

# COMPORTAMIENTO DE LA EMPRESA CRIMINAL PRODUCTORA DE COCAÍNA EN ANTIOQUIA, DESDE EL ANÁLISIS ECONOMÉTRICO ESPACIAL<sup>Δ</sup>

*Carlos Arturo Sarmiento Reyes\**

*Juan Carlos Arias Cuellar\**

## **Resumen**

El enfoque principal del presente estudio se basa en el análisis de la cadena productiva de cocaína en el Departamento de Antioquia (Colombia), particularmente en sus 125 municipios durante el periodo 2010-2015. Se utiliza el análisis econométrico e inferencia de datos espaciales que establecen condiciones de atipicidad, adyacencia y autocorrelación que permiten asociar el comportamiento de estas variables como una empresa criminal totalmente estructurada en función de capital y trabajo. Se analizan los resultados en el tiempo y en el espacio para establecer si mencionados efectos son fruto del azar o por el contrario obedecen al planeamiento y ejecución de una empresa criminal que busca maximizar su beneficio, fortalecer el supuesto de economía criminal y si los efectos perduran en el tiempo y el espacio.

Por otro lado, se busca indicar la acción de la fuerza Pública (Ejército Nacional) en respuesta al fenómeno del narcotráfico, bajo la variable de erradicación de cultivos ilícitos, en una lucha constante de la institucionalidad por combatir este flagelo que a lo largo del tiempo se ha constituido en una de las principales fuentes de financiamiento de diferentes estructuras que delinquen en la jurisdicción en estudio.

En la investigación se logró determinar que el comportamiento de la cadena productiva de cocaína, en el departamento de Antioquia, si bien es cierto ha sido cuantificado con técnicas econométricas tradicionales, es el AEDE –Análisis Exploratorio de Datos Espaciales- el que permite modelar un comportamiento empresarial criminal; dado que las variables asociadas guardan una alta dependencia espacial y los modelos estimados en este contexto son mucho más explicativos que sus contrapartes clásicas. Así mismo es de precisar que el modelo lineal planteado concibe las hectáreas de hoja de coca cultivadas como variable dependiente.

**Palabras claves:** Economía del Crimen, Econometría Espacial, Retardo Espacial, Empresa Criminal, Cultivos de hoja de coca en Antioquia, Dependencia Espacial y Autocorrelación Espacial

---

<sup>Δ</sup> Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Economía de la Universidad Eafit, 2015

**Abstract**

This research has as main focus the analysis of the supply chain of cocaine in the Antioquia Department particularly in its 125 municipalities during the years 2010-2015, using the econometric analysis and inference of spatial data, seeking to establish atypical conditions, adjacency and-self relation that allow us to associate the behavior of these variables as a criminal enterprise, fully structured according to capital and labor, analyzing the results in time and space, establishing if mentioned effects are fruit of chance or on the contrary, they obey to the planning and execution of a criminal enterprise that seeks to maximize its profit by strengthening the criminal economy assumption that the effects last in time and space.

On the other hand, it seeks to show the action of the security forces (Army) in response to the phenomenon of drug trafficking, taking into account the variable eradication of illicit crops in a constant struggle of institutions to combat this scourge that through the time has become one of the main sources of funding of different structures that offend in the jurisdiction under study.

In the investigation, it was possible to show that the productive cocaine chain, in the department of Antioquia, has quantified with traditional econometric techniques, it is ESDA -Exploratory Spatial Data Analysis-, which permits to model a criminal enterprise behavior; due to associated variables save a high special codependence and the estimated models in this context are much more explicit than the classical counterparts. Likewise it is clear that the linear model proposed, conceives hectares of coca cultivates as a dependent variable.

**Key Words:** crime economics, spatial econometrics, spatial lag, criminal organizations, cocaine crops.

## 1. Introducción

*“Conoce a tu enemigo, concóctete a ti mismo; en 100 batallas, nunca estarás en peligro”*  
(Sun Tzu)

El fenómeno del narcotráfico, durante las últimas décadas, ha sido una de las principales fuentes de financiamiento de las múltiples estructuras criminales que delinquen en la jurisdicción de Antioquia (Colombia). Contrario al consenso común, existen otras fuentes donde las empresas criminales obtienen sus recursos, claro ejemplo, es la minería ilegal que hoy día genera ingresos muy altos para los diferentes grupos armados que delinquen en la región.

En efecto, la producción de cocaína en el Departamento de Antioquia sostiene a los grupos armados: FARC, ELN y Crimen Organizado; la problemática se acentúa cuando los sembrados de bienes agropecuarios son sustituidos por hectáreas de hoja de coca, con el agravante del impacto ambiental causado por vertimiento de insumos químicos en corrientes hídricas y los consecuentes terrenos improductivos para otras alternativas agrícolas. La problemática se acentúa cuando la fuerza laboral de estas organizaciones está integrada por población campesina, incluyendo menores de edad y adultos mayores, trazando un tejido social en torno a la cadena productiva del narcotráfico más no en pro del beneficio social que ofrece el Estado. Pero ¿por qué el interés de esta empresa criminal en evitar los beneficios sociales de la acción del Estado? A los grupos armados no les interesa que la oferta pública alcance a las comunidades de forma integral, una sociedad con escasez en educación, salud pública y problemas de desnutrición constituye el factor laboral perfecto para la producción de estas organizaciones.

La empresa criminal, en particular, lleva al extremo la reducción de costos, generada por los bajos salarios de sus empleados y un inexistente aporte parafiscal; no hay afiliación al régimen subsidiado de salud, no se cotizan semanas pensionales ni se aseguran riesgos profesionales, pese a lo complejo de la actividad y a las inmensas utilidades del negocio. Ahora bien, analizar este crimen con métodos econométricos tradicionales es insuficiente estadísticamente, toda vez que las variables microeconómicas implícitas en la producción de cocaína no se relacionan tan sólo a nivel cuantitativo sino que presentan una gran dependencia espacial. De ahí que el desarrollo de esta investigación tiene el valor agregado de relacionar las diferentes variables de producción de cocaína con la ubicación en el espacio de las diversas estructuras criminales que delinquen en el departamento de Antioquia; permite reconocer características de empresa criminal, más allá de la concepción general de simples organizaciones de tipo bélico. Así, el conocimiento preciso de la relación entre los factores productivos de narcotráfico, en tal Departamento, permitirá pronosticar de forma más acertada y óptima la toma de decisiones en materia de política pública.

Para el desarrollo de la investigación, los datos suministrados por la *Séptima División del Ejército Nacional* (Ejército Nacional de Colombia, 2015) desde la perspectiva militar, fueron un aporte significativo en el análisis de datos, es esta Institución quien conoce el fenómeno desde su fase

pre-productiva hasta su comercialización. A la par se consultó el monitoreo de cultivos de hoja de coca de la *UNODC* en los años de 2010 a 2014 (UNODC, 2014) cuya referencia es el número de hectáreas detectadas en el Departamento de Antioquia. Igualmente, se hizo el análisis de datos del *Observatorio de Drogas de Colombia* (Minjusticia & ODC, 2015) con el ánimo de establecer el efecto de los cultivos en cada uno de los diferentes municipios.

Bajo el supuesto fundamental de la econometría del crimen (Anselin & Cohen, 2000): los fenómenos criminales tienden a presentar patrones de comportamiento definidos a lo largo del espacio-tiempo que pueden ser estudiados y capturados a través de técnicas econométricas; se inicia entonces con la descriptiva de la producción de hoja de coca por regiones del Departamento, superponiendo zonas con datos atípicos y mapas tipo clúster sobre el mapa político del Departamento de Antioquia. De hecho se detectan los municipios donde el narcotráfico, concretamente de clorhidrato de cocaína, ha encontrado lugares estratégicos para su cadena productiva en cultivo ilícitos, sembrado de minas antipersonas, laboratorios y campamentos.

Además, se evidencian distribuciones geográficas de los activos que favorecen el desarrollo sostenible de la empresa criminal. Luego se estiman inferencias econométricas siguiendo la teoría de retardo espacial: correlación y regresión de Moran (Moran, 1950). Con la primera se contrasta si el fenómeno criminal se distribuye al azar o conserva algún patrón geográfico y con la segunda se construye un modelo para pronosticar la producción de hectáreas de hoja de coca.

## **2. Contexto Histórico**

El estudio se focaliza en el Departamento de Antioquia, localizado en la parte Noroccidental del territorio Colombiano, compuesto por 125 municipios, con una población proyectada para el 2015 de 6.456.299 y una extensión total de 63,612 Kilómetros Cuadrados. El mismo está conformado por 9 subregiones: Bajo Cauca, Magdalena Medio, Nordeste, Norte, Occidente, Oriente, Suroeste, Urabá y Valle de Aburrá.

Como grupos de interés se toman las organizaciones Narcoterroristas que delinquen en el Departamento y es el centro principal de obtención de datos, se relacionan los fenómenos espaciales presentados según evidencia documentaria. Las principales organizaciones criminales que allí delinquen son las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC), el Ejército de Liberación Nacional (ELN) y las Bandas Criminales (Caracol Radio, 2008). Las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC) es una organización terrorista (US Department of State, 1997) que data sus orígenes desde el año 1964, pasan de ser Guerrillas liberales móviles a conformar el inicial Frente Sur (1964) y dos años más tarde se convierten en las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (Leongómez, 2004). Sistemáticamente cambian su forma ideológica de realizar las acciones. Este grupo, dentro de su carta fundacional, tiene como principal objetivo: *“acabar con las desigualdades sociales, políticas y económicas, la intervención militar y de capitales estadounidenses en Colombia mediante el establecimiento de un Estado marxista-leninista y bolivariano”*.

Con el pasar de los últimos 50 años y con el desarrollo de las acciones político - armadas que ha tenido la Organización Narcoterrorista FARC, se puede evidenciar una mutación en sus objetivos iniciales y lo propuesto por el autor Ruiz Mora:

(...) “la combinación de las formas de lucha que hasta el momento habían adoptado las organizaciones insurgentes mutó, de una estructura insurgente armada con objetivos político-ideológicos, a una empresa criminal con objetivos político-económicos (...) Las FARC idearon una nueva clase de actor para el conflicto, se trata de un híbrido entre la insurgencia terrorista y el negocio criminal de las drogas ilícitas”. (Ruiz, 2013)

Entender a las FARC simplemente como una organización netamente Político-Militar es un grave error que distorsiona las verdaderas capacidades de un emporio criminal.

## **2.1 Fundamentos Económicos de las FARC**

En su componente económico, para entender su modelo de negocio se tienen en cuenta los siguientes postulados.

“La política financiera de las FARC -EP, es el conjunto de normas que nos indican el comportamiento político y militar que debemos asumir en cuanto a la consecución, el gasto, la inversión y el control de los recursos del movimiento. y como se trata de la columna vertebral para el desarrollo y el cumplimiento del Plan General de los Ocho años, debemos tener suficiente claridad en el buen manejo de las fuentes financieras existentes y sobre la búsqueda de nuevas formas de ingresos que garanticen el cumplimiento de las metas trazadas. (...) Lo anterior quiere decir, que además de lo requerido para el sostenimiento, el equipamiento y los gastos de la operatividad para todos los hombres de nuestro ejército, hay que crear una reserva económica que será utilizada con la finalidad que establezcan los organismos superiores”. (FARC, 1982)

“Nos exige lo anterior entrar a darnos estabilidad en materia financiera, haciendo uso de los recursos que nos proporcionen las inversiones en la minería, especialmente en la compra venta de oro, en la compra venta de ganado, compra venta de café y estimular con mucha fuerza las mejores relaciones con los campesinos, ganaderos, agricultores, caficultores y comerciantes para conseguir el aporte voluntario y amistoso de nuestros aliados estratégicos del campo y del sector urbano”. (FARC, 1993)

“Hay que seguir explorando las posibilidades financieras que existen en el gremio de los transportadores, especialmente en lo que tiene que ver con las tracto-mulas y empresas transportadoras de carga”. (FARC, 1993)

“Toda inversión no contemplada en el presupuesto debe contar con la aprobación del Secretariado y no debe olvidarse que para todo *negocio* hay que tener en cuenta la *seguridad en la inversión*, buscando *buena utilidad con un mínimo de capital invertido*” (FARC, 1993).

A partir de los anteriores fundamentos, la Organización Narcoterrorista se trazó una serie de políticas para el manejo de los ingresos económicos y los gastos que iba a sobrellevar su sostenimiento en: asegurar la subsistencia del grupo como fuerza armada, de igual manera toda estructura por pequeña que sea debe proveer su sostenimiento, invertir en negocios y propiedades que no sólo generen renta, sino que se tenga utilidad logística, estratégica y política. La comisión de finanzas del frente recoge el dinero y lo reporta al bloque, quien informa al secretariado sobre el dinero que la organización posee en caja.

Según el presupuesto aprobado, el dinero en caja se distribuye así: El 20% queda con el frente que obtuvo el dinero. El 80% se envía al bloque y se abona a la cuota anual que cada frente adeuda al secretariado. Si el frente viene cumpliendo con la cuota establecida por el secretariado, le permiten conservar una porción del 80% para ser invertido. La propiedad adquirida puede ser administrada por el cabecilla, pero siempre estará bajo el control del secretariado.

## **2.2 Medios de Financiación**

Los medios de financiación son: Extorsión- Tiendas comunales, Secuestro, Bases de apoyo, Narcotráfico, Cooperativas y Cuotas voluntarias, Asalto a entidades financieras, Impuestos de Guerra.

## **2.3 Inversión**

Adquisición de vehículos de servicio público y privado, creación de entidades, empresas, clínicas, centros médicos, droguerías, etc; compra de fincas para la cría de ganado y siembra de productos; compra de locales comerciales; compra de ganado; inversión en empresas nacionales o extranjeras; compra de material de guerra e intendencia. Las anteriores inversiones son realizadas por intermedio de terceros o testaferros, para que todas las propiedades aparezcan en forma legal y llene todos los requisitos exigidos por la ley.

## **2.4 Inversiones para Sostenimiento**

Los dineros invertidos en este aspecto están considerados como gastos causados por cada cuadrilla para su supervivencia y desenvolvimiento. Los aspectos considerados en las partidas presupuestales son de manera general; a continuación se consignan algunos aspectos considerados por una cuadrilla para invertir el presupuesto: Alimentación, Intendencia, Medicamento, Salud, Transporte, Educación (pago instructores extranjeros, mercenarios) y Pago de información.

El caso de estudio se centra en el negocio del procesamiento de alcaloides a partir de arbustos de Coca que aproximadamente proporciona más de la mitad de los ingresos a la Empresa Criminal de las FARC. Todo parte del arbusto *Erythroxylum coca* que después de un proceso químico se

transforma en Pasta Base de Coca con propiedades alcaloides y efectos psicoactivos para los consumidores. Por lo general el arbusto crece dentro del rango de 800 a 2000 metros sobre el nivel del mar y es la Región Suramericana propicia para su plantación.

Importante resaltar que en el Departamento de Antioquia, año 2014, existían aproximadamente 2293 hectáreas cultivadas con hoja de Coca. Además, de acuerdo al Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos ilícitos y el informe sobre el monitoreo de cultivos de coca, de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito se observan los siguientes datos:

**Tabla No. 1 Estadísticas varias de Producción.**

ÍTEM	CANTIDADES	ÍTEM	CANTIDADES
Plantas por hectárea	12,082	Densidad de siembra: distancia entre plantas - surcos (metros)	0,89 * 0,93
Biomasa foliar por planta (gramos)	102.9	Plantas por hectárea	12,082
Producción promedio de hojas de coca por departamentos (arobas por cosecha - hectárea)	99.5	Densidad promedio – hectárea	15329
Recolección promedio de hojas de coca (arobas por cosecha - hectárea)	127.7	Número de cosechas – año	4.0
Media Geométrica Producción Hoja Cultivo (arobas por cosecha - hectárea)	108.0	Moda de cosechas - año	5.3
Costo jornal en actividades cocalera	\$ 25,000.0	Contenido de alcaloide en peso húmedo (%)	0.14
Costo promedio de jornal en cultivos de coca	\$ 21.383,00	Media de alcaloide en peso seco	0.14

Fuente: UNODC (2014)

### **Proceso de transformación de la hoja de Coca en Pasta Base de Cocaína**

La transformación de la hoja de coca en Pasta Base de Cocaína exige un procedimiento, descrito en varios pasos y adición de diferentes insumos así: Pesaje de la hoja; picado con guadaña; mezcla de la hoja con cemento, cal, úrea, orín de cerdo, lejía, sal y otros; almacenamiento de la hoja picada en canecas; adición de gasolina, A.C.P.M. o petróleo; después de tres horas se recolecta la solución, se filtra y se agrega agua y ácido sulfúrico, esta solución decantada se denomina guarapo; el guarapo se filtra varias veces hasta obtener una solución clara con PH aproximado a 1; se agrega bicarbonato de sodio, carbonato o soda cáustica para elevar el PH y precipitar el alcaloide; filtración del precipitado obtenido; extracción de humedad; pulverización de la pasta básica de cocaína y por último secado en hornos.

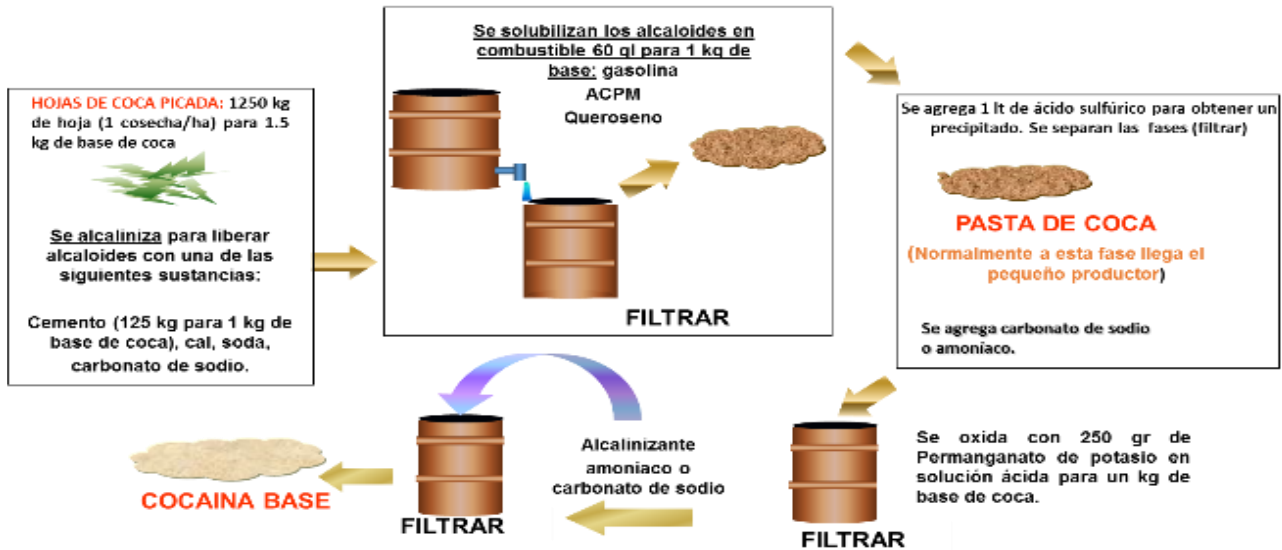
Los siguientes organizadores gráficos muestran las cantidades de insumos y el cumplimiento de

etapas concretas para llegar a ser Pasta Base de Coca. (Ver tabla No. 2 e ilustración No. 1)

**Tabla No. 2. Insumos**

Insumos/Ha/Año	Cantidad	Unidad
Fertilizantes	420	Kilos
Cemento	578	Kilos
Bicarbonato-carbonato de sodio	2	Kilos
Combustibles	278	Galones
Ácido sulfúrico 10%	2	Galones
Amoniaco	3	Galones
Fertilizante foliar	2	Galones
Plaguicidas	7	Galones

Fuente: UNODC-SIMCI, Policía Nacional-DIRAN



**Ilustración No. 1.** Proceso de Producción Pasta Base de Cocaína.

### Proceso de transformación de Pasta Base a Clorhidrato de Cocaína

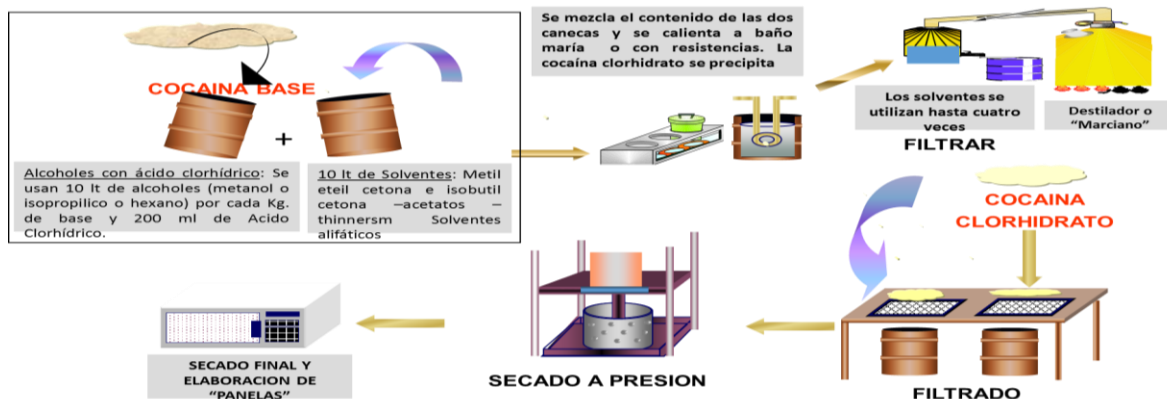
La cadena de producción del Clorhidrato de Cocaína requiere cuatro fases: el cultivo, la producción, la comercialización y la exportación. Cabe resaltar que Colombia procesa grandes cantidades de Clorhidrato de Cocaína, su consumo interno es mínimo, por tanto el envió al exterior es alto.

El procedimiento de transformación exige: disolución de la Pasta Base con disolvente, Acetato de Etilo y filtrado; oxidación de la base con Permanganato de Potasio; mezcla de una solución de Metil Etil Cetona y Acido Clorhídrico; adición de la solución que contiene la base con la mezcla (bomba); precipitación del Clorhidrato de Cocaína; filtrado y secado; empaque y prensado del HCL con pureza del 90 al 95%. Se requieren entonces insumos y diferentes etapas en su proceso. (Ver tabla No. 3 e ilustración No. 2)

**Tabla No. 3. Insumos**

Insumos/Ha/Año	Cantidad	Unidad
Permanganato de Potasio	3	Kilos
Carbón activado	1	Kilos
Disolvente Nro. 1020	30	Galones
Acetato de Etilo	15	Galones
Acetona	11	Galones
Ácido Clorhídrico	8	Galones

Fuente: UNODC-SIMCI & Policía Nacional-DIRAN



**Ilustración No. 2.** Proceso de producción Clorhidrato de Cocaína

El potencial de producción de Clorhidrato de Cocaína en el Departamento de Antioquia es: cada hectárea de hoja de coca produce mínimo 4,0 cosechas al año; de cada cosecha se obtiene 1,72 Kg de Clorhidrato de Cocaína que equivale a 17200 dosis vendidas (una dosis= 100 mgs). El precio en Colombia, año 2014, de 1 kg de Clorhidrato de Cocaína en promedio fue de US\$ 2.269, de ahí el precio se incrementa según el país consumidor, por ejemplo, en Centroamérica su precio oscila entre US\$ 2800 y US\$ 10.000; en Estados Unidos alcanza el valor de US\$ 17000 y en la Unión Europea fluctúa entre US\$ 54.000 y US\$ 57.000. (UNODC, 2015).

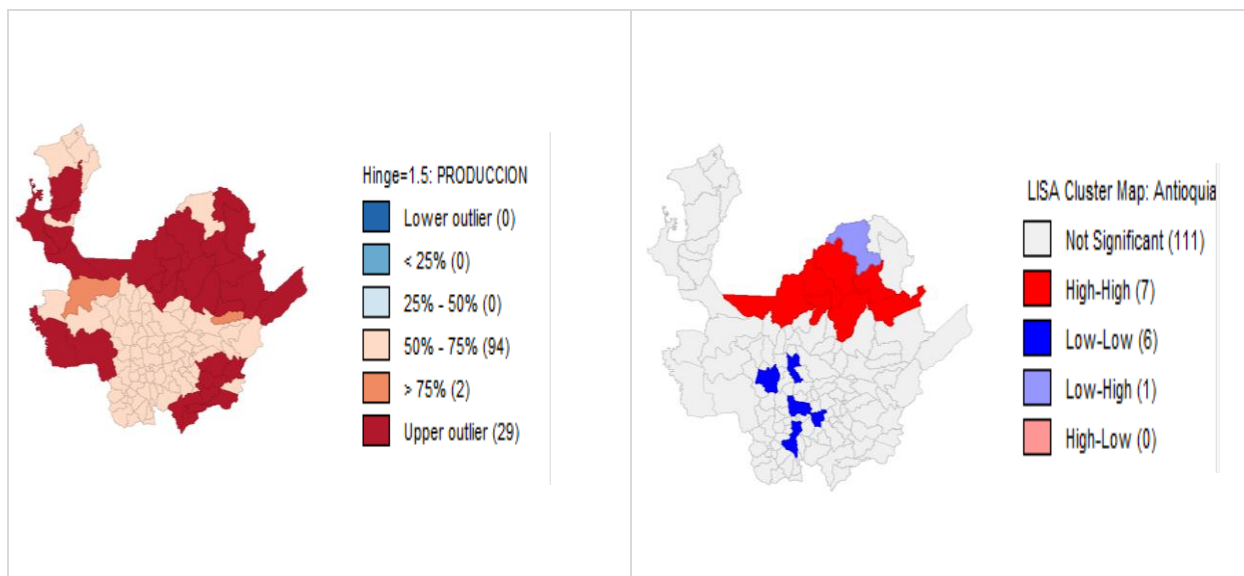
### 3. Análisis de Resultados

A continuación se presenta el análisis exploratorio de cada una de las variables asociadas con la producción de cocaína: se superpone un mapa de datos atípicos sobre el mapa político del Departamento de Antioquia, paralelamente se adjunta un mapa de clústeres para análisis de autocorrelación espacial y finalmente se efectúa un contraste entre el resultado espacial descrito y la ubicación de las diferentes estructuras armadas que delinquen en la jurisdicción del Departamento.

En el análisis de la información georreferenciada interesa identificar si existe algún tipo de dependencia espacial entre los datos, tal dependencia se conoce como autocorrelación espacial y es el más importante de los efectos espaciales. Para contrastar la hipótesis se utiliza el estadístico de Patrick A. Moran (Acevedo & Velásquez, 2008).

En el análisis de resultados se tienen en cuenta las siguientes variables:

#### 3.1 Producción de Hoja de Coca en el Departamento de Antioquia.



**Ilustración** No. 3. Mapa con datos atípicos y clústeres para la producción de hoja de Coca. Vr.-p: 0.0001

Con relación al análisis de datos espaciales, la producción de coca presenta una gran adyacencia y sectorización en zonas definidas de la jurisdicción, principalmente en las regiones del *Norte*, *Bajo Cauca*, *Oriente Antioqueño*, *Urabá*, el municipio de *Urroa* y *Vigía del Fuerte*. No hay ningún

municipio altamente productor que esté aislado de otras localidades semejantes, siempre que se presente algún tipo de contingencia. Por tanto, el fenómeno de producción de coca (hectáreas de cultivos detectadas) tiene patrones geográficos muy definidos, ratificado por el *valor-p* del test de Moran ((0.0001)) que rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación espacial. El mapa de clústeres indica que el 96% de las localidades municipales de Antioquia guardan una tendencia homogénea en cuanto a la siembra de cultivos de coca: producen cantidades atípicas o no producen, con especial significancia en la región del Bajo Cauca y el municipio de *Ituango*; con la excepción de los municipios sombreados en azul –*Santafé de Antioquia, Belmíra, Medellín, Caldas, Rionegro*- en los que el comportamiento productivo no es homogéneo-Nulo, sino distribuido al azar, en virtud de que pertenecen a múltiples regiones.(Ver ilustraciones No. 3 y No. 4).

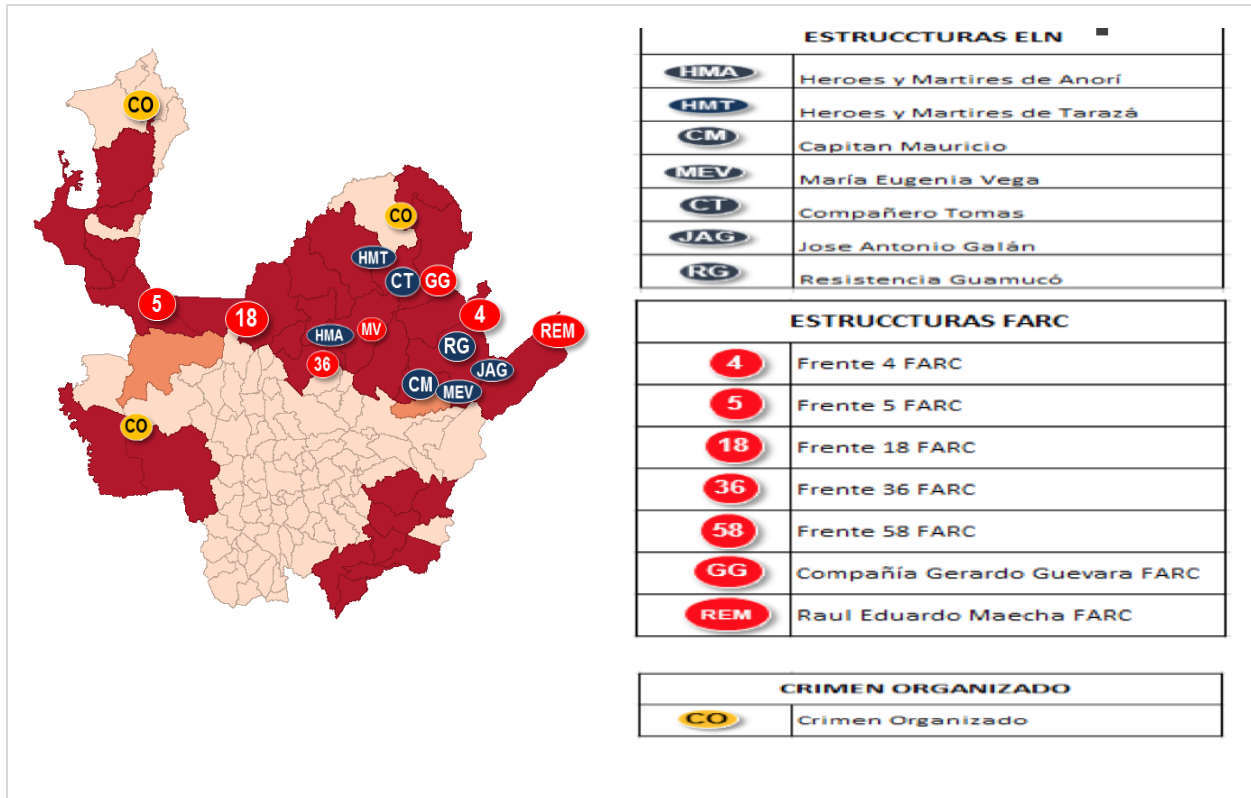


Ilustración No. 4 Mapa de análisis espacial: convenciones con ubicación de estructuras armadas.

### 3.2 Incautación de Clorhidrato de Cocaína en el Departamento de Antioquia

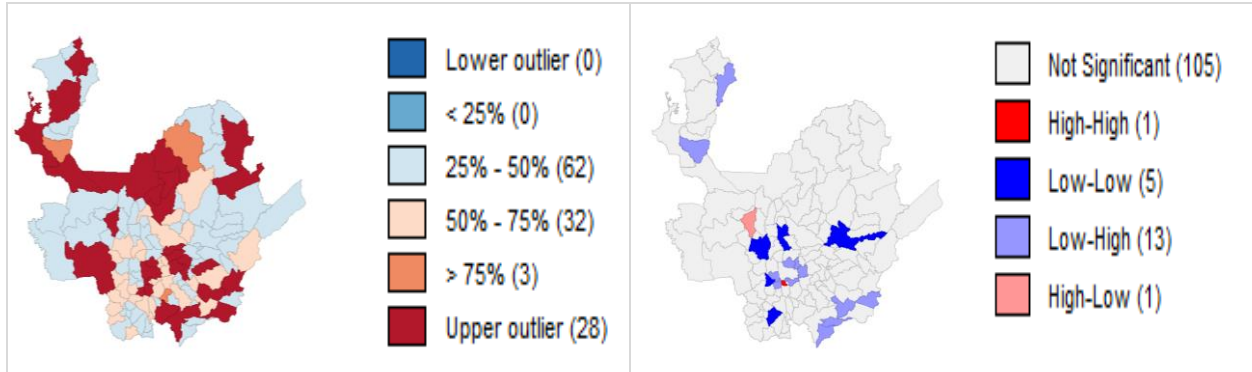


Ilustración No. 5. Mapa de datos atípicos y clústeres en la incautación de cocaína. Vr-p: 0.4043

A diferencia de la producción de cultivos de hoja de coca, la distribución espacial de las incautaciones de cocaína refleja una atipicidad sectorizada solamente en dos regiones: Norte Municipio de Ituango y Urabá; los otros municipios con producción atípica no están aglomerados. Destaca la particularidad de un grupo de municipios que rodean la capital del departamento: Medellín. Después de contrastar autocorrelación espacial, con 10000 permutaciones, el *valor-p* (0.4043) permite aceptar la hipótesis de ausencia de autocorrelación que es coherente con la naturaleza empresarial del delito: el producto (clorhidrato de cocaína) obedece a una demanda dispersa sin patrones espaciales reconocibles a nivel departamental. No obstante, a nivel municipal, el mapa de clústeres puntualiza localidades con puntos fríos que registran niveles bajos o nulos de incautación y permite establecer qué municipios con datos mínimos de incautación se agrupan en el espacio y por tanto que tal fenómeno perdura en el periodo de estudio. (Ver ilustraciones No. 5 y No. 6)

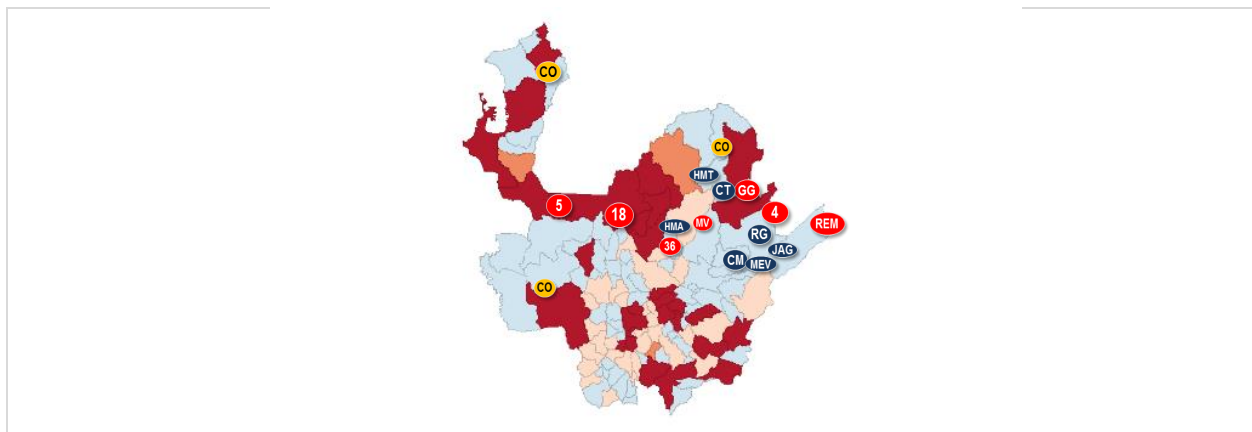


Ilustración No. 6 Mapa de relación de efectos espaciales con ubicación de estructuras armadas.

### 3.3 Incautación de Base de Coca en el Departamento de Antioquia.

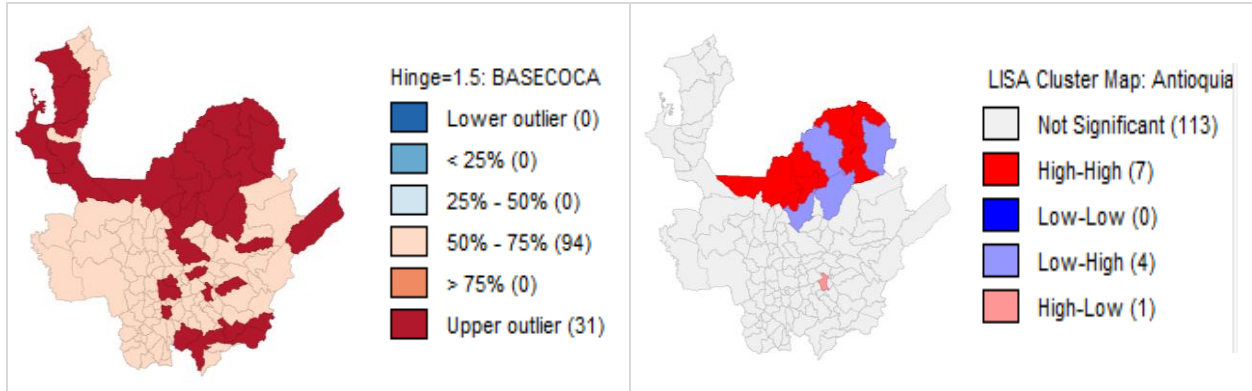


Ilustración No. 7. Mapa de datos atípicos y clústeres en la incautación de Base de Coca. Vr-p: 0.011

Con relación a la distribución espacial de la Pasta Base de Coca se evidencia gran adyacencia y atipicidad en las regiones de Urabá, Norte, Bajo Cauca, Nordeste; sin embargo, esta adyacencia es menor en comparación con la adyacencia de cultivos ilícitos, toda vez que hay municipios como Caldas, Medellín, Bello, Barbosa, El Peñol, San Rafael con gran incautación de base de coca pero no sectorizados. Además, se rechaza la hipótesis de ausencia de autocorrelación espacial que tiene patrones topográficos muy agrupados tanto a nivel departamental como regional. El mapa de clústeres puntualiza las regiones más significativas de distribución de la Pasta Base de Coca: Norte -Yarumal, Briceño-; Nordeste –Anorí-; Bajo Cauca -Tarazá, Cáceres, Zaragoza, El Bagre, Nechí- y particularmente el municipio de El Peñol. (Ver Ilustraciones No. 7 y No. 8)

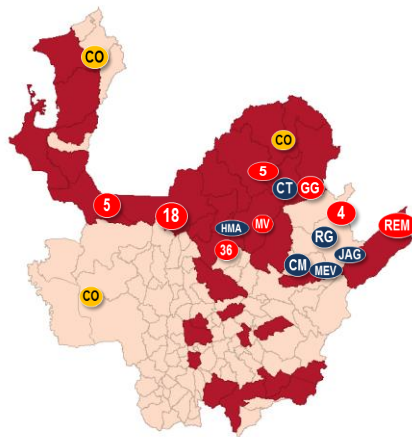


Ilustración No. 8. Mapa de relación de efectos espaciales con ubicación de estructuras armadas.

### 3.4 Incautación de Laboratorios productores de Cocaína en el Departamento de Antioquia.

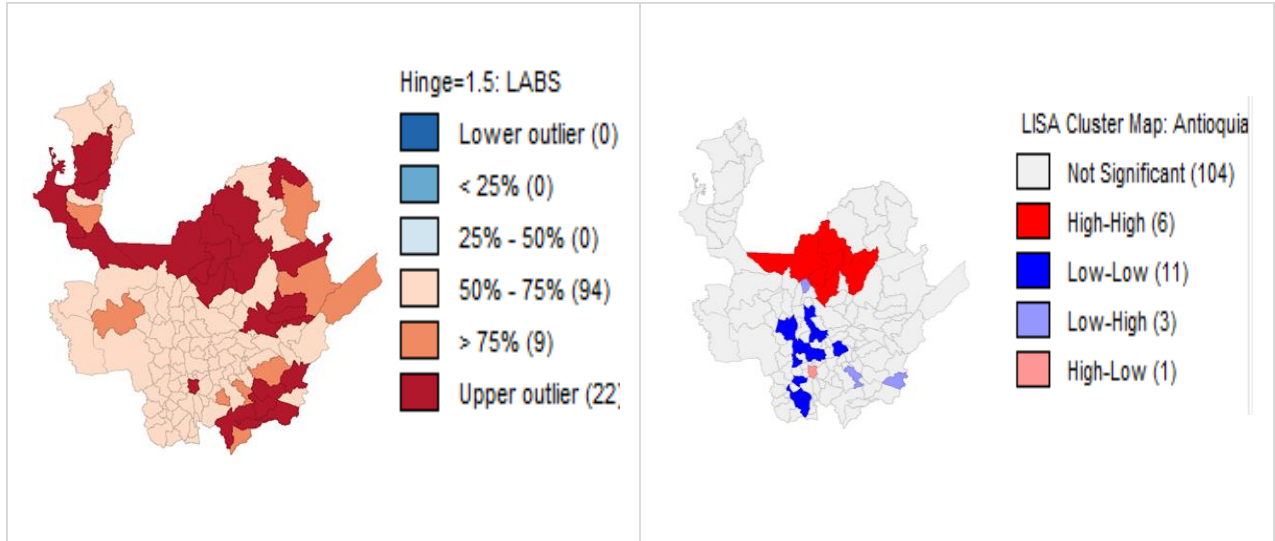


Ilustración No. 9. Mapa de datos atípicos y clústeres en la incautación de laboratorios de Cocaína. Valor-p: 0.0001

Para el caso de los laboratorios de Cocaína que muestra activos productivos en la empresa criminal se evidencia gran adyacencia y moderada atipicidad. Respecto a la agrupación espacial, la sectorización se da en las regiones del Norte – Municipios de Ituango, Valdivia, Briceño, Yarumal – Nordeste municipio de Anorí y recalca el interior del Departamento. (Ver ilustraciones No. 9 y No. 10)

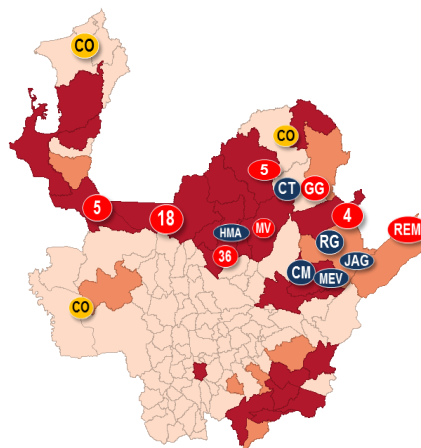


Ilustración No. 10. Mapa que relaciona efectos espaciales con ubicación de estructuras armadas.

### 3.5 Erradicación de los cultivos de hoja de Coca en el Departamento de Antioquia

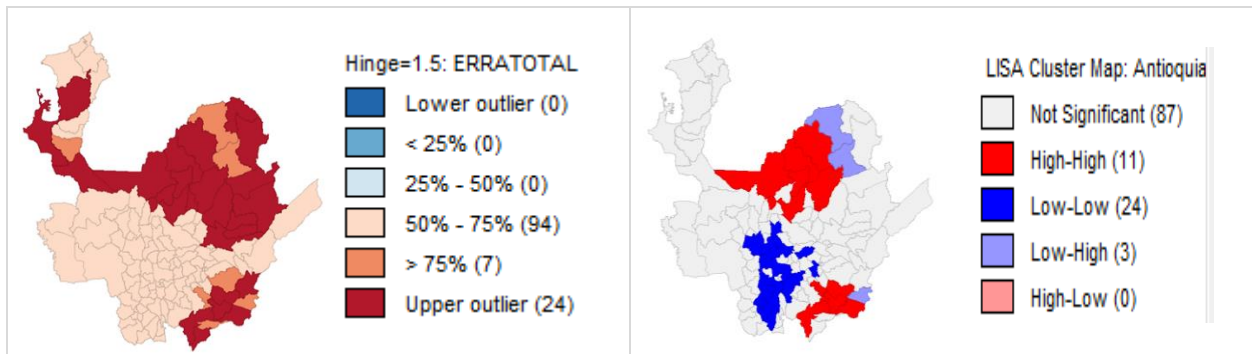


Ilustración No. 11. Mapa de datos atípicos y clústeres en la erradicación de cultivos. Valor-p: 0.0001

La erradicación total de hectáreas de cultivo de hoja de coca por acción de la Fuerza Pública, tiene propiedades muy similares a su producción, principalmente en las regiones del *Norte*, *Bajo Cauca*, *Oriente Antioqueño* y *Urabá*. La alta correlación entre estas variables habla de la efectividad del Ejército Nacional (Séptima División) en la lucha contra la empresa criminal. La reducción de cultivos ilícitos a lo largo del tiempo de estudio, obedece a una estrategia efectiva en la lucha contra el flagelo del narcotráfico. Así, las acciones se evidencian en el rechazo con la hipótesis de ausencia de autocorrelación, consecuente con lo anterior. el mapa de clústeres puntualiza las regiones Norte, Bajo Cauca y Oriente Antioqueño, donde se muestra un mayor grado de autocorrelación espacial; igualmente, las Regiones Occidente, Valle de Aburrá y Sur Oeste se agrupan y tienen como factor común la ausencia de datos de esta variable; indica entonces que la empresa criminal ha definido sus áreas productivas y conserva el fenómeno en el tiempo y en el espacio (Ver Ilustraciones No. 11 y No. 12)

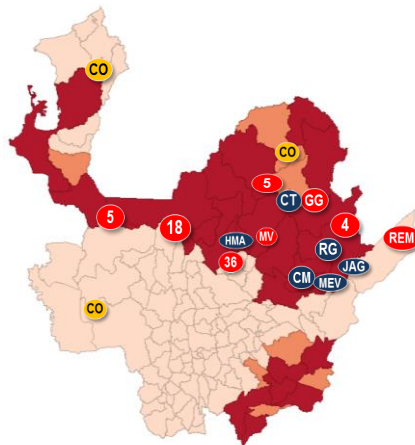


Ilustración No. 12. Mapa que relaciona los efectos espaciales con ubicación de estructuras armadas

### 3.6 Capturas Totales en el Departamento de Antioquia.

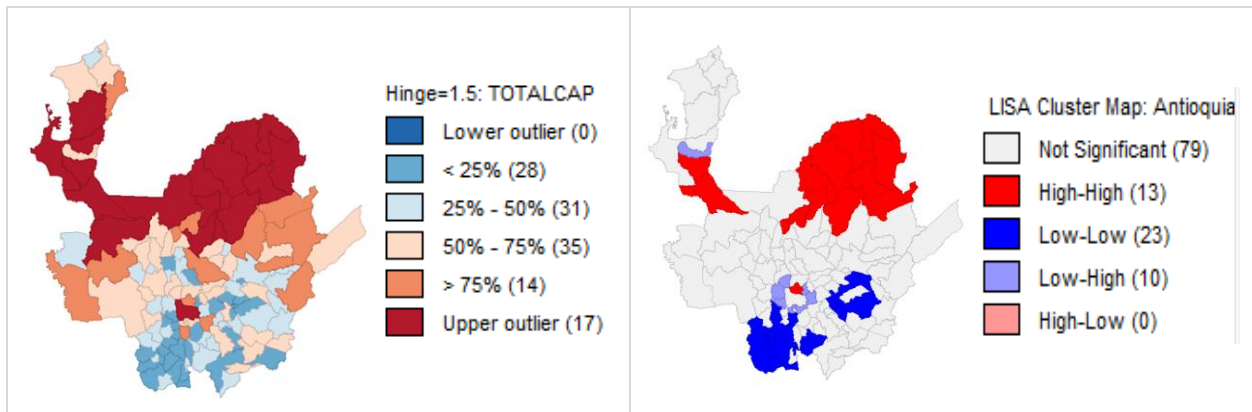


Ilustración No. 13 Mapa de datos atípicos y clústeres en las capturas totales Vr-p: 0.0008.

La variable Capturas Totales presenta una atipicidad moderada y particularmente sectorizada en las regiones del Urabá, Norte, Bajo Cauca y el Occidente, particularmente el municipio de Dabeiba; el rechazo de la hipótesis es evidente, la capital del Departamento pese a no evidenciar una gran sectorización y adyacencia denota atipicidad, para esta variable se obtiene un *valor-p* del test de Moran (0.0008) que rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación espacial. El mapa de clústeres confirma la dependencia espacial registrada en las regiones del Norte y Bajo Cauca del Departamento, en contraste se refleja una cantidad de municipios conglomerados en las Regiones Sur Oeste y Oriente Antioqueño, donde los datos para estas variables son mínimos, lo anterior establece que espacialmente hay regiones que presentan las mismas características y poseen autocorrelación espacial por la acción de la Fuerza Pública, con diferentes operaciones mantiene un orden estable y no permite la evolución de la empresa criminal en los sectores descritos. (Ver Ilustraciones No. 13 y No. 14).

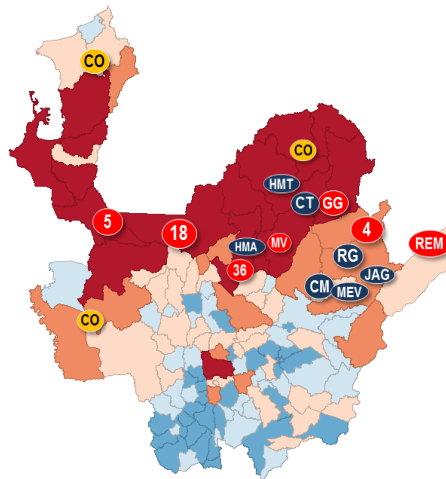


Ilustración No. 14 Mapa que relaciona los efectos Espaciales con ubicación de estructuras armadas.

### 3.7 Minas Antipersonas en el Departamento de Antioquia.

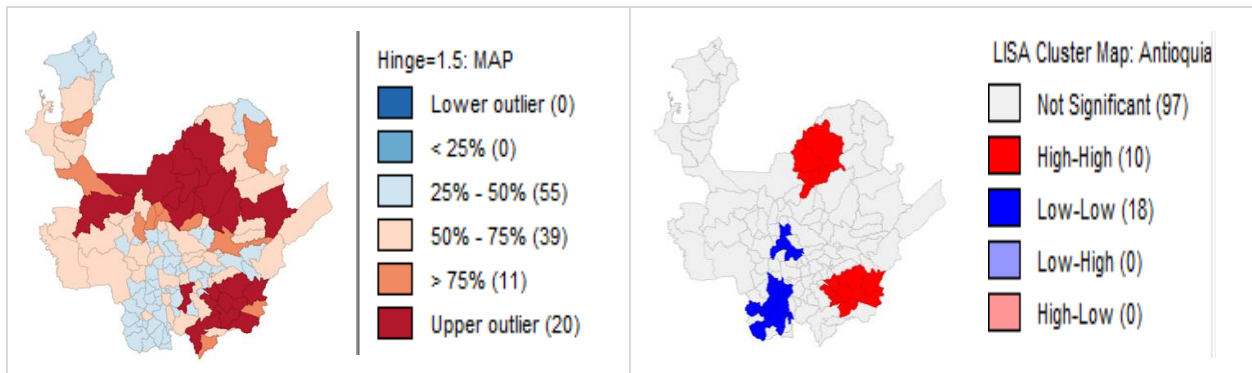


Ilustración No. 15. Mapa de datos atípicos y clústeres en las minas Antipersonas. Valor-p: 0.0001.

Esta variable permite evidenciar gran adyacencia y atipicidad entre Regiones como el Norte, Nordeste, Bajo Cauca y el Oriente Antioqueño, además el rechazo de la hipótesis de ausencia de autocorrelación espacial es clara, con un *valor-p* del test de Moran (0.0001) e indica que la distribución espacial no es fruto del azar y sí permite observar localidades sectorizadas donde la dependencia espacial es evidente. El mapa de clústeres indica la fuerte dependencia espacial en la Región del Oriente Antioqueño, donde las diferentes estructuras criminales desarrollan acciones contra la población civil y personal de la Fuerza Pública con la siembra indiscriminada de Minas Antipersonas. (Ver ilustraciones No. 15 y No. 16)

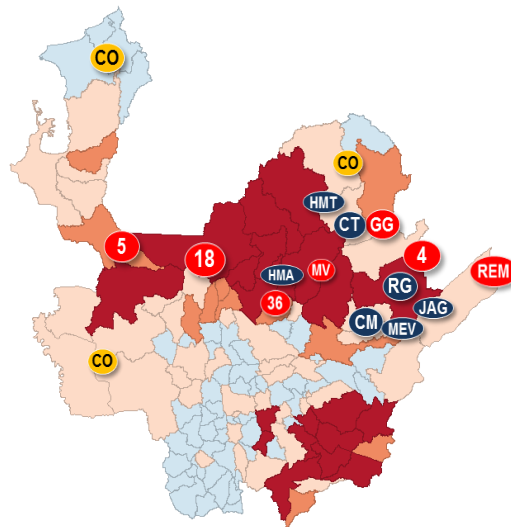


Ilustración No. 16. Mapa que relaciona los efectos espaciales con la ubicación de estructuras armadas.

### 3.8 Combates en el Departamento de Antioquia.

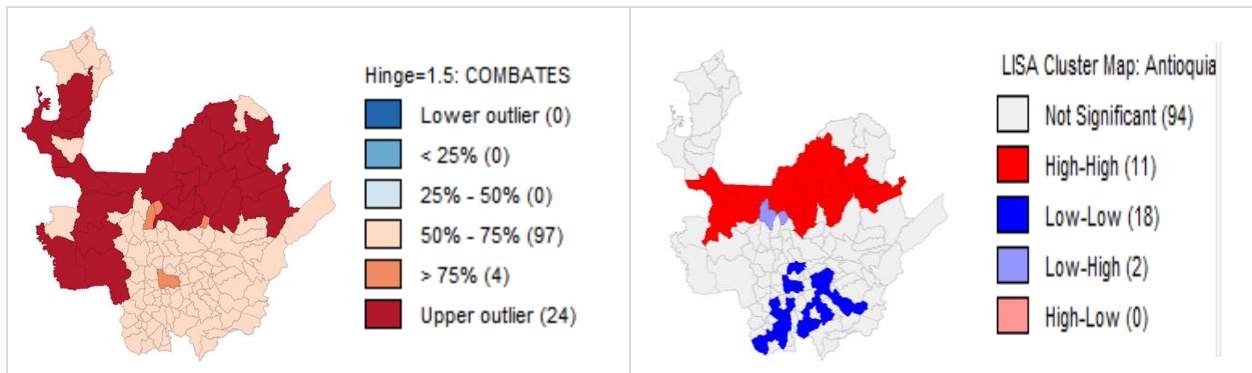


Ilustración No. 17. Mapa de datos atípicos y clústeres en la variable Combates.. Valor-p: 0.0001

El análisis de esta variable indica que es una de las atípicamente concentrada en una clara sectorización principalmente en las Regiones del Urabá, Norte, Bajo Cauca y Nordeste Antioqueño, destaca el notable rechazo de la hipótesis de no autocorrelación espacial innegable por su *valor-p* del test de Moran (0.0001). Son evidentes las estrategias de combate, definidas por la Fuerza Pública como respuesta estatal en la lucha contra las diferentes organizaciones criminales que delinquen en esta jurisdicción. El mapa de clústeres refleja una agrupación de regiones donde la correlación espacial es muy fuerte; destaca regiones del Urabá, Norte y Bajo Cauca; en contraste se registran localidades asociadas con las Regiones del Sur Oeste, Valle del Aburrá y Nordeste Antioqueño, en donde la presencia de datos asociados con combates es prácticamente nula; al no registrar este tipo de eventos se concluye dependencia espacial. (Ver Ilustraciones No. 17 y No. 18).

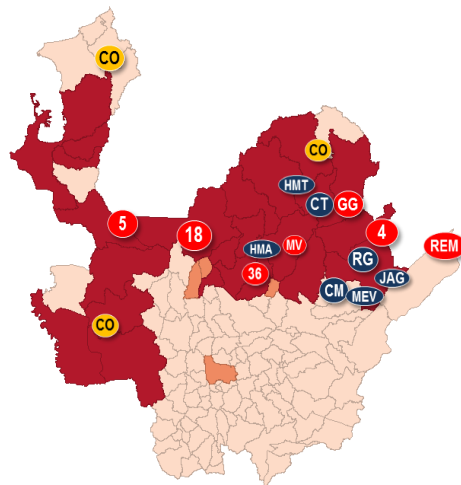


Ilustración No. 18. Mapa que relaciona los efectos espaciales con ubicación de estructuras armadas

## 4. Función de Producción

A continuación se expone un Modelo Lineal de producción en función de las variables microeconómicas de la empresa criminal.

### 4.1 Factor Capital

*Laboratorios*: Los laboratorios contienen insumos químicos, insumos sólidos e insumos líquidos que junto con la Pasta Base de Coca, es el capital primario de la empresa criminal.

### 4.2 Factor Trabajo

*Campamentos*: Esta variable pertenece al factor laboral, implica obreros productivos o fuerza de seguridad; ambos fundamentales en la cadena productiva de la empresa criminal.

*Capturas*: La captura de miembros de la organización criminal se constituye como una variable *proxy* de fuerza laboral de su estructura.

### 4.3 Factor Tecnológico

*Minas Antipersonal (MAP)*: Es una medida tecnificada a través del tiempo con innovaciones propias de la empresa criminal; es plantada sistemáticamente asociándose a la protección de su infraestructura.

### 4.4 Modelo Lineal

Se hizo el análisis descriptivo y correlación geográfica (I de Moran) de las variables endógenas a la empresa criminal; inicia en que se trata de una empresa y se procede a modelar su producción como una estimación lineal de variables con retardo espacial.

En otras palabras, se obtiene una ecuación de las hectáreas producidas de hoja de coca en función de la cantidad de capital, de fuerza laboral y de factores tecnológicos, así como su disposición espacial en el Departamento de Antioquia. No sólo la cantidad de recursos sino cómo dependen espacialmente entre ellos.

La función lineal microeconómica utilizada comprende tres regresores fundamentales a saber:

$$\text{Producción} = \text{Capital} + \text{Trabajo} + \text{Tecnología}$$

$$\text{Producción} = -24.38 + 0.47W + 55.29\text{Cam} + 2.98\text{Lab} - 46.19\text{Eln} - 6.51\text{Farc} + 2.13\text{Bacrim} + 0.05\text{Minas}$$

El modelo lineal-espacial estimado y obtenido desde el software OpenGeoDA®, es:

La explicación del modelo es bastante satisfactoria (el coeficiente de determinación es alto (73.74%) y los coeficientes de los regresores, en general, son significativos (Ver Tabla No. 4). Los **campamentos** incautados actúan como una covariable (variable asociada, no explicativa) altamente significativa para la producción. El signo positivo de su coeficiente asociado significa que por cada campamento se producen 55 hectáreas de hoja de coca en promedio. Respecto a la cantidad de **laboratorios**, como factor de capital, su incautación no logra ser un factor de impacto en la producción, entonces actúa como covariable. Por cada laboratorio incautado se espera que haya una reducción en la zona de tres hectáreas de hoja de coca.

Tabla No. 4. Regresión espacial de la producción de cocaína en Antioquia.

SUMMARY OF OUTPUT: SPATIAL LAG MODEL - MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION				
Data set	:	Antioquia_x_Municipios		
Spatial Weight	:	Antioquia_x_Municipios.gal		
Dependent Variable	:	PRODUCCION	Number of Observations:	125
Mean dependent var	:	115.744	Number of Variables	8
S.D. dependent var	:	430.689	Degrees of Freedom	117
Lag coeff. (Rho)	:	0.472332		
R-squared	:	0.737400	Log likelihood	-855.117
Sq. Correlation	:	-	Akaike info criterion	1726.23
Sigma-square	:	48710.5	Schwarz criterion	1748.86
S.E of regression	:	220.705		

Variable	Coefficient	Std. Error	z-value	Probability
W_PRODUCCION	0.4723318	0.08069262	5.853469	0.00000
CONSTANT	-24.37943	22.81759	-1.068449	0.28532
CAPELN	-46.18809	17.6862	-2.611532	0.00901
CAPFARC	-6.509466	1.471471	-4.423781	0.00001
CAPBACRIM	2.13219	0.6989128	3.050724	0.00228
LABS	2.983936	2.463348	1.211333	0.22577
CAMP	55.29119	5.424107	10.1936	0.00000
MAP	0.05063064	0.09272472	0.5460317	0.58504

Tecnológicamente, la desactivación de **minas antipersonas** se correlaciona levemente con la producción. Cada 100 hectáreas sembradas con hoja de coca tienen plantadas, en promedio, cinco minas antipersonas. A pesar de la baja significancia del coeficiente de esta variable es importante incluirla en la función de producción por la alta dependencia espacial que mostró en el análisis de correlación; es decir, la plantación de minas obedece a un proceso sistemático.

Con relación al impacto de la variable **Captura**, los integrantes del ELN establecen la gran fuerza de relación con la producción gracias a un *p-value* muy significativo. En efecto, por cada miembro de la estructura ELN capturado, se espera en promedio una disminución de 46 hectáreas de hoja

de coca. Paralelamente se puede inferir que las capturas de miembros de las FARC afectan en seis hectáreas de producción por individuo.

En el caso de las capturas de BACRIM es lógico que su comportamiento sea covariable, toda vez que mencionadas estructuras no se encuentran en las zonas productivas. La acción efectiva de la Fuerza Pública sobre ellas no genera una disminución en la producción sino en el comercio, la función de las BACRIM dentro de esta empresa criminal es el comercio interno y la exportación.

## CONCLUSIONES

- Sin duda el narcotráfico en el Departamento Antioquia obedece a un proceso sistemático empresarial que se puede modelar microeconómicamente a partir del capital, fuerza laboral y factor tecnológico como empresa criminal. En este caso el factor común es la influencia de diferentes organizaciones armadas en la cadena de producción. De hecho la fuerza laboral es la variable que tiene mayor impacto en el producido de hoja de coca, tanto en lo cuantificable como en lo espacial.
- El modelo espacial es poderoso en comparación con el tradicional OLS, en tanto que este último se enfrenta a datos ausentes o mínimos (valores próximos a cero) y no hay correlación entre los datos, debido al valor nulo que toma la constante; en cambio, los modelos espaciales agrupan los elementos ausentes en clústeres específicos y permiten determinar la relación entre ellos. Concretamente a través de los mapas de calor clústeres *i.e.* al interior del departamento.
- En el estudio como tal, se puede identificar el grado de efectividad del Ejército Nacional de Colombia (Séptima División) localizado en materia de lucha contra el narcotráfico. Se evidencia la autocorrelación de la erradicación de cultivos y la siembra de los mismos. En particular, se destaca la acción efectiva del Ejército en toda la cadena productiva: capital, fuerza laboral y tecnología; por medio de incautaciones, capturas y neutralización de artefactos explosivos, respectivamente.
- El postulado principal de la econometría espacial del crimen se cumple en todas las variables explicativas de la producción de cocaína, excepto en la incautación de la misma dado que tiene total justificación metodológica porque la demanda de la droga es dispersa y corresponde a la mercancía de la empresa criminal. Las únicas regiones donde se sectoriza la incautación de cocaína es el Norte y Urabá por ser las localidades estratégicas en la cadena productiva y posterior exportación.
- Previo al modelo de producción estimado se infiere además, la suma de todas las capturas como regresor. Es interesante el modelo inicial que tiene una explicación menor que el estimado por las capturas segregadas en las organizaciones FARC, ELN y BACRIM y no sucedería con una regresión OLS tradicional, donde las variables se pueden superponer. En el modelo econométrico espacial la ubicación de cada estructura armada tiene una influencia particular en la producción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, I., & Velásquez, E. (2008). Algunos conceptos de la econometría espacial. *Ecos de Economía*, 9-34.
- Anselin, L. (1988). Spatial Econometrics: Methods and Models. In *Spatial Econometrics: Methods and Models* (pp. 22-23). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Caracol Radio. (2008, septiembre 10). *General Naranjo considera a las Farc como una multinacional del crimen*. Retrieved septiembre 01, 2015, from Caracol Radio Judicial: [http://caracol.com.co/radio/2008/10/08/judicial/1223468340\\_686250.html](http://caracol.com.co/radio/2008/10/08/judicial/1223468340_686250.html)
- FARC. (1982). *Septima Conferencia informe sobre Finanzas y Política Financiera*.
- FARC. (1993). *Octava Conferencia Nacional*.
- FARC. (2006). *Novena Conferencia Nacional Guerrillera*.
- Farc, E. (2007, abril 09). *Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia*. Retrieved agosto 11, 2015, from FARC-EP.CO: <http://farc-ep.co/wp-content/uploads/2013/10/Estatutos.pdf>
- Fundacion Proantioquia . (2014). *Proantioquia Fundacion para el Desarrollo*. (<http://www.nettic.com.co/>, Producer) Retrieved 09 01, 2015, from <http://proantioquia.org.co/web/index.php/quienes-somos/departamento-de-antioquia>
- Leongómez, E. P. (2004, Mayo 09). *unperiodico*. Retrieved Marzo 5, 2015, from unperiodico: <http://historico.unperiodico.unal.edu.co/ediciones/57/03.htm>
- MINJUSTICIA - ODC. (2015). *OBSERVATORIO DE DROGAS DE COLOMBIA*. Retrieved agosto 03, 2015, from <http://www.odc.gov.co/Portals/1/Docs/PoliticaDrogas/Erradicación%20y%20aspersión.pdf>
- Ruiz, J. A. (2013, septiembre). Evolución del conflicto colombiano: mirada políticoestratégica a los riesgos de una negociación indispensable, con un adversario vencido pero no inerme. *Escenarios Actuales*, 25-42.
- UNODC. (2015, Julio). *Oficina de la Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, Colombia*. Retrieved septiembre 17, 2015, from 2015 UNODC: <https://www.unodc.org/colombia/es/publicaciones.html>
- US Department of State. (1997, Octubre 08). *US DEPARTMENT OF STATE DIPLOMACY IN ACTION*. (B. o. Affairs, Editor) Retrieved septiembre 15, 2015, from Bureau of Public Affairs: <http://www.state.gov/j/ct/rls/other/des/123085.htm>