puede influir en cierto grado en la realización de actos delincuenciales.

Conclusiones

El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis cuantitativo, tanto en el tiempo como en el espacio, de las particularidades y determinantes de las actividades delictivas en los departamentos de Bolivia, tomando en cuenta las variables:

- Delitos contra la integridad corporal y la salud de las personas.
- Homicidios
- Hurto
- Robo
- Robo agravado (atracó)
- Violación, estupro y abuso deshonesto.

Para lograr el objetivo se hizo uso de indicadores de asociación espacial (I de Moran y G de Getis Ord) diagnosticando autocorrelación espacial. Así también, con base en los modelos planteados y estimación de parámetros se concluye que los modelos espaciales rezagados son adecuados para modelar estos fenómenos.

Con base en la información mostrada, al inicio de la investigación, se puede afirmar que la sociedad percibe que vive con un alto grado de inseguridad ciudadana y que aprecia la situación económica del país como “mala” y la economía familiar en el rango de “ni buena ni mala”. Esto permite afirmar que los hechos delictivos están íntimamente relacionados al crecimiento económico.

Dados los resultados mostrados en la tabla 5 y 6 se puede afirmar que:

Los departamentos con mayor población, mayor PIB y mayor incidencia de actividades delictivas como ser; La Paz, Santa Cruz y Cochabamba generan una alta persistencia en el tiempo y un patrón de *difusión contagioso* en el espacio, explicado por el modelo de rezago espacial, mediante el cual los departamentos con mayor índice de actividades delictivas contagian sistemáticamente a los sectores contiguos. De tal manera que las actividades delictivas generan una espiral de las mismas cuya expansión es explicada por sus respectivas tasas *per sé* y no solo por las características de cada departamento.

Así también, se concluye que las variables explicativas tomadas para el presente trabajo son importantes y se deben tomar en cuenta para trabajos futuros, esto no excluye que se puedan tomar otras variables, si se disponen de los datos, para realizar modelos que puedan identificar mayores causas para las variables explicadas.

Se afirma que la epidemiología interdisciplinaria es mucho más rica que la de cualquier disciplina o individuo aislado lo cual se ve plasmado en el método del presente trabajo. En cualquier caso, el uso de ejercicios de epidemiología clásica y contextual en combinación con modelos de actores activos, racionales e interactuantes es un paso importante para la convergencia hacia un modelo epidemiológico general de los hechos delictivos.

Bibliografía

- Bejarano, J. (2003). Violence, security and economic growth in Colombia, 1985-1995. Colombian Economic Journal, 1 (1), 36-57.
- Ehrlich, I. (1973). Participation in illegitimate activities: A theoretical and Empirical Investigation. Chicago Journals, 81(3) 521- 534
- Eide, E. (1994). Economics of crime. Foundations and Trends, 2 (3) 205-279
- Flores, C. (2008). Lecciones de criminología. Valencia, Venezuela, Vadell Hermanos Editores.
- Gaviria, A. (2001). Increasing returns and the Economic Evolution of Violent Crime: The case of Colombia. Universidad de California, San Diego.

- Gebremeskel, H. (2007). Modeling and Estimation Issues in Spatial Simultaneous Equations Models, Post Doctoral Fellow, Research Paper 3(4).
- Gruenewald, P. y Remer, L. (2006). Changes in outlet densities affect violence rates. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 30 (7), 1184-1193.
- Londoño, J. y Guerrero, R. (2006). *Violencia en América Latina: epidemiología y costos*. Red de Centros de Investigación de la Oficina Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Documento de Trabajo.
- López, F. (2000). Modelos de Regresión Espacio Temporales en la Estimación municipal de la renta, Departamento de Métodos Cuantitativo e Informáticos, Universidad Politécnica de Cartagena.
- Marin, J. (2003). *Estadística y Econometría en Stata 8.0*, Departamentos de Fundamentos del Análisis Económico, Universidad de Alicante.
- Martínez, H. (2002). *Espacialidad y economía*. Universidad de los Andes. Facultad de Economía.
- Middendorf, W. (1964). *Criminology of the youth*.
- Moreno, R. y Valcarce, E. (2007). *Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales*.
- Myers, S. (1980). "Why Are Crimes Underreported? What Is The Crime Rate: Does It Really Matter?" (1980)
- Vandaele, W. (1978). "Participation in illegitimate activities: Ehrlich revised 1960". Universidad de California, Departamento de Economía.
- Willis, K. (1983). Spatial variations in crime in England and Wales. *Regional Studies*, 17(4), 261-272.