

**“Análisis de Dependencia Espacial del Ingreso:
un ejercicio de econometría espacial para los
municipios de Antioquia (Colombia)”**

Daniel Eduardo Ruiz Zuleta

Universidad Pontificia Bolivariana
Escuela de Economía, Administración y Negocios
Internacionales
Facultad de Economía
Pregrado
Medellín
2020

**“Análisis de Dependencia Espacial del Ingreso:
un ejercicio de econometría espacial para los
municipios de Antioquia (Colombia)”**

Daniel Eduardo Ruiz Zuleta

**Trabajo de Grado para optar al Título de
Economista**

Asesor

Guillermo David Hincapié Vélez

Economista

Universidad Pontificia Bolivariana

**Escuela de Economía, Administración y Negocios
Internacionales**

Facultad de Economía

Pregrado

Medellín

2020

Tabla de Contenido

I. Contenido

II.	Introducción y Planteamiento del Problema.....	5
III.	Objetivos de Investigación.....	8
IV.	Marco teórico.....	8
V.	Revisión de Literatura.....	14
VI.	Metodología.....	19
VII.	Cronograma.	21
VIII.	Hallazgos.....	21
IX.	Conclusiones.....	40
X.	Anexos.....	41
XI.	Referencias.	42

Resumen

El presente Proyecto de investigación tiene el propósito principal de determinar si la economía subregional de Antioquia-Colombia- sigue un patrón espacial concreto para el año 2016. De esta manera, se aplicarán las técnicas de estadística y econometría espacial, como el estadístico Moran Global y Local sobre el PIB municipal de Antioquia en ese año. Además, se determinará el tipo de régimen espacial que existe en el departamento y los efectos contagio que pueden existir entre municipios, como clústeres productivos. Los resultados de esta investigación aportarán al debate nacional y departamental sobre la economía regional.

Abstract

This research project has the main purpose of determining if the subregional economy of Antioquia-Colombia- follows a specific spatial pattern for the year 2016. In this way, the techniques of statistics and spatial econometrics will be applied, such as the statistician Moran Global and Local on the municipal GDP of Antioquia in that year. In addition, the type of spatial regime that exists in the department and the contagion effects that may exist between municipalities, such as productive clusters, will be determined. The results of this research will contribute to the national and departmental debate on the regional economy.

Palabras Clave: Geografía Económica; Costos de Transporte; Centro-Periferia; Emplazamientos Productivos.

Keywords: Economic Geography; Transportation Costs; Center-Periphery; Productive Sites.

Proyecto de Tesis: “Análisis de Dependencia Espacial del Ingreso: un ejercicio de econometría espacial para los municipios de Antioquia (Colombia)”

Por: Daniel Eduardo Ruiz Zuleta

II. Introducción y Planteamiento del Problema.

Desde tiempos remotos, múltiples fenómenos económicos presentan una dependencia geográfica-espacial, es decir que los distintos eventos económicos pueden ocurrir y cambiar según la ubicación espacial, ello explica por qué una situación económica idéntica cambia dependiendo del país, región, departamento o ciudad en el que suceda; Por esta razón las diferentes economías del mundo han implementado estrategias de dependencia geográficas-espaciales para su propia conveniencia, las cuales les han concedido ventajas comparativas frente a los demás países. Un ejemplo de estrategia en el ámbito de la dependencia espacial y geográfica es la Unión Europea.

En el caso de nuestro país contamos con enormes ventajas comparativas frente a las demás economías, nuestra ubicación estratégica espacial nos permite conectar dos importantes regiones, américa del sur y centro américa; de igual forma estamos ubicados entre dos océanos, el pacífico y atlántico, de este modo, podemos exportar de manera más eficiente y simultánea a diferentes regiones del mundo, permitiéndonos un mayor grado en la productividad (impacto positivo en el ingreso), la cual traería efectos positivos en nuestro desarrollo económico y así tener una mayor competitividad en el mercado internacional. La discusión y gran problema radica en

que nuestros gobiernos han desperdiciado y no han sabido aprovechar estas importantes ventajas espaciales-geográficas. Nuestros dos puertos más importantes, el de Cartagena y Buenaventura presentan los índices más altos de pobreza y desigualdad en el país, esto se explica dado a que el capital se encuentra concentrado en la zona centro del país, desperdiciando un alto potencial de producción en las zonas costeras. En efecto a que el capital se concentra en la zona central del país, los niveles de desigualdad y pobreza en zonas periféricas son comparativamente mucho más elevados. El cuadro 2 muestra claramente,

Tabla (1). Desigualdad por Regiones

		% Población	Ingreso hogares <i>per cápita</i>				Ingreso ocupados				Gasto hogares <i>per cápita</i>			
			Ingreso relativo	% Ingreso	Theil	Gini	Ingreso relativo	% Ingreso	Theil	Gini	Gasto relativo	% Gasto	Theil	Gini
Regiones tradicionales ¹³	Bogotá	0.175	1.753	0.308	0.601	0.552	1.618	0.300	0.554	0.516	1.699	0.297	0.639	0.575
	Central Oeste	0.194	1.041	0.202	0.625	0.559	1.053	0.188	0.465	0.485	0.969	0.188	0.722	0.579
	Central Sur	0.116	0.742	0.086	0.503	0.518	0.802	0.095	0.456	0.492	0.772	0.089	0.543	0.532
	Central Norte	0.110	0.829	0.091	0.521	0.514	0.841	0.092	0.459	0.492	0.897	0.099	0.464	0.486
	Costa Caribe	0.195	0.649	0.126	0.563	0.529	0.771	0.155	0.460	0.489	0.636	0.124	0.481	0.493
	Pacífico	0.183	0.869	0.159	0.588	0.544	0.810	0.147	0.494	0.513	0.985	0.180	0.558	0.527
	Oriente	0.027	1.031	0.028	1.014	0.609	0.909	0.022	0.383	0.443	0.828	0.022	0.695	0.584
Subregiones económicas ¹⁴	Central	0.637	1.182	0.753	0.619	0.555	1.150	0.734	0.526	0.507	1.174	0.747	0.652	0.566
	Norte	0.227	0.668	0.152	0.554	0.528	0.779	0.182	0.453	0.487	0.668	0.152	0.477	0.494
	Chocó	0.007	0.622	0.004	0.832	0.608	0.671	0.004	0.506	0.526	0.455	0.003	0.658	0.595
	Sur	0.101	0.615	0.062	0.659	0.564	0.594	0.058	0.580	0.550	0.739	0.076	0.582	0.534
	Oriente	0.027	1.031	0.028	1.014	0.609	0.909	0.022	0.383	0.443	0.828	0.022	0.695	0.584

Fuente: Departamento Nacional de Estadística DANE.

Colombia sigue un patrón contradictorio a las economías más importantes del mundo, puesto que los principales países concentran el capital en las zonas costeras, de esta

forma se ahorran altos costos de transporte y los niveles de productividad son mayores y más eficientes. Este patrón tan particular viene desde los tiempos de la colonia donde asentaron el centro del país como el eje económico de la economía nacional.

Otro ejemplo es, en el departamento de Antioquia existe un patrón particular que suelen implementar la mayoría de las empresas más importantes de la región, asentarse en la zona central del departamento, específicamente en el Valle de Aburrá, esto trae a colación una pregunta, ¿por qué los municipios con mayor desarrollo económico en la región se ubican en el centro del departamento? Una importante literatura técnica en econometría ha planteado la necesidad de vincular la dimensión espacial en los análisis económicos con el fin de mitigar los sesgos -concretamente sesgo por variable omitida- entre otros problemas asociados que llevarían a conclusiones limitadas, cuando no erróneas (Anselin, 2013)

Un robusto cuerpo de literatura, tanto nacional como internacional, ha planteado la hipótesis de dependencia espacial del ingreso, entre países, municipios, y otras unidades regionales. Esta hipótesis consiste, por ejemplo, en que el nivel de ingreso de un municipio depende del nivel de ingreso promedio de sus vecinos más próximos. Así, si un municipio se encuentra en un vecindario de alto nivel de ingreso, la probabilidad de que este municipio comparta esta característica es mayor (Rey y Montouri, 1999).

III. Objetivos de Investigación.

La investigación seguirá los siguientes objetivos que perfilarán la estrategia metodológica misma.

Objetivo General

Testear si existe un patrón espacial de la actividad económica municipal para el departamento de Antioquia-Colombia- en el año 2016, y caracterizar dicho patrón espacial.

Objetivos Específicos

- Ampliar la revisión de literatura nacional e internacional
- Recolectar datos de ingreso a nivel municipal para los municipios de Antioquia en el año 2017.
- Recolectar información geo-referenciada sobre los municipios del país. Agrupar dicha información en formato GIS para el análisis espacial.
- Estimar los estadísticos de MORAN Local y Global.
- Estimar modelos de rezago Espacial y de Error Espacial.

IV. Marco teórico.

La dependencia espacial del ingreso abarca diversos conceptos teóricos, los cuales requieren un análisis más minucioso, con el fin de comprender a manera más detallada y concisa el tema de estudio. Es por esto con un fin más teórico, se va a examinar y definir los conceptos más cruciales que posean un nivel de influencia relevante en el

objeto de estudio, entre estos están los costos de transporte, geografía económica, centro-periferia y emplazamientos productivos. El objetivo en nuestra tesis es relacionar estos conceptos con la hipótesis del trabajo de grado, validar la existencia de dependencia espacial en Antioquia en 2016. De esta manera a continuación desmenuzaremos y daremos una mirada más profunda cada uno de los conceptos anteriormente mencionados.

1. Costos de Transporte

1.1 Definición

Según el Doctor Jean-Paul Rodrigue de la universidad de Montreal, en su libro “la geografía de los sistemas de transporte” (2006) asigna la siguiente definición a los costos de transporte:

- Los costos de transporte son los costos asumidos internamente por los proveedores de servicios de transporte. Vienen como costos fijos (infraestructura) y variables (operativos), dependiendo de una variedad de condiciones relacionadas con la geografía, infraestructura, barreras administrativas, energía y cómo se transportan los pasajeros y la carga. Tres componentes principales, relacionados con las transacciones, los envíos y la fricción de la distancia, afectan los costos de transporte.

En relación, los costos de transporte son un pilar esencial en las economías, puesto que pueden generar incentivos y dinamizar la productividad en los diversos sectores económicos. Bajos costos de transporte permiten un flujo más eficiente y en mayor

masa de bienes y servicios, y por ende un grado de productividad mayor, esto posibilitaría un aumento en las exportaciones, lo que conllevaría un efecto positivo en la balanza comercial.

2. Geografía Económica

2.2 Definición

La enciclopedia del banco de la república de Colombia (2017) propone la siguiente definición de geografía económica:

- La geografía económica analiza la combinación de factores naturales y espaciales en el estudio de las actividades económicas de una región o un país. De esta forma se focaliza en la localización y naturaleza de las actividades económicas, los patrones de uso de la tierra, el valor de la misma en relación con las vías de transporte, la rentabilidad del suelo, la distribución espacial de las actividades productivas en las ciudades y el mundo.

Asimismo la geografía económica estudia las relaciones oferta-demanda desde una perspectiva espacial, para ello analiza la localización y características de los lugares "productores" y su relación espacial y temporal con los lugares "consumidores". Estos procesos están relacionados con las leyes de mercado, comercio nacional e internacional, los procesos de mundialización de la economía y la situación económica propia de cada país.

La concepción del espacio socioeconómico puede entenderse como “[...] un conjunto de territorios trabados y conectados entre sí, tanto vertical como

horizontalmente, tanto interna como externamente, por redes de flujos materiales e inmateriales que tejen la urdimbre del capitalismo global construido a partir de las singularidades locales.” (Sanchez, 2001: 96).

Con respecto al concepto de la geografía económica, esta juega un papel primordial en las economías del mundo, dado a que su grado de influencia en las ventajas comparativas es en definitiva un pilar esencial en la teoría de la economía internacional (Krugman ,1993). Lo que conocemos hoy en día como exportaciones netas, se fundamenta en un alto porcentaje en la economía internacional, si interiorizamos con mayor profundidad podemos inferir que un país exporta e importa bienes y servicios de acuerdo a sus necesidades y a la favorabilidad en la producción, esta depende en gran medida a las ventajas comparativas con las que cuenta, dichas ventajas en gran proporción se adquieren de acuerdo a la ubicación geográfica del país, de ahí se desprende el concepto de geografía económica.

3. Centro-Periferia

3,1 Definición

La CEPAL citado por Palma (1987) define la relación de centro-periferia del siguiente modo:

- las relaciones entre centro y periferia se resumen en los siguientes puntos: a) la periferia permanece retrasada por su incapacidad para generar, o integrar, el progreso técnico de la misma manera que lo hace el centro; por ello, la productividad del trabajo aumenta más lentamente en la periferia y, en

consecuencia, los sectores productores para la exportación de materias primas, que forman la esencia de la periferia, progresan más lentamente que los sectores productores de manufacturas, que es lo característico del centro; b) en la periferia, los sectores de escasa productividad, como la agricultura de subsistencia, generan un continuo excedente de mano de obra, que presiona a la baja sobre los salarios del sector moderno, lo que, además de hacer que no crezca el mercado interno, disminuye los precios del sector de exportación; c) tanto las diferencias de productividad como la baja de los precios explican la tendencia al aumento de las diferencias entre el ingreso en el centro y la periferia; d) se produce una tendencia al desarrollo desigual entre los polos que forman el sistema (Palma, 1987:62).

Comprendiendo la relación que existe de centro-periferia con respecto al objetivo de nuestra tesis, es en definitiva una relación prevalente que constituye un objetivo claro por confirmar, la existencia de una dependencia en el nivel de ingreso, según la ubicación geográfica dentro del departamento Antioqueño, por ende se requiere validar si el nivel de ingreso se ve afectado dadas las condiciones espaciales, en dicho modo ratificar la variación de la tasa de ingreso de acuerdo a si esta se ubica en una región periférica o central en el departamento. La definición que nos brinda la CEPAL, es clara, las condiciones económicas en una zona periférica, son en comparativa más difíciles que en el centro.

4. Emplazamientos Productivos

4.1 Definición

El Geógrafo Alemán trae a colación la definición del concepto de emplazamientos productivos:

- Es aquel lugar cuya función es la provisión de bienes y servicios a una población dispersa alrededor de éste. Su localización está en función del valor de umbral, es decir el nivel de demanda mínimo que permite cubrir los costes de producción y obtener un beneficio razonable, y el rango, que delimita la máxima extensión espacial de las ventas de determinado bien desde el punto de producción (lugar central), Es decir, la forma y el tamaño del mercado (Christaller, 1933).

La región de Antioquia se ha destacado por ser una región compleja geográficamente, la logística en el transporte, construcción, y demás actividades, siempre ha generado gran revuelo, por tal motivo nos permite indagar como es que la zona central de Antioquia se ha podido desarrollar a tal magnitud. La respuesta nos la define el concepto de emplazamientos productivos, básicamente las empresas más importantes (hoy por hoy) de la región decidieron asentarse en la zona centro, por tal motivo el nicho económico se concentró en esta zona del departamento, las industrias decidieron tener su eje central de producción en esta zona, en consecuencia la economía tuvo una dinamización en todos los aspectos, sociales, políticos, económicos, etc. Al día de hoy Antioquia es el segundo departamento con mayor relevancia económica en el país.

Basados en la literatura internacional, las disparidades en los ingresos, han generado que las tasas de pobreza se disparen de forma exponencial, esto específicamente en la región latinoamericana. Por otra parte se ha comprobado que cuando un país logra

reducir los niveles de pobreza, su crecimiento económico aumenta a mejores ritmos, dicho de otra manera, a medida que se reduce la brecha en los ingresos, la tasa de crecimiento económico es mayor (Lustig et al, 2002). Enmarcando en dicho modo la hipótesis de convergencia del ingreso (Sala-i-Martin 1992). En definitiva la tasa de crecimiento de una economía tiene una relación inversa a la tasa de pobreza, es decir existe una relación negativa entre la desigualdad y el crecimiento económico (Deininger y Squire, 1996; Alesina y Rodrik, 1994; Bertola, 1993; Engerman y Sokoloff, 2002). No obstante existen investigaciones que plantean que en regiones que tienen niveles más altos de pobreza, por tanto tienen un costo más alto en el retorno del capital, su crecimiento económico será más acelerado con respecto las regiones más desarrolladas (Abramovitz, 1986).

En el caso específico de Colombia, distintos académicos han dedicado importantes investigaciones con el fin de validar la hipótesis de la presencia de convergencia en el ingreso, por tanto las primeras investigaciones relacionadas con la hipótesis principal, en el periodo de 1950-1989, confirma la existencia de una disparidad sustancial en el ingreso, donde Bogotá muy por encima de las otras regiones cuenta con las tasas más altas (Cárdenas et al 1993).

V. Revisión de Literatura.

La relación del nivel del ingreso con respecto a la ubicación geográfica ha sido objeto de preocupación y de análisis de manera frecuente en los últimos años. Distintos académicos se han visto en la tarea de realizar estudios exhaustivos, con el objetivo de

explicar con mayor claridad dicho fenómeno. En esta sección se pasa revista a algunas de las investigaciones más relevantes, por proximidad temática y metodológica a nuestra tesis, y que están relacionadas con la influencia que tiene la ubicación espacial con los niveles de ingreso en economía regional. Se analizan distintas fuentes de datos, que nos permitirán llegar a un objetivo principal, resaltar y explicar, si existe una dependencia espacial en el nivel de ingreso para Colombia en el año 2016

Inicialmente, en el trabajo de Lustig et al (2002) acogió a una metodología basada en la literatura internacional, la investigación recopila datos de Latinoamérica y el caribe. Como objetivo central, el estudio busca explicar, si en la región es posible el crecimiento económico y simultáneamente reducir la tasa de pobreza. La investigación concluye y deduce que a medida que se reduce la disparidad en los niveles de ingreso, se crecería a tasas más alta así como un crecimiento más balanceado, enmarcado en la hipótesis de convergencia del ingreso Sala-i-Martin (1992). Por otro lado, complementando lo anterior, algunos autores se fundamentaron en una metodología econométrica, (Deininger y Squire, 1996; Alesina y Rodrik, 1994; Bertola, 1993; Engerman y Sokoloff, 2002), esta afirma y concluye que existe una relación negativa entre inequidades y el crecimiento.

Cárdenas et al (1993) fue la primera investigación en hacer un análisis riguroso a la hipótesis de convergencia regional en Colombia. Los autores realizaron un análisis econométrico, de allí partieron del supuesto de las regresiones de convergencia condicional y en esta, todos los valores de la variables relevantes en el estado-estacionario son exactamente los mismos para todos los departamentos, dichos valores

se captaron atreves de la constaste en todas las regresiones. En dicha investigación los autores examinaron todos los departamentos de Colombia, y los resultados que se arrojaron son concluyentes, se evidencia una convergencia para el periodo (1950-1989), las disparidades en el nivel de ingreso por departamento son abismales, un ejemplo Bogotá tiene 10 veces más nivel de ingreso per cápita que el Chocó.

En contraparte, existen algunas investigaciones que rechazan la idea de que el ingreso converge hacia un nivel de equilibrio. (Rocha y Vivas, 1998; Bonet y Meisel, 1999; Galvis y Meisel, 2001; Bonet y Meisel, 2006). Estas investigaciones anteriormente mencionadas en general, utilizaron una metodología en base a los modelos de crecimiento neoclásicos con el propósito de examinar la convergencia del ingreso, en la que se deduce una evidente polarización económica entre Bogotá y el resto del país, además de esto, no se detecta un patrón claro de convergencia en el ingreso bruto en los departamentos.

En el trabajo de González-Quintero (2011), se hace importantes hallazgos en relación a determinar el nivel de desigualdades regionales, dicho autor analiza la hipótesis de convergencia condicionada en el periodo de (1975-2000) El académico de acuerdo a sus analices, decide proceder con la investigación atreves de dos metodologías, en el primer caso utiliza un método de tipo paramétrico, la finalidad era por tanto estimar la ecuación de convergencia por medio de un modelo dinámico de panel de datos. Por consiguiente el segundo método se realizó con un modelo de estimación no paramétrico de la organización del ingreso per cápita en los distintos departamentos del país. La metodología en ambos casos concluyo por ende un patrón en el parámetro de velocidad

de convergencia positivo y significativo de aproximadamente el 1,5% por año. En contracara González-Ramírez (2011), afirma que Colombia ha sido una evidencia de éxito de convergencia, este se basa en los resultados de la convergencia beta y sigma. Estas investigaciones por ende nos llevan a un tema de debate y nos alimenta más conceptualmente.

Otro hallazgo importante, Abramovitz, (1986) hizo una publicación en el universidad de Cambridge; la hipótesis de su investigación consistía por tanto en que la convergencia no condicionada existe cuando hay una relación negativa en la tasa de crecimiento y el nivel de ingreso inicial, por consiguiente las regiones con más índices de pobreza, dado a los elevados retornos de capital, crecerán de manera más agilizada con respecto a las regiones más prosperas. En este caso se concluye la validación de dicha hipótesis planteada por el investigador.

La desigualdad económica en el país ha estado latente en el tiempo. No obstante Colombia no ha sido el único que presenta dichas características, de igual forma este fenómeno también se ha presentado en países desarrollados. (Sawhill, 1988; Morrill y Wohlenberg, 1971; Levernier et al., 2000; Blanden y Gibbons, 2006), los nombrados investigadores han planteado una hipótesis en la cual relacionan el vínculo de la pobreza infantil y la pobreza más adelante en la vida. Dicho estudio se realizó en el Reino Unido, y las investigaciones advierten la existencia de una importante conexión entre la pobreza infantil con respecto a la pobreza de mayor. Complementando las anteriores afirmaciones Rosenstein-Rodan (1943), plantea que se necesita una fuerza externa, la cual provea un mínimo nivel de riqueza, que permita romper este círculo

vicioso o la trampa de pobreza, de esta manera Rosenstein expuso la idea de “big push”, esta sugiere que el gobierno de intervenir, y dar un empujón a la economía, para sobrepasar el círculo vicioso.

Por su parte, Rodríguez-Pose y Ezcurra, (2009) abordan la relación entre la descentralización fiscal y política y la evolución de las desigualdades regionales en un panel de 26 países ,19 desarrollados y 7 en desarrollo, para el período comprendido entre 1990 y 2006. La metodología utilizada, es a través de un método variables instrumentales. No obstante los resultados arrojados por el estudio, revela que mientras para la descentralización de toda la muestra está completamente dissociada de la evolución de las disparidades regionales, los resultados dependen en gran medida del nivel de desarrollo, el nivel existente de desigualdades territoriales y la capacidad redistributiva fiscal de los países de la muestra. Por una parte en las grandes economías, la descentralización, ha ocasionado una reducción significativa en la tasa de desigualdad. De manera opuesta en las economías de pocos y medianos ingresos, la descentralización fiscal se ha relacionado con el aumento de la desigualdad, esta no ha sido por tanto, compensando por los efectos de la descentralización política. De esta manera evidenciamos que los resultados varían según en el contexto en el que suceda.

Finalmente, Galvis-Meisel (2012) tienen como objetivo validar la presencia de convergencia regional en Colombia, basados en una literatura robusta tanto nacional e internacional. La investigación se desarrolla bajo una metodología econométrica espacial, fundamentada en datos del Dane, en todo caso el estudio demostró la validez

de la hipótesis, se corrobora la existencia de una marcada grieta en la distribución del ingreso con respecto a la ubicación espacial.

En conclusión, basados en la revisión de literatura anteriormente expuesta, demostramos que existe una nutrida base de datos, de la cual alimentamos nuestra investigación objetivo.

VI. Metodología.

El objetivo fundamental de la investigación será la de testear y cuantificar la existencia de dependencia espacial de ingreso en los municipios de Antioquia-Colombia- para el año 2016. Por medio de ejercicios de estadística y econometría espaciales, se pretende determinar si el nivel de actividad económica de cada municipio del departamento depende del nivel de actividad promedio de sus vecinos más próximos.

En la investigación se utilizaron datos estadísticos del PIB municipal en Antioquia para el año 2016 y 2017, por otra parte se utilizó variables como el consumo total de energía tanto rural como urbana para el año 2016 y además se utilizó la variable consumo total de energía per-capita para el 2016 como variable proxy del PIB. De la misma forma a través del estadístico moran identificamos cuales son los municipios vecinos, por otro lado ingresamos una matriz de pesos espaciales de primer orden, la cual dio los mejores ajustes, la matriz la ingresamos en el software Geoda, este analiza y grafica los datos espaciales.

Datos

De acuerdo a la tabla (1), en la que se refieren las variables y sus fuentes,

Tabla (2). Descripción de Variables

Variable	Descripción	Fuente
Nivel de Actividad Económico o de ingresos municipal Consumo total de energía total per-cápita. Ingresos tributarios del municipio.	Dado que no se tiene, para dicho año, una métrica del PIB a nivel municipal, se procede con dos variables importantes como proxies del PIB	Anuario estadístico de Antioquia http://www.antioquiadatos.gov.co/index.php/anuario-estadistico-home
Matriz de Pesos espaciales	Serán ensayadas distintos tipos de matrices de pesos espaciales.	Anuario estadístico de Antioquia http://www.antioquiadatos.gov.co/index.php/anuario-estadistico-home

Fuente: elaboración propia con base en el Anuario Estadístico de Antioquia

Modelación Econométrica

La literatura ha testado económicamente dicha hipótesis a partir del uso de la llamada econometría espacial y estadística espacial, las cuales tienen el propósito de capturar patrones de asociación espacial o dependencia espacial (Anselin, 2013).

Concretamente, se propone (2) donde $y_{i,t}$ representa el nivel de ingreso del municipio o país, W representa una matriz de pesos espaciales (que tienen en cuenta los vecinos) y X constituye una matriz de variables control.

$$y_{i,t} = \alpha + \beta W y + \gamma X + e_{i,t} \quad (2)$$

De acuerdo al enfoque, si hay dependencia espacial -ya sea positiva o negativa- el parámetro β deberá ser estadísticamente significativo.

VII. Cronograma.

El logro de los objetivos específicos pueden agruparse en 5 grandes tareas que se exponen en la tabla siguiente y que están distribuidas para 5 meses.

Objetivos Específicos de Investigación	Meses Proyectados				
	1	2	3	4	5
1. Ampliación de Estado del Arte Internacional y Nacional					
2. Recolección y Procesamiento de Bases de Datos					
3. Estadísticas Descriptivas y Estimaciones Econométricas					
4. Redacción Artículo Final					
5. Refinamiento Artículo y Sometimiento					

VIII. Hallazgos

Estadísticas Descriptivas

En el presente apartado evaluaremos algunas estadísticas descriptivas de las variables en relación más significativas de la investigación comprendidas en los periodos 2016 y

2017. A continuación se ilustrara el glosario de las variables, de esta forma se comprenderá con mayor claridad el análisis de los resultados.

Tabla (1). Glosario Variables.

<i>CoEnToUr K/H</i>	<i>Consumo Energía Total Urbano Kilovatio/Hora</i>
<i>CoEnToRu K/H</i>	<i>Consumo Energía Total Rural Kilovatio/Hora</i>
<i>CoEnToMun K/H</i>	<i>Consumo Energía Total Municipal Kilovatio/Hora</i>
<i>SuscEnToUr</i>	<i>Suscriptores Energía Total Urbano</i>
<i>SuscEnToRu</i>	<i>Suscriptores energía Total Rural</i>
<i>SuscEnToMun</i>	<i>Suscriptores Energía Total Municipal</i>
<i>EjeIngTributarios</i>	<i>Ejecución Ingresos Tributarios</i>
<i>IngTributrios</i>	<i>Ingresos Tributarios</i>
<i>HabMunicipio</i>	<i>Habitantes Municipio</i>
<i>PIB2016p</i>	<i>PIB 2016 Datos Provisionales</i>
<i>PIB2017pr</i>	<i>PIB 2017 Datos Preliminares</i>

Fuente: Anuario estadístico de Antioquia

El análisis de los resultados se realizó en base a los datos estadísticos de las variables involucradas en la investigación, dichas variables se mencionan al inicio del presente apartado, en el glosario de variables. En las tablas (2) y (3) ilustramos algunas estadísticas descriptivas de las variables comprendidas en la investigación, los datos estadísticos comprenden los años 2016 y 2017, pero concentramos nuestro análisis en el año 2016 ya que el 2017 figura todavía en la base del Anuario Estadístico como valor proyectado. Si comparamos la variable principal y más significativa, es decir el PIB, corroboraremos que el PIB experimentó un incremento general en los municipios de Antioquia, un crecimiento aproximadamente del 5,3%; un crecimiento evidentemente significativo si lo comparamos con la media del crecimiento nacional que fue apenas del 1,8%. Prácticamente el crecimiento de la economía antioqueña supero 3 veces a la media del crecimiento nacional; datos muy alentadores para el departamento que se sigue consolidando como uno de los departamentos más desarrollados y sobresalientes del país.

Tabla (2). Estadísticas descriptivas (2016)

<i>Estadísticas</i>	<i>CoEnToUr K/H</i>	<i>CoEnToRu K/H</i>	<i>CoEnToMun K/H</i>	<i>SuscEnToUr</i>	<i>SuscEnToRu</i>	<i>SuscEnToMun</i>	<i>EjeIngTributarios</i>	<i>HabMunicipio</i>	<i>PIB2016p</i>
Min	0.000e+00	0	0.000e+00	0	0	0	2.399e+05	2075	36.17
1st Qu	2.003e+06	2210160	5.086e+06	1326	1789	3221	1.198e+05	8400	106.74
Median	5.353e+06	5031590	1.067e+07	3364	3183	6632	2.709e+06	16967	232.00
Mean	5.098e+07	10287940	6.127e+07	14634	3740	18375	2.341e+07	52279	956.72
3rd Qu	1.482e+07	11009182	2.944e+07	6403	4668	11014	7.135e+06	35056	529.30
Max	3.124e+09	86324641	3.178e+09	883242	17451	900693	1.517e+09	2486723	52032.79

Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

Tabla (3). Estadísticas descriptivas (2017)

<i>Estadísticas</i>	<i>CoEnToUr K/H</i>	<i>CoEnToRu K/H</i>	<i>CoEnToMun K/H</i>	<i>SuscEnToUr</i>	<i>SuscEnToRu</i>	<i>SuscEnToMun</i>	<i>IngTributarios</i>	<i>HabMunicipio</i>	<i>IngPercápita</i>	<i>PIB2017pr</i>
Min	0.000e+00	0	0.000e+00	0	0	0	3.998e+08	2019	770589	32.73
1st Qu	2.045e+06	2391212	4.690e+06	1286	1600	2947	1.674e+09	8426	1258461	130.65
Median	5.357e+06	4740916	1.072e+07	3273	2776	6181	3.332e+09	16745	1572850	254.64
Mean	5.633e+07	10260133	6.659e+07	14756	3479	18235	2.459e+10	52905	1822771	1010.24
3rd Qu	1.765e+07	11378817	3.486e+07	5906	4302	10360	8.458e+09	34696	2196939	616.36
Max	3.302e+09	102550536	3.362e+09	901944	18171	919339	1.385e+12	2508452	5263920	55420.83

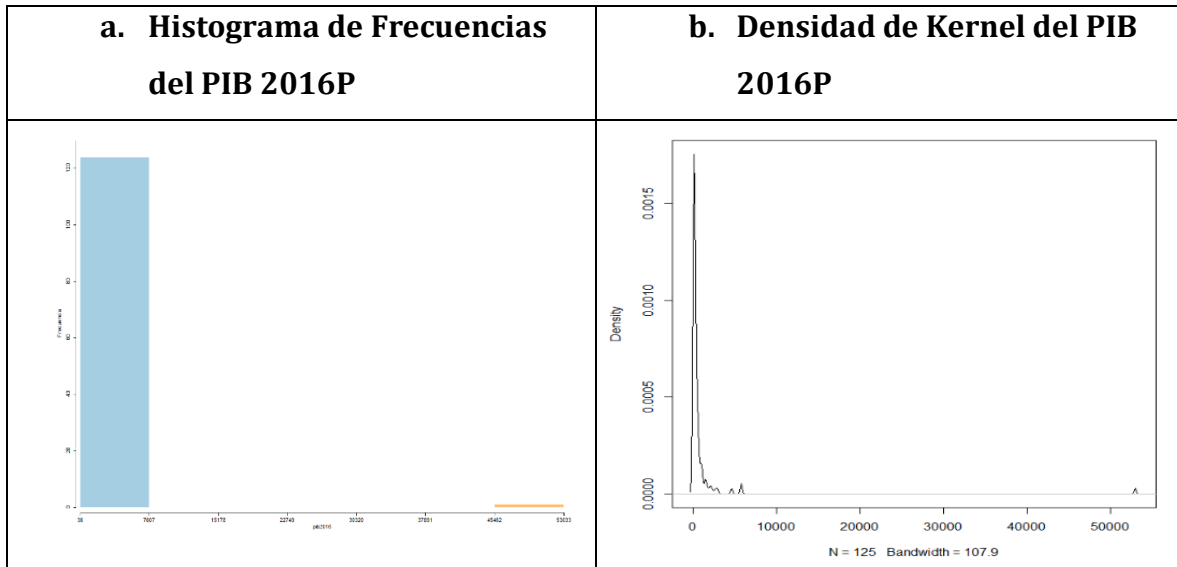
Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

Los histogramas de las tablas (4) y (5) nos reflejan el nivel de PIB de los 125 municipios del departamento de Antioquia comprendidos en los periodos 2016 y 2017. Por una

parte los histogramas muestran una misma tendencia y moda en el nivel de PIB, es decir la mayoría de los municipios comprendidos se concentran en el mismo rango del nivel de PIB, lo que quiere decir que gran parte de los municipios del departamento tienen dinámicas económicas concentradas en el PIB promedio. Por otra parte existen algunos valores atípicos en ambas gráficas, estos valores atípicos representan una pequeña parte de la gráfica. La explicación a dichos valores atípicos se debe a la diferencia en el nivel de PIB de la mayoría de los municipios de Antioquia en relación al nivel de PIB de Medellín y su área metropolitana, en el cual se concentra el eje económico del departamento. Las brechas en el nivel de PIB de Medellín y su área metropolitana con respecto a los demás municipios antioqueños es enorme, esto se explica principalmente dado a que el nicho económico se aglomera en el centro del departamento, favoreciendo positivamente al desarrollo de todos los sectores económicos de la parte central del departamento, lo que conllevaría a generar un impacto positivo en la calidad de vida de los habitantes de dicha zona en Antioquia. Como añadido, el nivel poblacional de Medellín y su área metropolitana es claramente superior en relación a los demás municipios del departamento; más personas, más consumo, mayor producción. Los histogramas de las tablas (4) y (5) son prácticamente calcadas en dichos periodos, no representaron ningún cambio significativo.

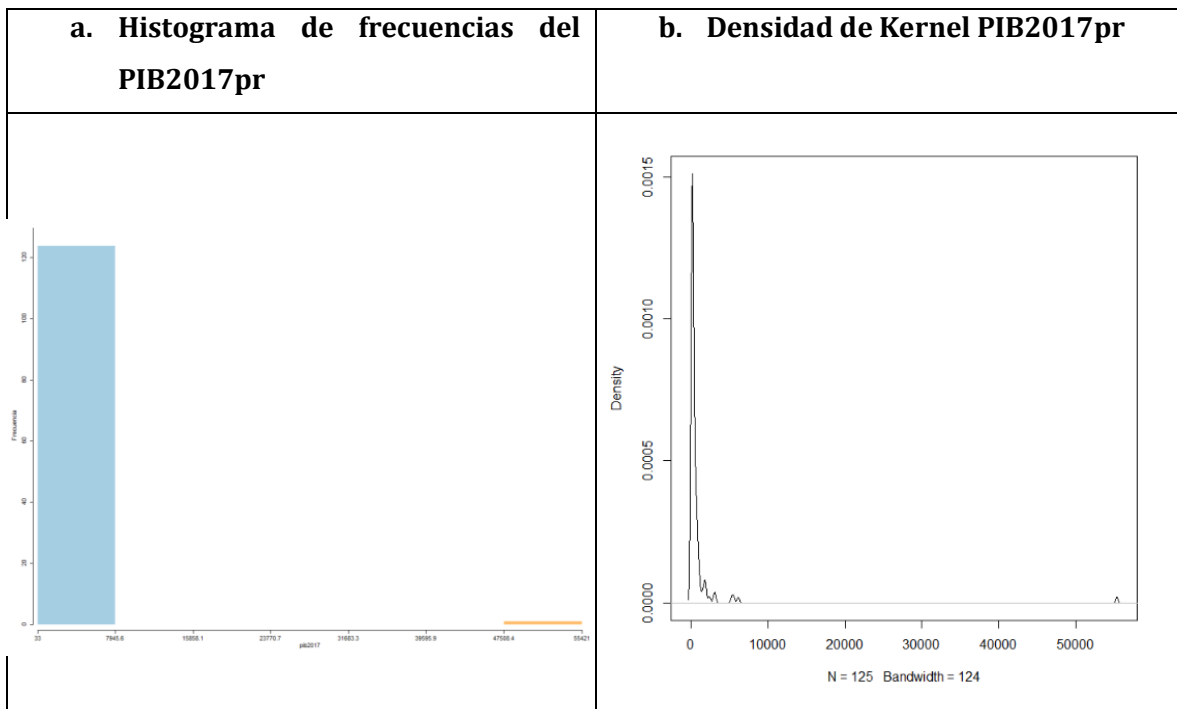
Las gráficas de densidad de Kernel tabla (4) y (5) muestran una densidad de ancho de banda de 107.9 y 124 respectivamente, de esta forma podemos inferir que la prácticamente la totalidad de los municipios del departamento se ubican por debajo de la media, de este modo se hace palpable el peso del valor atípico, que es por tanto el que predomina y sesga los resultados. La disparidad regional en el nivel de PIB es manifiesta, Medellín es indudablemente el eje central de la economía antioqueña, pero si por un momento decidiéramos sacar a Medellín y área metropolitana para que no sesgue la investigación, el resultado sería por tanto, que la mayor parte de los municipios del departamento tienen una tendencia en su nivel de PIB muy pareja, la diferencia es apenas notable.

Tabla (4). Distribución del PIB a nivel Municipal en el 2016



Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

Tabla (5). Distribución del PIB a nivel Municipal en el 2017



Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

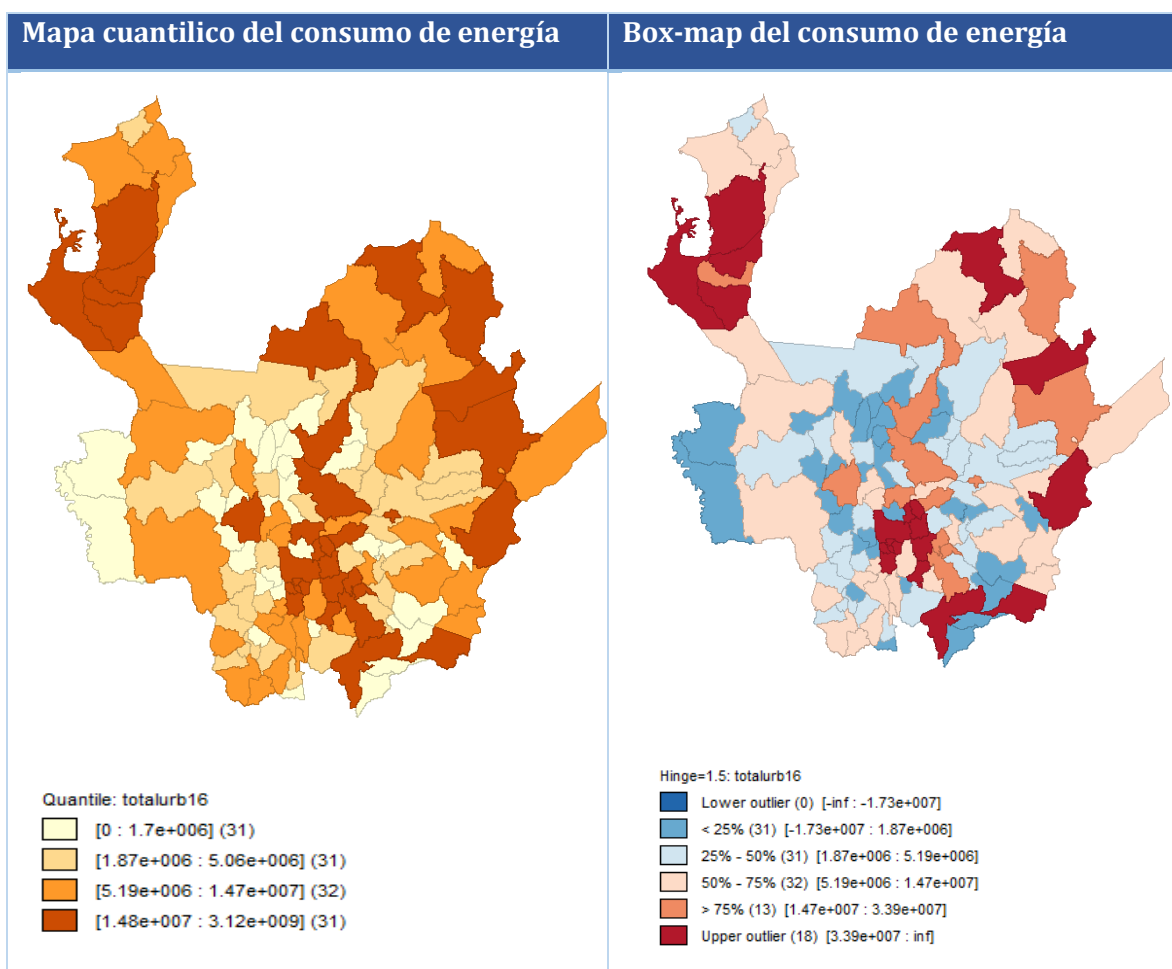
VII.I Análisis Espacial

En esta sección presentaremos un análisis de los patrones de consumo de energía espacial urbano en el departamento de Antioquia, en este se involucran los 125 municipios que conforman el departamento antioqueño, este análisis se realiza en base a estadísticas del año 2016.

Como se puede apreciar en el mapa (1), se ilustra el patrón del consumo espacial de energía a nivel municipal para el año 2016, tanto en el mapa cuantil como en el mapa de box-plot. Naturalmente la subregión que lidera y más se destaca en el consumo de energía es el Valle de Aburrá, la gráfica demuestra que Medellín y su área metropolitana presentan un alto consumo de energía, por lo tanto esto nos da indicios para inferir que disponer de un municipio cercano de alto consumo de energía, genera o puede llegar a generar un impacto positivo en el consumo de energía del municipio vecino y alrededores. Que el Valle de Aburrá presente los niveles más altos de consumo no es una sorpresa, puesto que allí se agrupan los municipios con mayor actividad económica, y con más desarrollo urbanístico en el departamento. Por su parte la subregión del Oriente, también se destaca por exhibir altos consumos de energía por municipio, la cercanía al Valle de Aburrá confirma la tendencia que se ha manifestado. Sin embargo, subregiones ubicadas en una zona más periférica, presentan de igual forma pero en considerable menor proporción, municipios con un alto consumo de energía, subregiones como Urabá, Bajo Cauca, Nordeste, Norte, occidente y Magdalena Media. Estas subregiones manifiestan niveles de actividad económica muy inferiores en comparación a regiones como el Valle de Aburrá o el Oriente, por lo tal su niveles de consumo de energía son relativamente menores en comparación, esto da paso a dilucidar otra tendencia en la cual un municipio se puede ver afectado negativamente

en el nivel de consumo de energía cuando los municipios más cercanos presentan bajas cifras en el consumo de energía.

Mapa (1). Patrones espaciales del consumo de energía Urbano (2016)



Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

Tabla (6). Cuartil superior del consumo de energía urbano

Municipio-Cuartil Superior	Subregión
Medellín	Valle de Aburrá
Envigado	Valle de Aburrá
Copacabana	Valle de Aburrá
Itagüí	Valle de Aburrá

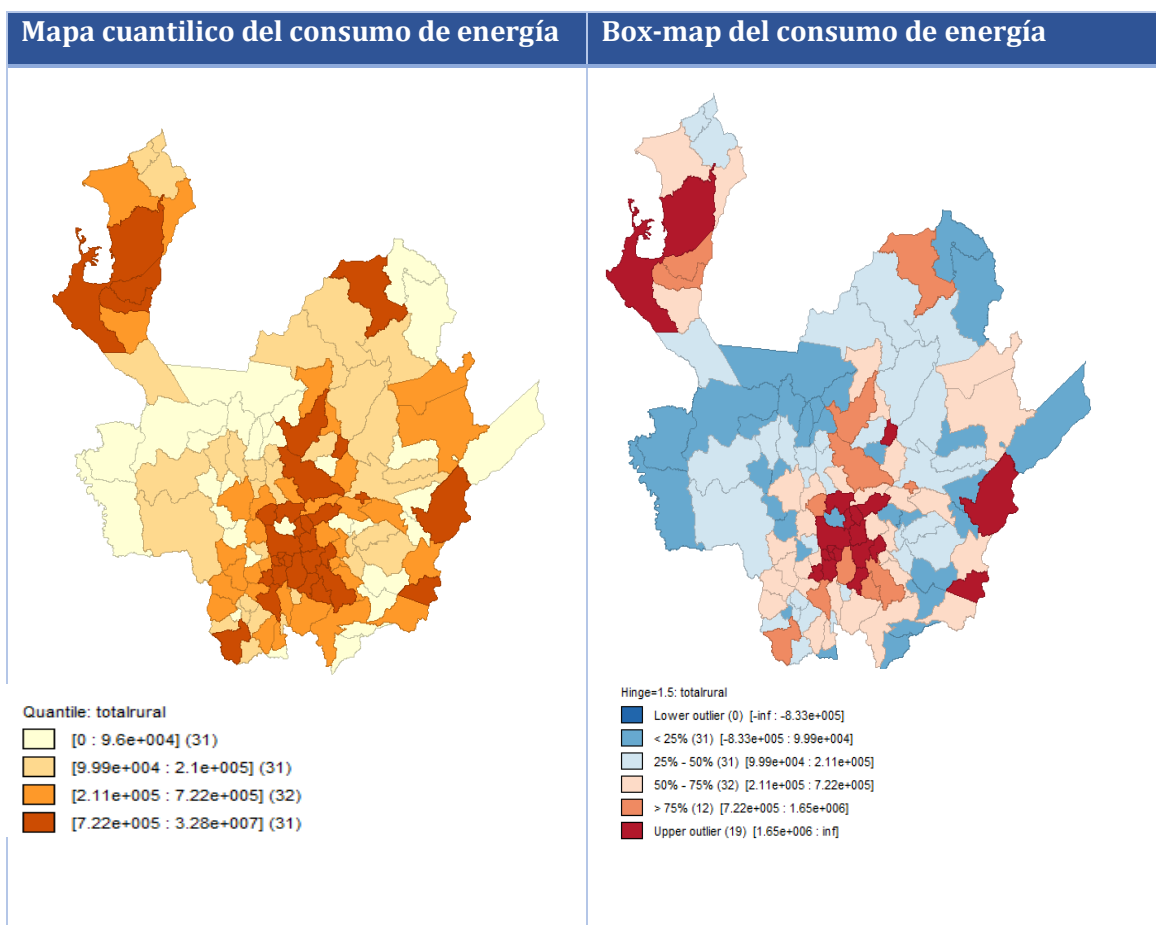
Sabaneta	Valle de Aburrá
La Estrella	Valle de Aburrá
Caldas	Valle de Aburrá
Girardota	Valle de Aburrá
Barbosa	Valle de Aburrá
Turbo	Urabá
Chigorodó	Urabá
Apartadó	Urabá
Carepa	Urabá
Tarazá	Bajo Cauca
El Bagre	Bajo Cauca
Caucasia	Bajo Cauca
Segovia	Nordeste
Remedios	Nordeste
Cisneros	Nordeste
Puerto Berrío	Magdalena Medio
Yarumal	Norte
Santa Rosa de Osos	Norte
San Pedro de los Milagros	Norte
Sonsón	Oriente
El Carmen de Viboral	Oriente
La Ceja	Oriente
Rionegro	Oriente
Marinilla	Oriente
Guarne	Oriente
El Santuario	Oriente
Santa fe de Antioquia	Occidente

Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

Del mismo modo el mapa (2) muestra el nivel de consumo de energía espacial por municipio en Antioquia en el año 2016, pero esta vez va enfocado en el consumo rural de energía. De la misma manera la subregión que prevalece y domina sobre las demás subregiones, es el valle del aburra, en la cual se concentran la mayor cantidad de municipios con un alto consumo de energía rural en el departamento, asimismo la región del Oriente presenta altos niveles de consumo energía rural. Esto va de la mano a los altos niveles de actividades económicas que se manejan en estas subregiones. La buena infraestructura de vías primarias y terciarias son un factor clave para el desarrollo de estas subregiones y por ende a una mejor calidad de vida, esto favorece evidentemente al sector rural, la facilidad para transportar los productos del campo y las cercanías a las principales urbes del departamento contribuyen de manera positiva

al desarrollo del sector rural. Además de esto muchas empresas ubican sus principales plantas de producción en las zonas rurales y periferias de las ciudades, lo que causa un alto consumo de energía en dichas zonas rurales. Otras regiones que destacan por un consumo alto pero en una cantidad claramente menor en el consumo de energía rural por municipio son las subregiones de Urabá, Bajo Cauca, Nordeste, Norte, occidente y Magdalena Media, estas regiones comprenden algunos municipios que se distinguen por presentar elevados niveles de consumo de energía rural en el departamento. El atraso estructural en estas subregiones no ha permitido un desarrollo económico óptimo, por lo cual su desarrollo tanto urbanístico como rural es evidentemente inferior en comparación a las dos regiones mejor ubicadas en el plano económico.

Mapa (2). Patrones espaciales del consumo de energía Rural (2016)



Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

Tabla (7). Cuartil Superior Consumo de Energía Rural

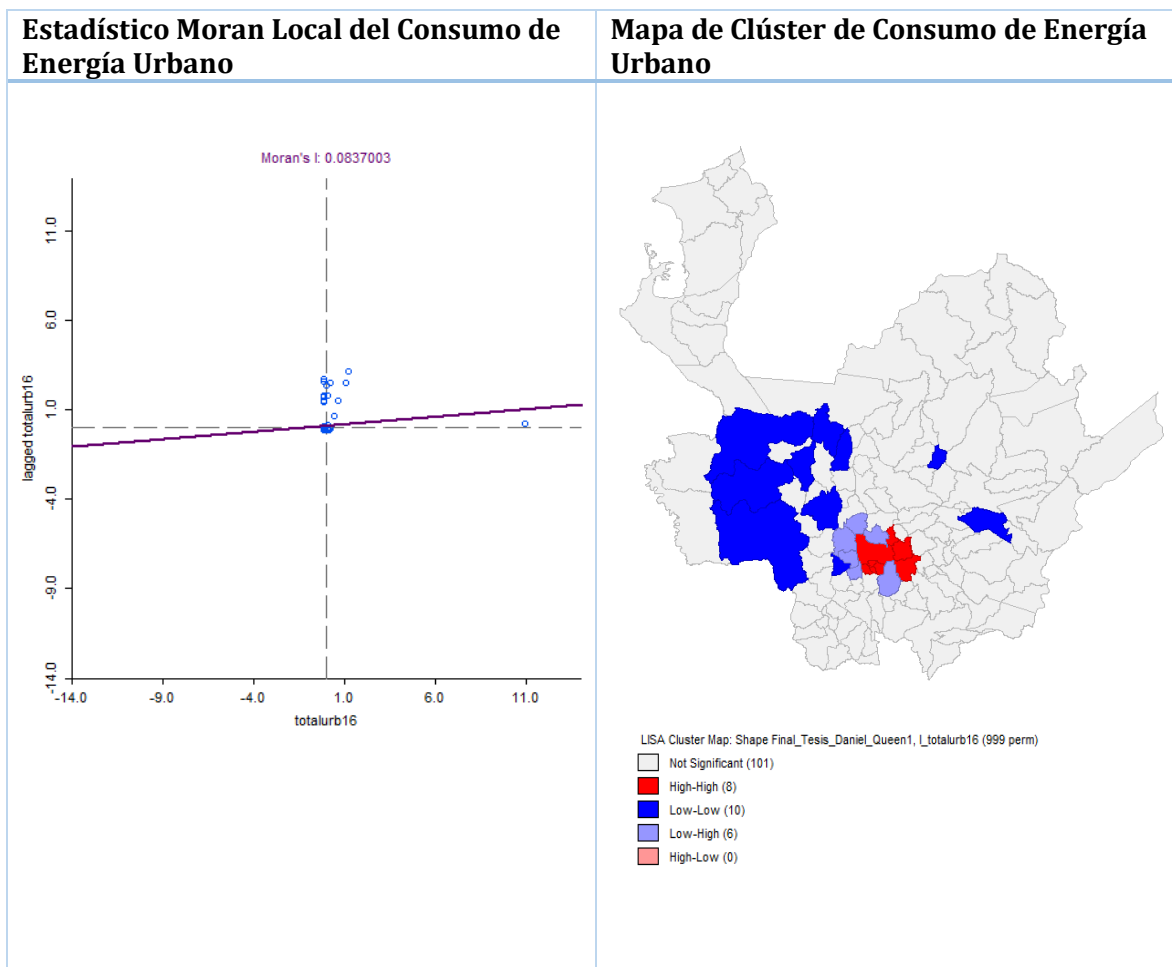
Municipio-Cuartil Superior	Subregión
Medellín	Valle de Aburrá
Envigado	Valle de Aburrá
Copacabana	Valle de Aburrá
Itagüí	Valle de Aburrá
Sabaneta	Valle de Aburrá
La Estrella	Valle de Aburrá
Caldas	Valle de Aburrá
Girardota	Valle de Aburrá
Barbosa	Valle de Aburrá
Turbo	Urabá
Chigorodó	Urabá
Apartadó	Urabá
Carepa	Urabá
Tarazá	Bajo Cauca
El Bagre	Bajo Cauca
Caucasia	Bajo Cauca
Segovia	Nordeste
Remedios	Nordeste
Cisneros	Nordeste
Puerto Berrío	Magdalena Medio
Yarumal	Norte
Santa Rosa de Osos	Norte
San Pedro de los Milagros	Norte
Sonsón	Oriente
El Carmen de Viboral	Oriente
La Ceja	Oriente
Rionegro	Oriente
Marinilla	Oriente
Guarne	Oriente
El Santuario	Oriente
Santa fe de Antioquia	Occidente

Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

Dado que el propósito de la presente tesis es testear si hay dependencia espacial del ingreso de manera subregional, a continuación se presentan los resultados referentes al estadístico moran local y del moran global. En el mapa (3) se puede observar una pendiente positiva esto nos indica y nos permite inferir la presencia de una auto correlación espacial positiva del consumo de energía urbano en el departamento de Antioquia para el año 2016. A una significancia del 10% se rechaza la hipótesis nula, por tanto se permite decir que existe un auto correlación positiva del consumo de

energía urbano en el departamento de Antioquia para el año 2016. Adicionalmente el mapa de clúster determina que la subregión que presenta el mayor consumo de energía es el Valle de Aburrá, el mapa muestra de manera concisa que prácticamente todo el Valle de Aburrá se resalta de color rojo, es decir alto-alto, por lo tanto se determina un patrón característico en el cual un municipio se puede ver afectado positivamente en el consumo de energía si los municipios más cercanos o vecinos presentan niveles elevados de consumo de energía; el Valle de Aburrá se caracteriza por ser la subregión de más incremento y desarrollo urbano en el departamento, es una subregión muy atractiva para empresas y personas puesto que las oportunidades son relativamente superiores a otras subregiones, y la calidad de vida tiende a ser mejor, por esta razón muchas familias e individuos principalmente de periferias del departamento deciden desplazarse y asentarse en el Valle de Aburrá. De manera inversa sucede en el caso de las subregiones del occidente y suroeste en donde los niveles de consumo son representativamente mínimos, bajo-bajo, la gráfica evidencia que estos municipios bajo-bajo en consumo de energía se ubican cercanos o vecinos, lo que confirma el patrón de tendencia, la existencia de una relación e influencia entre municipios cercanos y vecinos en el consumo de energía.

Mapa (3). Mapa de Clúster del Consumo de Energía Urbano en el 2016



Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

Tabla (8). Clúster de consumo de energía urbano 2016

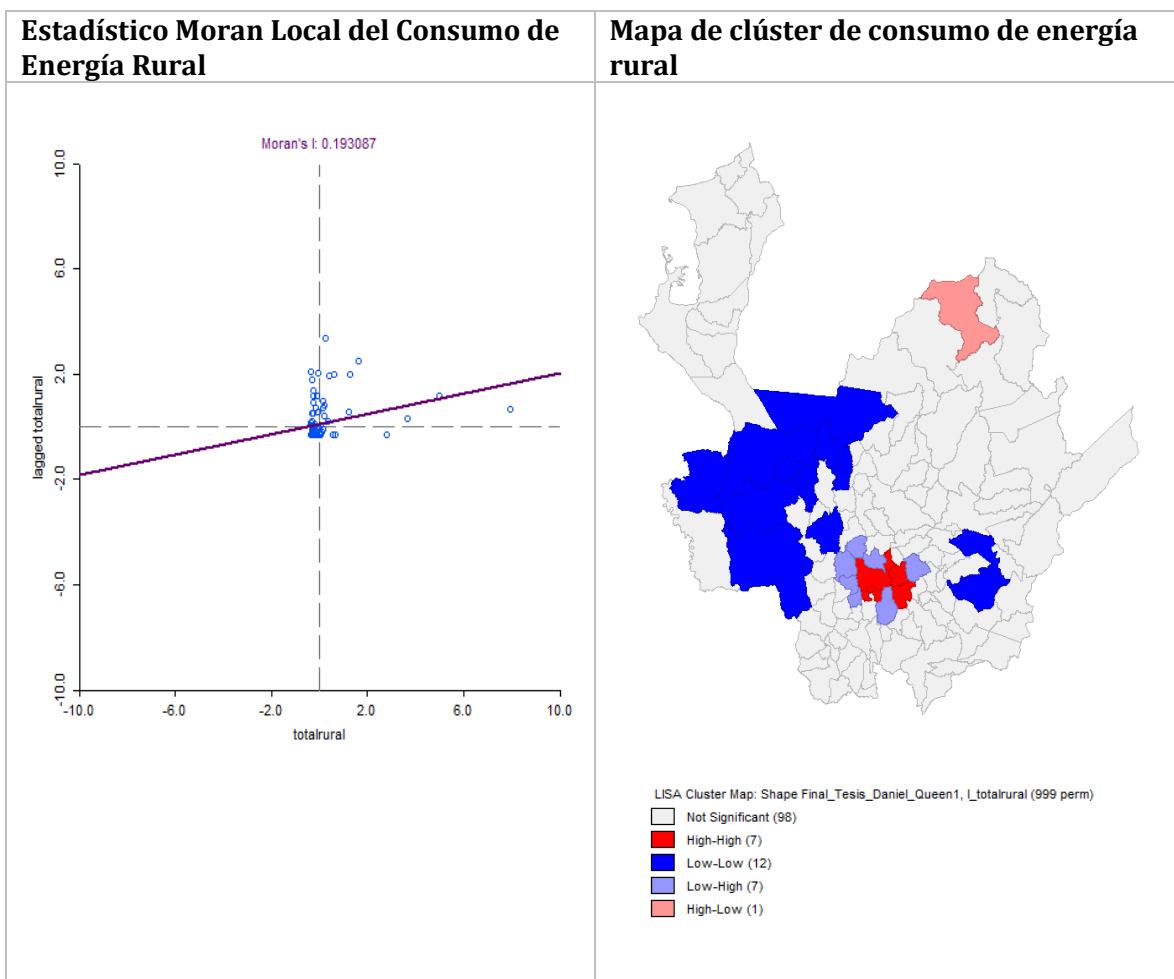
Municipio Cluster Alto-Alto	Municipio Cluster Bajo-Alto	Municipio Cluster Bajo-Bajo
Medellin	Bello	Urrao
Envigado	San Jerónimo	Dabeiba
Itagui	Ebéjico	Frontino
Sabaneta	Retiro	Cañas Gordas
La Estrella	Heliconia	Peque
Guarne	Angelópolis	Sabanalarga

Rionegro		Santa Fe de Antioquia
Copacabana		Armenia
		Guadalupe
		San Roque

Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

En el mapa (4) se puede observar una pendiente positiva esto nos indica y nos permite inferir la presencia de una auto correlación espacial positiva del consumo de energía urbano en el departamento de Antioquia para el año 2016. A una significancia del 10% se rechaza la hipótesis nula, por tanto se permite decir que existe un auto correlación positiva del consumo de energía urbano en el departamento de Antioquia para el año 2016. Generalmente Medellín y su área metropolitana representa los niveles más significativos de actividad económica, y esto se ve reflejado en el consumo de energía, donde se resalta de color rojo en el mapa prácticamente todo el Valle de Aburrá, el consumo de energía es alto-alto, en este caso hablamos del consumo de energía rural. El desarrollo estructural y económico del Valle de Aburrá ha consolidado a esta subregión como el centro del eje económico de Antioquia. Asimismo el sector rural se ha visto beneficiado, por las facilidades en el transporte, dada la cercanía a las urbes y los bajos costos de transporte, favoreciendo la producción de los campesinos y empresas ubicadas en este sector, trayendo así un impacto positivo en el área rural, lo cual se refleja en el consumo de energía. Muchas personas y empresas del campo de otras subregiones mayormente de las periferias se ven en la necesidad de abandonar su hogar en busca de mejores oportunidades y mejores condiciones de vida, migrando principalmente a Medellín y cercanías. Estas subregiones que presentan un nivel bajo-bajo se ubican muy cercanos, los municipios se concentran principalmente en el occidente y suroeste, municipios como Urrao, Frontino, Dabeiba, Murindó, Peque, Cañas gordas, Sabanalarga, Santa Fe de Antioquia, se ubican cercanos y vecinos, esto valida la tendencia de un patrón de relación entre municipios cercanos y la afectación a su nivel de consumo de energía, este caso consumo de energía rural.

Mapa (4). Mapa de Clúster del Consumo de Energía Rural en el 2016



Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

Tabla (9). Clúster de consumo de energía rural 2016

Municipio Cluster Alto-Alto	Municipio Cluster Bajo-Alto	Municipio Cluster Bajo-Bajo	Municipio Cluster Alto-Bajo
Medellin	Bello	Urrao	Caucasia

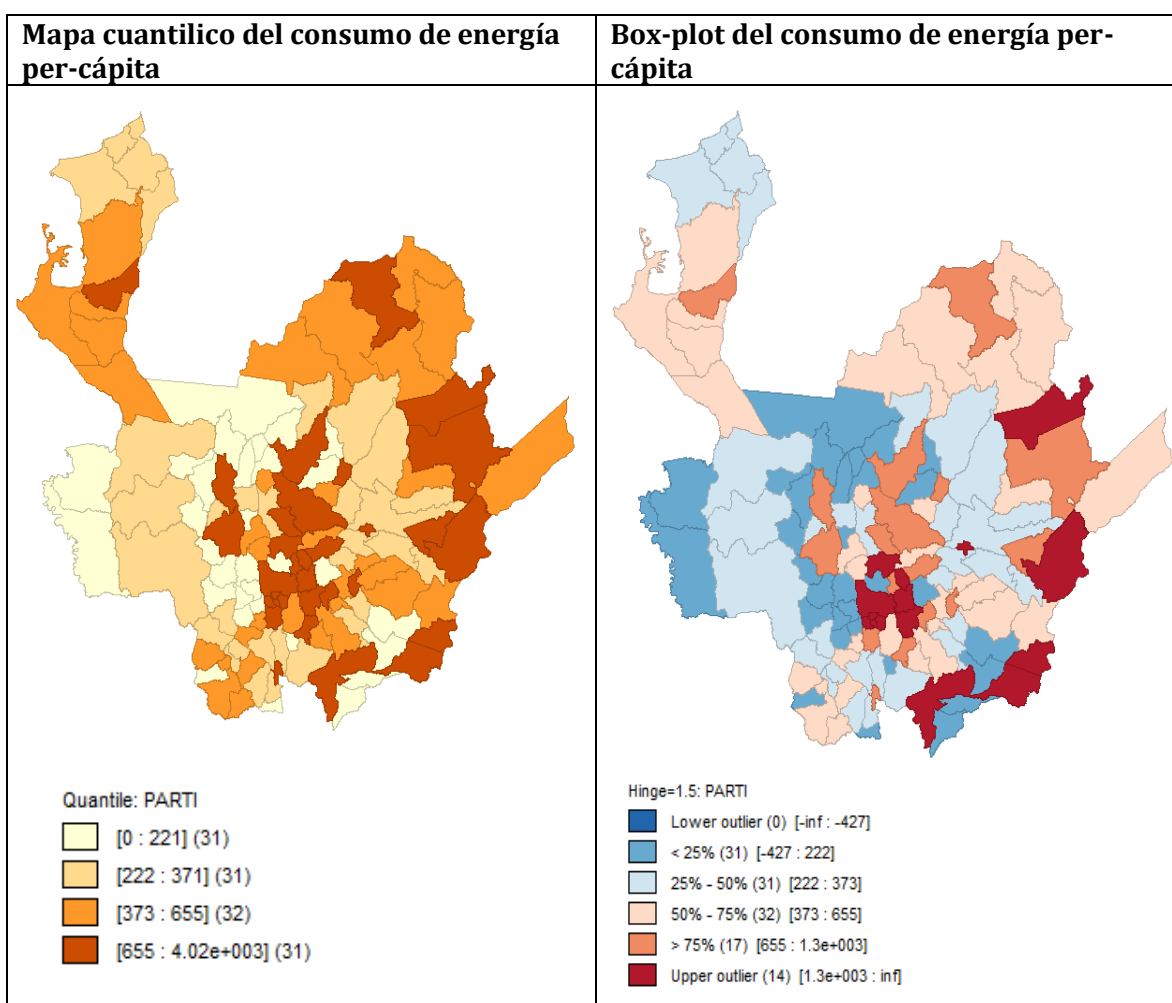
Envigado	San Jerónimo	Dabeiba	
Itagui	Ebéjico	Frontino	
La Estrella	Retiro	Cañas Gordas	
Guarne	Heliconia	Peque	
Rionegro	Angelópolis	Sabanalarga	
Copacabana	San Vicente	Santa Fe de Antioquia	
		Armenia	
		Guadalupe	
		San Roque	
		Ituango	
		Murindó	

Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

En el mapa (5) se ilustra la distribución espacial del consumo de energía per-cápita en Antioquia para el año 2016. En este caso la gráfica de cuantiles y de box plot nos indica e ilustra que la región más influyente en el nivel de consumo de energía individual es el Valle de Aburrá y algunas partes de la subregión del oriente. Como hemos venido diciendo en apartados anteriores, Medellín y su área metropolitana concentra el capital económico del departamento, en esta subregión se acentuaron las compañías más relevantes del departamento, además cuenta con una alta densidad poblacional, la cual tiene una relación directa con el consumo de energía per-cápita, sumándole a este razonamiento, a Medellín y cercanías llegan muchas familias provenientes de otras regiones del departamento, mayormente de periferias, en búsqueda de mejores oportunidades y una mejor calidad de vida. En base a esta circunstancias el Valle del Aburra presenta los niveles más altos en el consumo per-cápita, acá generalmente se ubican las personas con mejores ingresos económicos en el departamento y de la misma forma se acentúan las empresas más representativas del Antioquia, el patrón que se puede deslumbrar en el mapa es que ubicarse geográficamente cercano a Medellín puede generar impactos positivos en la economía de los municipios más inmediatos, por eso se evidencia que los municipios con cuentan con niveles más altos en el consumo per-cápita, se ubican generalmente cercanos y vecinos.

Por su parte municipios de las subregiones del Oriente, Magdalena medio, Norte y Nordeste también cuentan con algunos municipios de altos niveles en consumo per-cápita de energía, pero en una proporción significativamente menor , en este caso municipios como Sonsón, Guarne, Rionegro, Puerto Triunfo, Puerto Berrio, San Pedro de los Milagros , Cisneros y Segovia, los cuales se caracterizan por ubicarse en la zona aislada o por encima en el consumo individual de energía, en los casos específicos de los municipios de Guarne, Rionegro que se ubican inminentemente a Medellín y Valle de Aburrá, se ven positivamente favorecidos en sus actividades económicas y por ende en el alto consumo de energía.

Mapa (5). Patrones Espaciales del Consumo de Energía Per-Cápita en 2016



Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

Tabla (10). Cuartil superior del consumo de energía per-cápita del año 2016

Municipio-Cuartil Superior	Subregión
Medellín	Valle de Aburrá
Envigado	Valle de Aburrá
Copacabana	Valle de Aburrá
Itagüí	Valle de Aburrá
Sabaneta	Valle de Aburrá
La Estrella	Valle de Aburrá
Caldas	Valle de Aburrá
Girardota	Valle de Aburrá
Barbosa	Valle de Aburrá
Apartadó	Urabá
Puerto Berrío	Magdalena Medio
Maceo	Magdalena Medio
Puerto Triunfo	Magdalena Medio
Caucasia	Bajo Cauca
Segovia	Nordeste
Remedios	Nordeste
Cisneros	Nordeste
La Pintada	Sur Oeste
Sonsón	Oriente
Guatapé	Oriente
La Ceja	Oriente
Rionegro	Oriente
Guarne	Oriente
Marinilla	Oriente
San Pedro de los Milagros	Norte
Entrerriós	Norte
Santa Rosa de Osos	Norte
Guadalupe	Norte
Yarumal	Norte
Santa fe de Antioquia	Occidente
Buriticá	Occidente

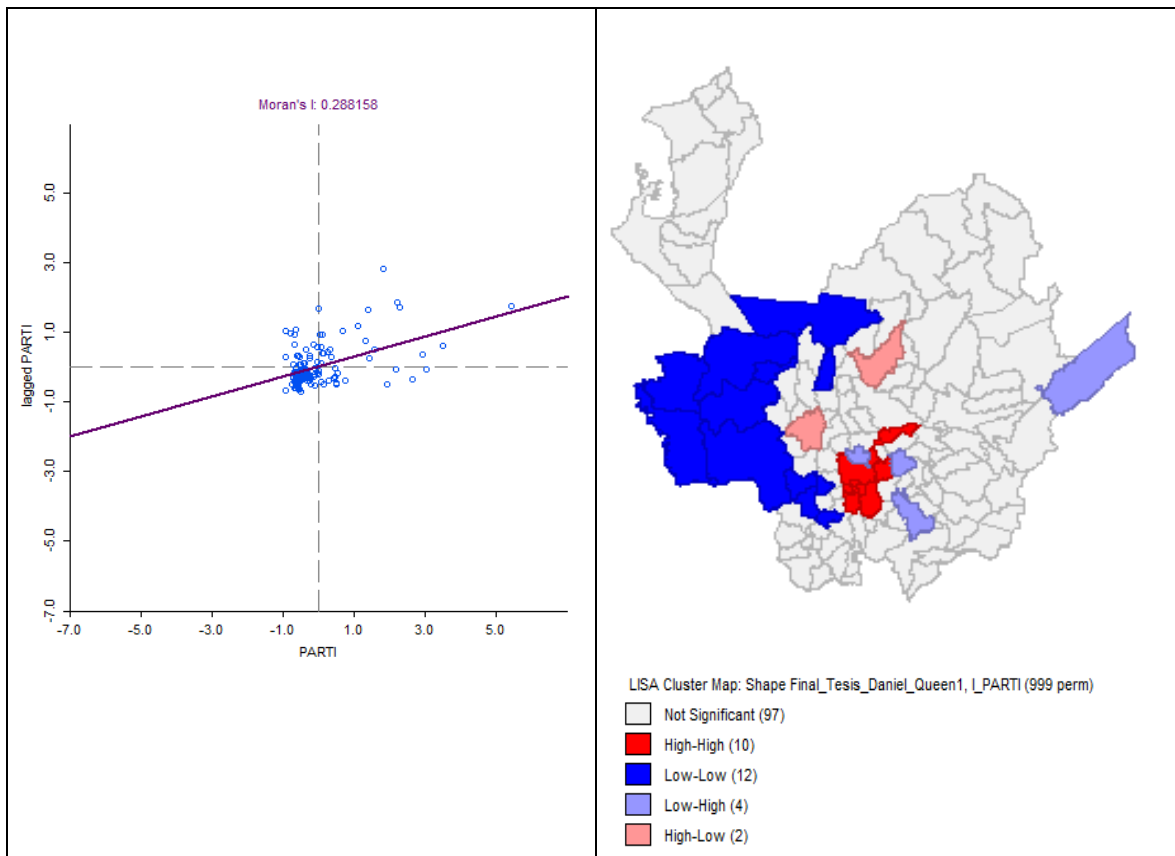
Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

A continuación procederemos a analizar y presentar los resultados del estadístico referente Moran local y global, con el fin de testear si existe una autocorrelación espacial positiva del ingreso per-cápita. En el mapa (6) se puede visualizar una

pendiente positiva, la cual es indicativa y sugiere la presencia de una autocorrelación espacial positiva del ingreso per-cápita para el departamento de Antioquia en el año 2016. A una significancia del 10% se rechaza la hipótesis nula, por tanto se permite decir que existe un auto correlación positiva del consumo de energía per-cápita en el departamento de Antioquia para el año 2016. El mapa de clúster se puede visualizar como la subregión del Valle de Aburrá agrupa los niveles más representativos del consumo de energía per-cápita en el departamento, y además se observa que zonas periféricas como el occidente y noroeste acumulan los municipios con menores tasas de consumo de energía per-cápita, lo que nos sugiere la existencia de un patrón predominante de la zona central del departamento respecto a las periferias, esto se explica por la brecha tan significativa que persiste entre la alta actividad económica de Medellín y cercanías en relación a la baja actividad económica de las periferias. De igual forma podemos inferir que los municipios más aledaños a Medellín presentan los niveles más altos en consumo per-cápita de energía. Y los municipios con menores tasas de consumo individual de energía pueden ser influyentes a municipios cercanos inmediatamente a ellos.

Mapa (6). Mapa de Clúster del Consumo de Energía Per-Cápita en el 2016

Estadístico Moran Local del Consumo de Energía per-cápita	Mapa de Clúster del Consumo de Energía per-cápita
--	--



Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

Tabla (11). Clúster consumo de energía per-cápita en 2016

Municipio Cluster Alto-Alto	Municipio Cluster Bajo-Alto	Municipio Cluster Bajo-Bajo	Municipio Cluster Alto-Bajo
Medellin	Bello	Urrao	Santa fe de Antioquia
Envigado	El Carmen de Viboral	Dabeiba	Yarumal
Itagui	San Vicente	Frontino	
La Estrella	Retiro	Venecia	
Guarne	Yondó	Betulia	
Rionegro		Sabanalarga	
Copacabana		Vigia del Fuerte	
Don Matías		Armenia	
El Retiro		Concordia	
		Uramita	
		Ituango	
		Murindó	

Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

IX. Conclusiones

Esta tesis persiguió el objetivo general de determinar si en el departamento de Antioquia, el nivel de actividad económica presenta dependencia espacial, esto es, determinar si el nivel de actividad económica de un municipio del departamento, dependen del nivel de actividad económica promedio de los municipios que le son vecinos. Para esto, se utilizaron las técnicas de análisis de estadística espacial, con el fin de determinar la existencia de autocorrelación espacial y, con ello, corroborar la hipótesis principal de este trabajo.

Los resultados encontrados muestran evidencia de que en Antioquia, para el año 2016, se corrobora la existencia de dependencia espacial del ingreso municipal, es decir, el nivel de actividad económica o PIB de un municipio de Antioquia dependen del nivel de actividad económica de sus vecinos. Concretamente, los resultados muestran que la interdependencia espacial del PIB es mayor en los municipios del Valle de Aburrá, como Medellín, Itagüí, Envigado, La Estrella, Copacabana, Barbosa, Caldas, Sabaneta y Girardota.

De igual manera, se destacan algunos municipios del Oriente Cercano, tales como Guarne, Rionegro, El retiro, Marinilla, La Ceja, Guatapé, etc. Esto muestra que en el departamento, para dicho año, hay una estructura regional de la economía del tipo centro-periferia, en la cual Medellín constituye el centro y la periferia económica está más orientada a los municipios de la subregión del Occidente como Dabeiba, Frontino, Cañas Gordas, Peque, etc.

Es de anotar que los clúster de bajo nivel económico corresponden a municipios mayoritariamente de la subregión del Occidente, y del Norte como Ituango, Anorí, Yarumal, etc. Por lo tanto, urgen políticas públicas económicas para incentivar particularmente a estos municipios. Los resultados muestran, entonces, la necesidad, de estudiar a fondo los determinantes del atraso económico de estos municipios y como

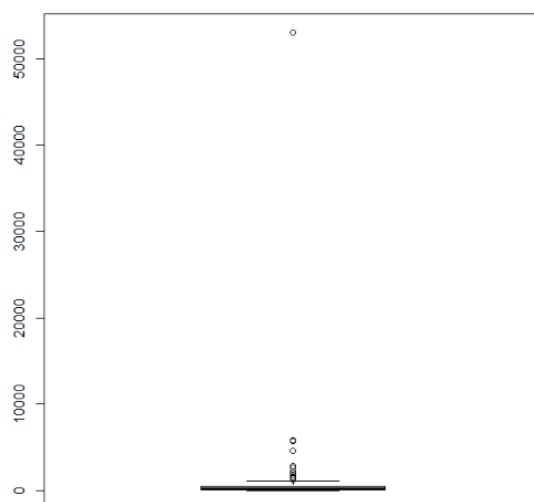
pueden aprovechar su cercanía a centros económicos importantes en las otras subregiones.

X. Anexos

En esta sección se distinguirán algunas graficas que implican los niveles de PIB municipal en el departamento de Antioquia para el año 2016 y 2017. De este modo se profundizara en la temática en relación.

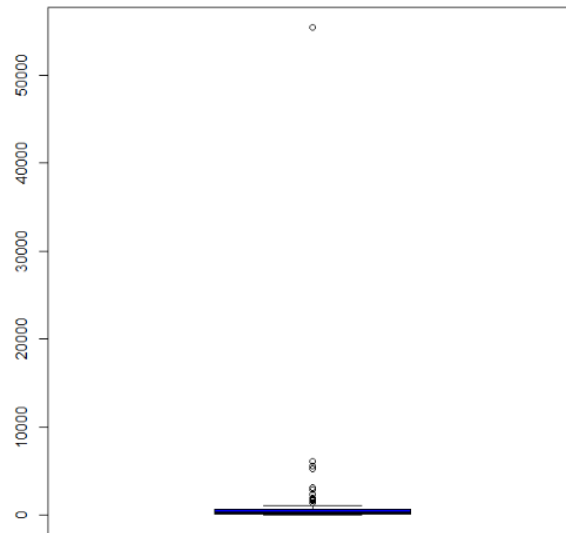
De igual forma los gráficos de caja o box plot (1) y (2) son prácticamente similares, reflejan la variable más relevante de la investigación, el PIB de los años 2016 y 2017 respectivamente. Lo primero que se puede resaltar es el valor atípico en ambas gráficas, en el cual el primer el cuartil se ubica por encima de los 50000 y el tercero alrededor de los 1000, el valor atípico se ubica en ambos casos en el límite superior. Se resalta de igual forma que la gráfica no presenta una distribución simétrica de los datos, es asimétrica negativa o sesgada, dado a que la mediana no se ubica en el centro del rectángulo, esto de igual manera en ambas gráficas. Por otro lado se resalta que el 75% de los valores son menores al tercer cuartil.

Grafica (1). Box-Plot del PIB2016p



Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

Grafica (2). Box-Plot del PIB2017pr



Fuente: cálculos propios con base en Anuario estadístico de Antioquia

XI. Referencias.

Anselin, L. (2013). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Springer Science & Business Media.

Aroca, P. (2000). *ECONOMETRÍA ESPACIAL: Una Herramienta Para el Análisis de la Economía Regional*. 28.

Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (1990). *Economic Growth and Convergence across The United States* (N.º w3419; p. w3419). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w3419>

Bonet, J., & Meisel, A. (2006). Polarización del ingreso per cápita departamental en Colombia, 1975-2000. *Documentos de trabajo sobre economía regional*, 76.

Cárdenas, M., & Pontón, A. (1995). Growth and convergence in Colombia: 1950–1990. *Journal of Development Economics*, 47(1), 5–37.

Christaller, W. (1933). Die zentralen Orte in Süddeutschland (the central places in southern Germany). *Jena: Gustav Fischer.*

Di Filippo, A. (1998). *La visión centro-periferia hoy.*
<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/12135>

Entremont, A. (Alban) d'. (1997). *Geografía económica.* Cátedra.
<https://dadun.unav.edu/handle/10171/47914>

Fujita, M., & Krugman, P. (2004). *La nueva geografía económica: Pasado, presente y futuro.*
<https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/32283>

Galvis-Aponte, L. A., & Meisel-Roca, A. (2012). *Convergencia y trampas espaciales de pobreza en Colombia: Evidencia reciente.* Banco de la República. <https://doi.org/10.32468/dtseru.177>

Gómez Rodríguez, F. C., & Santana Vilorio, L. (2016). Convergencia interregional en Colombia 1990-2013: Un enfoque sobre la dinámica espacial. *Ensayos sobre POLÍTICA ECONÓMICA*, 34(80), 159-174. <https://doi.org/10.1016/j.espe.2016.03.004>

Gutiérrez-Rueda, J., & Zamudio-Gómez, N. E. (2008). *Medidas de concentración y competencia.* Banco de la República. <https://doi.org/10.32468/tef.29>

Javier Arturo, B. J., & Guillermo Enrique, M. G. (1997). Convergencia regional: Una revisión del caso colombiano. *Revista Desarrollo y sociedad*, 40, 273–308.

Jiménez, F. (2011). Crecimiento Económico. Enfoques y Modelos. En *Libros PUCP / PUCP Books.* Fondo Editorial - Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://ideas.repec.org/b/pcp/puclib/ide-2011-01.html>

Krugman, P. (1991). *Increasing returns and Economic geography.*

Krugman, P. R. (1992). *Geografía y comercio.* Antoni Bosch editor.

Lösch, A. (1940). *Economics of location.* <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300602738>

Marshall, A. (1988). *Principles of economics: An introductory volume.*
<http://link.springer.com/book/10.1057/9781137375261>

Mendoza, G. de R., Campos, J., & Nombela, G. (2003). *Economía del transporte.* Antoni Bosch editor.

Moncada Mesa, J., & Loaiza Quintero, O. L. (2013). Análisis de las disparidades regionales en Colombia: Una aproximación desde la estadística espacial, 1985 – 2010. *Borradores Departamento de Economía.* <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/3719>

Moran, P. A. P. (1948). The Interpretation of Statistical Maps. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 10(2), 243-251. JSTOR.

Ocampo, J. A., & Colmenares, G. (2007). *Historia económica de Colombia* (file:///C:/Users/asusvivo/Downloads/Historia%20Economica%20de%20Colombia%20José%20Antonio%20Ocampo.pdf). Planeta.

Quah, D. (1993). Galton's fallacy and tests of the convergence hypothesis. *The Scandinavian Journal of Economics*, 427–443.

Ricardo, D. (1817). *Principles of political economy and taxation*. G. Bell and sons.

Serrano, R. M., & Valcarce, E. V. (2000). *TECNICAS ECONOMETRICAS PARA EL TRATAMIENTO DE DATOS ESPACIALES: LA ECONOMETRIA ESPACIAL*. Edicions Universitat Barcelona.

Smith, A. (1776). *La riqueza de las naciones*. 540.

Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94. <https://doi.org/10.2307/1884513>

Swan, T. W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic record*, 32(2), 334–361.

Vásquez, L. F., & Bara, J. L. R. (2009). Convergencia económica regional: El caso de los Departamentos colombianos. *Ecos de Economía: A Latin American Journal of Applied Economics*, 13(28), 167–197.