

---

# REGIONES FUNCIONALES EN LOS MUNICIPIOS DEL NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA EN COLOMBIA: UN ENFOQUE DESDE EL MODELO CLÁSICO DE CHRISTALLER\*

---

José Alfonso Sáenz Zapata  
Néstor Garza

---

J. A. Sáenz Zapata

\* Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad de la Cámara de Comercio de Cartagena. A la memoria de Luz Marina Zapata de Sáenz (09/12/1979 - 1/08/2018). Las opiniones y posibles errores son de responsabilidad exclusiva del autor y no comprometen a la entidad que se muestra en su afiliación institucional. El autor agradece a Colciencias y a la Gobernación del Magdalena por la beca otorgada para la realización de su maestría y a la Cámara de Comercio de Cartagena por la licencia de estudios concedida durante el tiempo de la misma. Correo electrónico: jsaenz@cccartagena.org.co.

N. Garza

Assistant Professor at California State University Dominguez Hills, e investigador asociado a la Universidad del Norte (Barranquilla). Correo electrónico: ngarza@csudh.edu.

Este documento ha sido expuesto como ponencia en la IV Conferencia Internacional Territorialidad y Desarrollos Territoriales: La configuración territorial. Del 9 al 11 de mayo de 2018; el XI Encuentro Nacional y III Encuentro Internacional de la Asociación Colombiana de Estudios Regionales y Urbanos. 25 y 26 de octubre de 2018; y el I Congreso Iberoamericano de Economía Aplicada Asepelt. Noviembre de 2018.

Sugerencia de citación: Sáenz Zapata, J. A., & Garza, N. (2019). Regiones funcionales en los municipios del norte del departamento del Magdalena en Colombia: un enfoque desde el modelo clásico de Christaller. *Cuadernos de Economía*, 38(77), 461-491. doi: [10.15446/cuad.econ.v38n77.67947](https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v38n77.67947)

**Este artículo fue recibido el 26 de septiembre de 2017, ajustado el 09 de abril de 2018, y su publicación aprobada el 02 de mayo de 2018.**

**Sáenz Zapata, J. A., & Garza, N. (2019). Regiones funcionales en los municipios del norte del departamento del Magdalena en Colombia: un enfoque desde el modelo clásico de Christaller. *Cuadernos de Economía*, 38(77), 461-491.**

El objetivo de este artículo es identificar las regiones funcionales en los municipios del norte del departamento del Magdalena en Colombia, usando la teoría de los lugares centrales de Christaller. El diseño empírico se basa en teoría de grafos, usando una muestra aleatoria. Se encontraron lugares centrales de primer (Santa Marta y Barranquilla) y segundo orden (Ciénaga, Fundación y Pivijay), a los cuales acuden las personas a comprar bienes y servicios que no encuentran en sus lugares de habitación. Se sugiere mejorar la malla vial secundaria y terciaria entre los corregimientos y los lugares centrales identificados en el estudio, además del diseño de una microrregionalización, con la cual se puede acercar más la administración del Estado a la realidad territorial local.

**Palabras clave:** teoría de grafos, regiones funcionales, teoría de los lugares centrales, Magdalena, Colombia.

**JEL:** R, R1, R12, R19.

**Sáenz Zapata, J. A., & Garza, N. (2019). Functional regions in the northern municipalities of the Magdalena department in Colombia: An approach from the classic Christaller model. *Cuadernos de Economía*, 38(77), 461-491.**

The objective of this article is to identify functional regions in northern Magdalena region of Colombia, using the theory of the central places of Christaller. The empirical design is based on the Graph Theory and uses a random sample. We find that the region has two First Order Central Places (Santa Marta and Barranquilla), and three Second Order Central Places (Ciénaga, Fundación and Pivijay). Consumers attend the first and second order central places to obtain products. It is suggested that with the described spatial structure, improvements in secondary and tertiary roads between small settlements and the identified central places might improve development conditions. This exercise is useful for micro-regionalization efforts, where the State administration is brought closer to the local territorial reality.

**Keywords:** Graph theory, spatial analysis, central place theory, Magdalena, Colombia.

**JEL:** R, R1, R12, R19.

**Sáenz Zapata, J. A., & Garza, N. (2019). Régions fonctionnelles dans les municipalités du nord du département du Magdalena en Colombie: une approche à partir du modèle classique de Christaller. *Cuadernos de Economía*, 38(77), 461-491.**

L'objectif de cet article consiste à identifier les régions fonctionnelles dans les municipalités du nord du département du Magdalena en Colombie, en utilisant la théorie des lieux centraux de Christaller. La conception empirique se base sur la théorie des graphes en utilisant un échantillon aléatoire. On rencontre des lieux centraux de premier ordre (Santa Marta et Barranquilla) et de second ordre

(Ciénaga, Fundación et Pivijay), où viennent les personnes pour acheter des biens et des services qu'ils ne trouvent pas là où ils habitent. Nous suggérons d'améliorer le réseau routier secondaire et tertiaire entre les bourgades et les lieux centraux identifiés dans cette étude, en plus de la conception d'une micro régionalisation par laquelle on peut rapprocher davantage l'administration de l'Etat de la réalité territoriale locale.

**Mots-clés:** théorie des graphes, régions fonctionnelles, théorie des lieux centraux, Magdalena, Colombie.

**JEL:** R, R1, R12, R19.

**Sáenz Zapata, J. A., & Garza, N. (2019). Regiões funcionais nos municípios do norte do departamento de Magdalena na Colômbia: um enfoque a partir do modelo clássico de Christaller. *Cuadernos de Economía*, 38(77), 461-491.**

O objetivo deste artigo é identificar as regiões funcionais nos municípios do norte do departamento de Magdalena na Colômbia, usando a teoria dos lugares centrais de Christaller. O projeto empírico se baseia em teoria dos grafos, usando uma amostra aleatória. Encontramos lugares centrais de primeira (Santa Marta e Barranquilla) e segunda ordem (Ciénaga, Fundación e Pivijay), aos quais comparecem as pessoas para comprar bens e serviços que não encontram em seus lugares de habitação. Uma sugestão é melhorar a malha viária secundária y terciária entre as comunidades e os lugares centrais identificados no estudo, além do projeto de uma micro regionalização, com a qual se pode aproximar mais a administração do Estado à realidade territorial local.

**Palavras-chave:** teoria dos grafos, regiões funcionais, teoria dos lugares centrais, Magdalena, Colômbia.

**JEL:** R, R1, R12, R19.

## INTRODUCCIÓN

Las regiones funcionales se configuran a partir de las relaciones de intercambio entre nodos de población y sus respectivas áreas de mercado. Saber cuáles son las regiones funcionales es de gran utilidad para los hacedores y ejecutores de políticas públicas regionales, ya que este conocimiento les permitirá alcanzar mayor impacto en el desarrollo regional. A partir de este razonamiento, es importante para el departamento del Magdalena conocer las regiones funcionales en detalle más amplio posible (corregimientos), de modo que es la teoría de los lugares centrales un marco teórico idóneo para lograr este fin por su capacidad de explicación y de contrastación empírica de estos fenómenos geográficos.

En este tema, distinguimos dos vertientes teóricas en economía espacial: a) las teorías de lugares centrales (TLC) y b) la nueva geografía económica (NGE). Estas dos aproximaciones describen procesos de aglomeración y su representación espacial. Este artículo presenta el debate conceptual entre las dos aproximaciones, destacando que las TLC tienen un origen empírico y, en consecuencia, se adaptan mejor a ejercicios de tipo aplicado (Mulligan, Partridge y Carruthers, 2012). La NGE se construye desde una lógica deductiva basada en el equilibrio general, y sus aplicaciones empíricas son menos directas (Vélez, 2008).

En este artículo usamos el modelo clásico de Christaller (1966), empleando teoría de grafos para su contrastación empírica en los municipios del norte del departamento del Magdalena, en Colombia. Esta es una interesante contribución en el contexto de los análisis económicos espaciales recientes en Colombia y Latinoamérica, donde los artículos tipo NGE (o al menos pretendidamente NGE) se han hecho dominantes. Además, trabajamos una realidad territorial poco estudiada, como la región norte del departamento, que sufre evidentes problemas de subdesarrollo en relación con el resto del país, y que ha sido fuertemente golpeada por el conflicto interno armado (Cantillo, 2012).

En este trabajo, después de esta introducción, debatimos, primero, las aproximaciones conceptuales en la sección dos, destacando el carácter aplicado de las TLC y su estructura geométrica en la tradición de Christaller (1966). En la sección tres, explicamos la teoría de grafos, su valor como representación espacial de sistemas de lugares centrales, enfatizando el umbral, grado y rango como métricas de investigación. En la sección cuatro, presentamos las particularidades del estudio de caso, el proceso de muestreo que representa los intercambios comerciales en la región estudiada, y usamos la muestra para determinar dos lugares centrales de primer orden y tres lugares centrales de segundo orden. Presentamos, además, los municipios y corregimientos incluidos como subsidiarios de cada lugar central. En la sección cinco, concluimos.

## DISCUSIÓN CONCEPTUAL

### Teorías del lugar central

Christaller (1966) plantea una organización jerárquica de ciudades, las cuales operan como lugares centrales que ofrecen bienes y servicios en un espacio isotrópico.

La jerarquía de las ciudades está determinada por el umbral (entendiéndose como umbral el radio a la redonda del lugar central que abarca la población mínima que una empresa requiere para alcanzar su punto de equilibrio en ventas) del lugar central. Los lugares centrales de mayor rango son aquellos que tienen el mayor umbral, además de ser los únicos que ofrecen bienes de tipo superior.<sup>1</sup> Los lugares de menor rango son aquellos que tienen umbrales pequeños, y ofrecen bienes inferiores.<sup>2</sup>

Las distintas producciones tienen diferentes rangos de mercado, entendido como la distancia máxima que los consumidores están dispuestos a recorrer para adquirir el bien o servicio. Si el umbral es mayor al rango de mercado, el bien o servicio no se puede producir. Ahora bien, si cada empresa se ubica en el espacio isotrópico, con su respectivo umbral y rango de mercado, la configuración de la estructura espacial de las áreas de mercado circulares se ve como en la Figura 1. En esta figura, sin embargo, hay espacios intersticiales entre las áreas circulares de mercado, que no son atendidas. Christaller y otros analistas TLC solucionaron este problema usando áreas de mercado de forma hexagonal (Christaller, 1966), como se muestra también en la Figura 1.

Otra característica del modelo de Christaller tiene que ver con los principios de organización espacial de las jerarquías de ciudades. Christaller considera tres principios de organización: criterios de mercado, transporte y administración. Así, siendo  $k$  la relación numérica entre el lugar central y sus niveles inmediatamente inferiores, Christaller considera  $k = 1, 4, 7$ .

Ahora bien, la configuración de un sistema jerárquico de lugares centrales da origen a regiones que tienen una connotación de centro-periferia. Así, para un área rural periférica, el acceso a un sistema integrado de mercados es fundamental para que los campesinos puedan vender sus productos y, de paso, puedan acceder a insumos y tecnologías, tal como ocurre en el caso de la subregión del canal del Dique en los departamentos de Bolívar y Atlántico (Coneo, Barraza, López y Sáenz, 2014).

## Nueva geografía económica

Los aportes de Paul Krugman a principios de la década de 1990 dan surgimiento a la NGE. Se trata de una economía espacial microfundamentada en equilibrio general, derivada de las teorías de comercio internacional y organización industrial. Haber enmarcado ideas ya existentes en las TLC, en un modelo de equilibrio general, trajo de regreso a la geografía a los debates de los economistas de la corriente dominante (Ottaviano y Thisse, 2005). Este aparato teórico soporta análisis normativos, que incluyen efectos directos e indirectos. Lo que hace que la NGE sea útil para lanzar juicios a las implicaciones en términos de bienestar económico de distintas decisiones de política pública (Cuadrado, 2012).

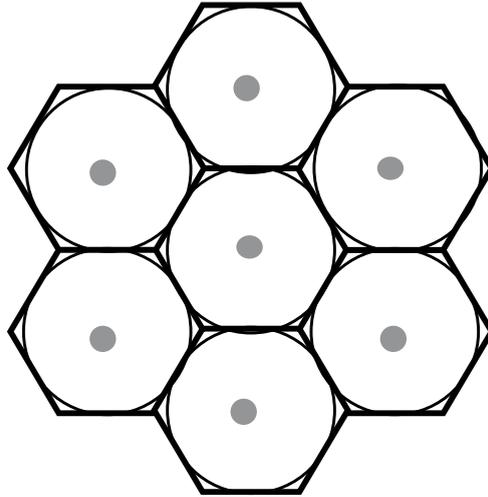
---

<sup>1</sup> En el modelo de Christaller se entienden por bienes superiores, aquellos que son escasos, sofisticados y con altas economías de escala (ejemplo: servicios médicos de especialistas).

<sup>2</sup> En el modelo de Christaller los bienes inferiores son bienes comunes (como los que ofrecen las tiendas y las gasolineras), con economías de escala reducidas y de consumo frecuente.

**Figura 1.**

Áreas de mercado circulares y hexagonales en un sistema de lugares centrales



Fuente: elaboración propia.

La NGE, sin embargo, no tiene referente espacial explícito (Garza y Pugliese, 2008; Mulligan *et al.*, 2012). Esta desventaja de la NGE es el punto fuerte en los modelos de TLC; estos modelos son ricos en análisis espacial, muy gráficos y descriptivos. De hecho, el modelo original de Christaller es un modelo descriptivo, basado en figuras geométricas para representar el espacio.

No solo el espacio es idealizado en la NGE, la historia no existe (entendiendo como historia el tiempo lógico de una cadena de eventos, y no la historia real). Como afirmó August Lösch, la importancia de la historia en el análisis geográfico es crucial en el entendimiento de este tipo de eventos (Garretsen y Martin, 2010).

Otra crítica sobre la NGE es su dificultad para ser contrastada empíricamente (Vélez, 2008). En el análisis bibliométrico de Garza y Pugliese (2008), se observa que la NGE incursionó, a partir de 2000, en la *Journal of Urban Economics*, de modo que todas sus apariciones son de tipo teórico. Un esfuerzo en esa dirección es el realizado por Vélez (2008) para Colombia.

La complejidad matemática, junto con la excesiva preocupación por la organización industrial en los procesos de aglomeración han hecho que los modelos de la NGE descuiden el análisis de la demanda del consumidor (Mulligan *et al.*, 2012). El excesivo enfoque matemático ha traído otros problemas, por ejemplo, hay tres razones para la localización de la industria: la especialización laboral, la difusión tecnológica y el mercado; por simplicidad matemática, los modelos de la NGE solo tienen en cuenta el mercado (Cuadrado, 2012).<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Aunque algunos autores argumenten que usando econometría espacial están trabajando la cuestión de los *spillovers* tecnológicos, la verdad es que el mismo Krugman argumentó en contra de ser facilistas con el concepto. El cual se menciona, pero no se desarrolla, en ninguno de sus artículos seminales.

En contraste con la NGE, las TLC tienen aplicaciones directas y hasta cierto punto intuitivas en el ejercicio práctico de la planificación territorial. Este ejercicio incluye temas como el acceso a espacios públicos de recreación (Smith y Floyd, 2013). Las funciones de ubicación y de los resultados económicos derivados de alojar un evento deportivo (Daniels, 2007), y la ubicación espacial de centros comerciales (West, Von Hohenbalken y Kroner, 1985).

El auge de la NGE durante la década de 1990 restó presencia intelectual a las TLC. Sin embargo, en los años recientes, estas han regresado, debido a su ya presentada accesibilidad y valor práctico para predecir y describir regularidades empíricas; se podría decir que las TLC están listas para un resurgimiento (Mulligan *et al.*, 2012).

## **IDENTIFICACIÓN DE LUGARES CENTRALES USANDO TEORÍA DE GRAFOS**

En esta sección se explica el método empleado para identificar las regiones funcionales en el modelo clásico de Christaller. La sección se divide en dos partes: en la primera, se explican los conceptos básicos de teoría de grafos, y en la segunda, se plantea el modelo empleado en este estudio.

### **Conceptos básicos de teoría de grafos**

Un grafo  $G$  es una pareja de conjuntos  $(V, E)$ , donde  $V$  es distinto de vacío y  $E$  es un conjunto de pares ordenados del elemento  $V$ .  $V$  es entonces el conjunto de vértices o nodos de un grafo; y  $E$ , el conjunto de aristas o arcos de un grafo (González, 2004).

Por tanto, un grafo es  $G = (V, E)$ .

### ***Formas de representar un grafo***

Hay tres formas de representar a un grafo: a) por pares ordenados, b) gráficamente y c) matriz de adyacencia. Para ver todas ellas, consultar Conejero y Jordán (2015).

### ***Tipo de grafos***

Hay diversos tipos de grafos; para conocer en detalle todos ellos, ver González (2004). Este artículo se centrará, básicamente, en explicar los grafos no dirigidos y conexos (son los tipos de grafos que se emplean en este estudio).

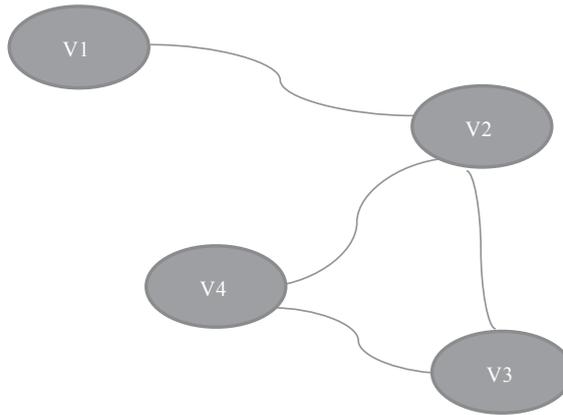
### ***Grafos no dirigidos***

En los grafos no dirigidos, los elementos de  $V$  se llaman vértices o nodos. Por su parte, los pares de  $E$  son elementos no ordenados, y se llaman aristas. Gráficamente,

estos grafos se representan a través de puntos y líneas<sup>4</sup> (Conejero y Jordán, 2015). La Figura 2 ofrece un ejemplo.

**Figura 2.**

Un grafo no dirigido



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 2, el conjunto de vértices es:

$$V = \{v1, v2, v3, v4\} \quad (1)$$

Y el conjunto de aristas, o pares ordenados, es:

$$E = \{v1v2, v2v1, v2v3, v2v4, v3v2, v3v4, v4v2, v4v3\} \quad (2)$$

**Grafos conexos**

Para entender el concepto de *grafos conexos*, hay que comprender primero el concepto de *vértices conectados*. Sean los vértices  $u$  y  $v$ , se dice que estos están conectados si existe un camino que los une. Entonces  $u$  y  $v$  están conectados,  $\leftrightarrow \exists \mu = (u, v) \therefore \mu$  es un camino que une los vértices  $u$  y  $v$  (González, 2004).

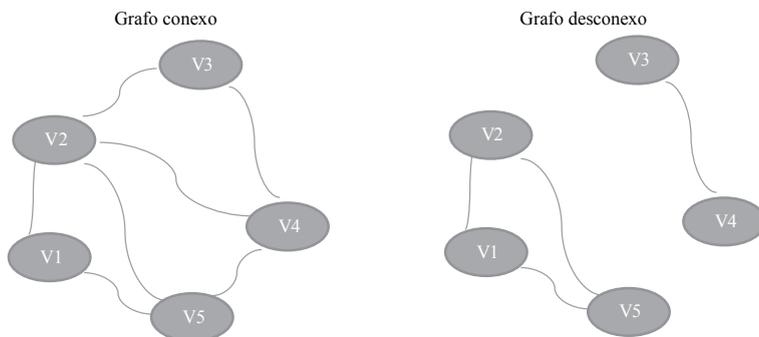
Entonces, un grafo es conexo, si y solo si, cada par de vértices que lo componen está conectado (Araúz, 2009). Por tanto:

G es conexo  $\Leftrightarrow$  para todo  $u$  y  $v$ :  $\exists \mu = (u, v)$ . Si no se cumple la regla anterior, entonces el grafo no es conexo. Ejemplos de estos dos tipos de grafos se presentan en la Figura 3.

<sup>4</sup> En el caso de un grafo dirigido, la representación sería a través de puntos y flechas, siendo la punta de la flecha una dirección unidireccional orientada hacia un vértice en particular. Ya no habría una dirección bidireccional, la cual se representa a través de líneas como se muestra en la Figura 2.

**Figura 3.**

Ejemplos de grafos conexos y desconexos



Fuente: elaboración propia.

Los grafos no dirigidos y conexos son relevantes para esta investigación por las siguientes razones: a) los grafos no dirigidos permiten relaciones de doble vía de un vértice a otro, contrario a lo que ocurre con los grafos dirigidos; en esta investigación, las relaciones entre los municipios o corregimientos (vértices) pueden ser de doble vía, entendiéndose como la relación que los une, el flujo de personas entre los municipios (o el comercio entre los municipios); y b) los grafos conexos son indispensables, porque todos los vértices están conectados, esto permite modelar la situación de que cada municipio o corregimiento está relacionado con algún municipio o corregimiento a través del flujo de personas (o el comercio entre los municipios), es decir, no existen municipios aislados o desconectados.

Otro concepto de la teoría de grafos, empleado en el análisis de los resultados de este trabajo, es el concepto de *grado del vértice*, el cual se explica a continuación.

***Grado de un vértice***

El grado de un vértice está determinado por el número de aristas que inciden en él. La notación del grado de un vértice es la siguiente:  $gr_G = (v)$  (González, 2004).

Así, por ejemplo, los grados de los vértices del grafo representado en la Figura 2 son:  $gr_G(v1) = 1$ ;  $gr_G(v2) = 3$ ;  $gr_G(v3) = 2$ ;  $gr_G(v4) = 2$ .

## Identificación de regiones funcionales con grafos en el modelo clásico de Christaller

Modelación:

Sea el grafo

$$G = (V, E) \quad (3)$$

Donde:

$$V = \{\text{Municipios y corregimientos del norte del departamento del Magdalena}\} \quad (4)$$

Para simbolizar los municipios con letras en la expresión anterior, se puede escribir V de la siguiente manera:

$$V = \{m_1, m_2, m_3, \dots, m_n\} \quad (5)$$

Donde  $m$  representa un municipio o corregimiento.

En cuanto al conjunto E, se tiene lo siguiente:

$$E = \left\{ \begin{array}{l} (m_i, m_j) / m_i, m_j \in V, y, \exists \mu = (m_i, m_j) \\ \therefore \mu \text{ es un recorrido que hacen las personas} \\ \text{entre los municipios o corregimientos } m_i \text{ y } m_j \end{array} \right\} \quad (6)$$

La expresión anterior indica que existe un recorrido que hacen las personas entre el municipio o corregimiento  $m_i$  y  $m_j$  para adquirir un bien o servicio.

El grafo que describe esta situación es un grafo no dirigido y conexo.

Para ilustrarlo, la Figura 4 plantea un ejemplo hipotético para el caso de cinco municipios que se representan en la siguiente descripción:

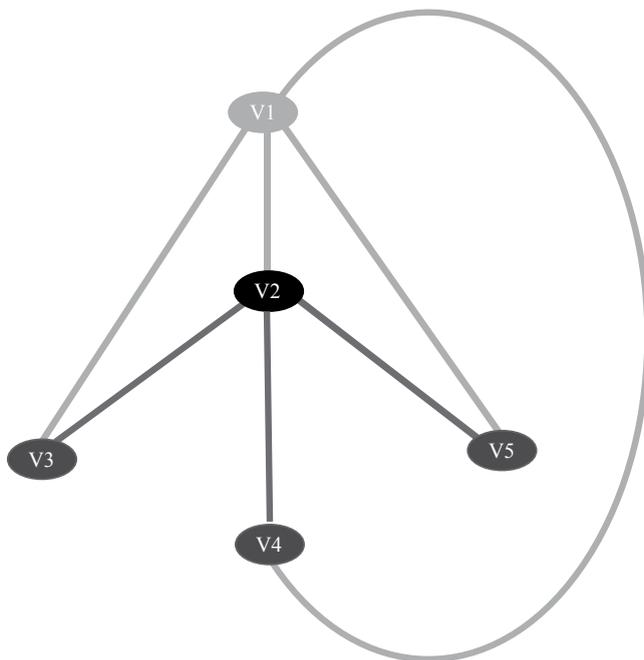
$$G = (V, E) \quad (7)$$

$$V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\} \quad (8)$$

$$E = \left\{ \begin{array}{l} v_2v_1, v_1v_2, v_3v_2, v_2v_3, v_3v_1, v_1v_3, v_4v_2, v_2v_4, v_4v_1, v_1v_4, v_5v_2, \\ v_2v_5, v_5v_1, v_1v_5 \end{array} \right\} \quad (9)$$

**Figura 4.**

Cinco municipios, representación en teoría de grafos conexos y no dirigidos



Fuente: elaboración propia.

## **CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO, MANEJO DE INFORMACIÓN Y RESULTADOS**

### **Características generales de la geografía física y humana del norte del departamento del Magdalena**

En esta sección hacemos una breve descripción de la geografía física y humana del área geográfica objeto de estudio. En cuanto a la geografía física, nos referimos a la geomorfología, es decir, al relieve. Nos centramos en esta parte de la geografía física, para contrastar uno de los supuestos básicos del modelo clásico de Christaller: el de isotropía espacial. Por su parte, en cuanto a la geografía humana, abordamos el ámbito económico y social.

Para probar la isotropía espacial de nuestro caso de estudio, usamos las alturas promedio de las cabeceras municipales, utilizando información pública *raster* para Colombia en DIVA-GIS y de la Red Geodésica Nacional, Geodesia IGAG (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). Según Geodesia IGAG, el promedio de altura

fue 15 m.s.n.m., con una desviación estándar de 17 m.s.n.m.<sup>5</sup> En consecuencia, se trata de nodos localizados en una región bastante plana, sin grandes diferencias topográficas (Anexos 6 y 7).

En cuanto a la geografía humana, en los municipios ubicados en la parte septentrional del departamento del Magdalena, hay, según proyecciones a 2017 del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), 897 652 hab. La mayor parte de estas personas reside en las cabeceras municipales (83,2 %), contribuyendo al 70 % de la población total del departamento del Magdalena, de modo que, sin Santa Marta, Ciénaga y la Zona Bananera, son los municipios que más habitantes contienen (Anexo 4).

En lo que respecta a la producción económica, una de las actividades económicas de mayor representación en el producto interno bruto (PIB) del departamento es la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca; según el DANE, este sector contribuyó con el 15,2 % del PIB en 2016. Buena parte de estas actividades se desarrollan, precisamente, en municipios diferentes de la capital del departamento; Santa Marta, entre ellos, los que se analizaron en este estudio. En el ámbito agrícola, según Agronet, es muy común en el departamento del Magdalena el cultivo de palma de aceite (50 % de las hectáreas cosechadas del departamento en 2016) y café (11 % de las hectáreas cosechadas del departamento en 2016) (Anexo 5). También se da el banano de exportación, pero en menor proporción de hectáreas cosechadas (7 %), sin embargo, tiene una producción realmente importante, lo que lo convierte, entonces, en el cultivo con mayor rendimiento por hectárea (37,16 t/ha) del departamento.

Vale indicar, por último, que la población que habita estos municipios es más pobre, según la medición de necesidades básicas insatisfechas (NBI) del DANE, que Colombia (NBI: 20) y el departamento del Magdalena (NBI: 40), ya que registra un NBI promedio de 47,68, siendo las áreas rurales más pobres que las cabeceras (Anexo 4).

## Antecedentes del estudio

Este artículo estudia la región norte del departamento del Magdalena, compuesta por los siguientes municipios: Aracataca, Ciénaga, El Retén, Fundación, Pivijay, Pueblo Viejo, Salamina, Zona Bananera y Remolino. El estudio no incluye el casco urbano principal de Santa Marta, sino sus respectivos corregimientos que semejan más las condiciones socioeconómicas de la región. Tanto Santa Marta (casco principal) como Barranquilla se incluyen solo como posibles lugares centrales de destino, debido a su indudable importancia económica.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> La base de datos con la que se hizo el cálculo del promedio y la desviación estándar de la altura en m.s.n.m. fue descargada de [http://datos.igac.gov.co/datasets/41adc197d7ee494184d9711b437035b8\\_0?geometry=-77.493%2C9.24%2C-68.797%2C11.133&page=2&selectedAttribute=AL\\_TURA\\_ELI](http://datos.igac.gov.co/datasets/41adc197d7ee494184d9711b437035b8_0?geometry=-77.493%2C9.24%2C-68.797%2C11.133&page=2&selectedAttribute=AL_TURA_ELI). Rescatado el 5 de abril de 2018.

<sup>6</sup> Todas las unidades espaciales analizadas se describen en el Anexo 1.

Nuestro trabajo es pionero en el empleo del método de grafos, pero utiliza los hallazgos sobre la realidad territorial en la región realizados por otros autores. Por ejemplo, el estudio del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2011). En él se clasifican los municipios empleando el método del escalograma funcional. En el norte del Magdalena, se identificó a Santa Marta como un centro principal, a Fundación y Ciénaga como centros subregionales y a Aracataca y Pivijay como centros microrregionales. En comparación, el presente artículo tiene un marco teórico explícito. Además, ofrece una mayor desagregación geográfica, pues el estudio del DNP solo llega hasta la cabecera municipal, mientras que nuestro análisis se hace hasta el corregimiento.

En el estudio *Diamante Caribe y Santanderes*, financiado por la Financiera de Desarrollo Territorial (Findeter) en 2014, Barranquilla tiene un rango urbano superior al resto de ciudades de la región, en tanto que Cartagena y Santa Marta operan como centros urbanos secundarios. No obstante, este estudio no explica la relación entre los corregimientos y estos centros urbanos.

Otros estudios, realizados para complementar los diagnósticos de los planes básicos de ordenamiento territorial de los municipios, intentan hacer un análisis de la dimensión urbano funcional; sin embargo, carecen de rigor teórico y metodológico. Presentan, además, resultados sin explicar cómo fueron obtenidos, sin mencionar las fuentes de información, ni los métodos empleados. Un ejemplo es el diagnóstico general del municipio del Pivijay, donde se afirma que el corregimiento de Medialuna es un centro local principal (Alcaldía de Pivijay, s. f.); resultado que, como veremos más adelante, difiere considerablemente del obtenido en el presente estudio.

Por su parte, el *Plan estructurante territorial: fundación siglo XXI* menciona la importancia de Fundación como centro poblado, y sus relaciones económicas con otros municipios como El Retén, Aracataca, Algarrobo, Santa Marta, Bosconia (Cesar), Barranquilla y Bucaramanga (Alcaldía de Fundación, 2000). Sin embargo, dicho estudio no explica las jerarquías de los centros poblados. Además, carece de teoría, método y fuentes de información.

El Plan de Ordenamiento Territorial de Ciénaga, en su capítulo sobre sistema estructural, aborda el tema del sistema urbano regional del Caribe. Una vez más, como los demás documentos emitidos por las alcaldías citadas arriba, este carece de teoría, método y fuente de datos (Alcaldía de Ciénaga, s. f.). En él no se menciona a Pivijay, que en nuestro análisis aparecerá como un lugar central secundario, al mismo nivel de Ciénaga. Otra limitación del Plan de Ordenamiento Territorial de Ciénaga es que su nivel de desagregación geográfica llega solo hasta la cabecera municipal.

El estudio de Duranton (2015) muestra que en Santa Marta y el norte del Magdalena no se logra configurar un área metropolitana. Este resultado es relevante para nosotros, por cuanto podemos resaltar la cuestión de los lugares centrales en

competencia, y no las preguntas de investigación alternativas relacionadas con la metropolización o suburbanización.

## Recolección de la información

En los municipios y corregimientos del norte del Magdalena, se practicaron encuestas usando un muestreo aleatorio simple. La representatividad fue en toda la población objeto del estudio. Puesto que la población de manzanas de todas las cabeceras municipales y corregimientos en la región es de 4309, aplicamos una fórmula de selección de tamaño de la muestra bajo supuesto de normalidad. Con un error del 5 %, este valor fue de 353 observaciones.

El marco poblacional fue la población de manzanas de cada municipio y de cada corregimiento, en la intención de llegar a un hogar en cada manzana, y asegurarnos de que ese hogar haya sido seleccionado de manera aleatoria. La muestra se extrajo del marco poblacional.

El marco poblacional se construyó de la siguiente manera: se descargaron de Google Earth los mapas correspondientes a cada municipio y corregimiento, se numeraron las manzanas en cada mapa, de tal manera que cada manzana tenía un número único. Esta base de datos contenía la población de manzanas para cada corregimiento y municipio. Luego, con la ayuda del programa estadístico Epidat 3.1<sup>7</sup> (que es un programa estadístico libre desarrollado por la Dirección Xeral de Saúde Pública de la Xunta Galicia),<sup>8</sup> se extrajo la muestra aleatoria a partir de la población de manzanas. Como la muestra provenía de la población de manzanas que se había numerado en los mapas de Google Earth, se pudo saber, según la muestra y el mapa, en qué manzana exactamente había que hacer la encuesta a un hogar, para cada municipio y corregimiento. Fue una encuesta por manzana. La encuesta fue dirigida a hogares, podía responderla el jefe del hogar o, en su defecto, el ama de casa.

El Anexo 2 presenta el número total de manzanas por cabecera y corregimiento, y su correspondiente tamaño muestral.

Según la encuesta, el 86 % de los hogares afirmaron haber tenido la necesidad de viajar para comprar bienes o servicios, que no encuentran en su lugar de residencia. Esto confirma la existencia de lugares centrales que proveen de bienes y servicios a la mayoría de los hogares.

---

<sup>7</sup> Cada manzana tenía un número único, registrado en una hoja de Excel. Como la población de manzanas ascendió a 4.309, entonces eran 4.309 filas, cada fila con un número único, empezando desde el número 1 y terminando en el número 4.309. Después de indicarle a Epidat 3.1 que se trataba de un muestreo aleatorio simple, y con un tamaño muestral ya obtenido de 353, este generó los correspondientes números aleatorios, en un rango comprendido entre 1 y 4.309. La serie aleatoria que produjo Epidat 3.1, se exportó a Excel, y se cruzó con la población de manzanas, de esta manera se supo, en la base de datos de la población, cuáles eran las manzanas seleccionadas aleatoriamente.

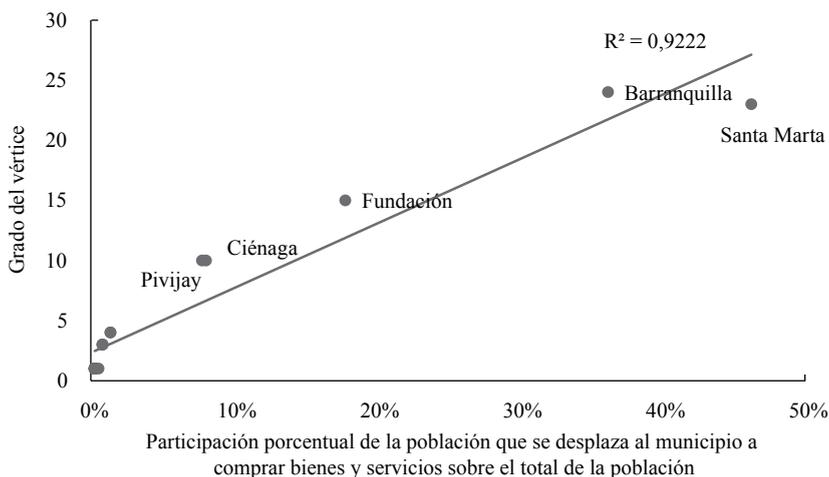
<sup>8</sup> Rescatado de <https://www.sergas.es/Saude-publica/EPIDAT> el 13 de marzo de 2015.

## Resultados obtenidos a partir de la teoría de grafos

Con la información obtenida, se procedió a determinar cuáles nodos tienen una mayor participación en los viajes totales por compras, y también su respectivo vértice en el grafo. Este último es determinado como el número de nodos con los cuales contacta como destino de compras. Los resultados para los principales cinco nodos se presentan en la Figura 5.

**Figura 5.**

Participación porcentual en los viajes y grado del vértice en el grafo (conexiones)



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 5, los puntos que más se alejan del origen son los que tienen mayor umbral en la lógica de la TLC. Se puede apreciar que Santa Marta (acude el 46 % de los hogares a comprar bienes y servicios) y Barranquilla (acude el 36 % de los hogares a comprar bienes y servicios) son los que más se alejan del origen, lo cual indica que son lugares centrales de primer orden. Por su parte, los municipios de Fundación (atiende al 18 % de los hogares), Ciénaga (atiende al 8 % de los hogares) y de Pivijay (atiende al 8 % de los hogares) son lugares centrales de segundo orden. En el Anexo 3 se presentan gráficamente todas las conexiones entre nodos.

Los criterios para establecer la jerarquía de los lugares centrales identificados por el modelo de grafos fueron los siguientes: a) el grado del vértice en el grafo, b) la proporción de hogares en relación con el total de hogares que viaja hacia el lugar central a comprar bienes y servicios que no encuentran en su lugar de residencia (los criterios 1 y 2, justos son un *proxy* del umbral en la jerga de la TLC); y c) los ya explicados tipos de bienes que las personas buscan en cada lugar central: superiores e inferiores.

La información sobre los tipos de bienes comprados en cada uno de los cinco principales lugares centrales se presenta en la Tabla 1. Para el caso de Santa Marta y Barranquilla, los bienes superiores tienen una mayor proporción en relación con el total de bienes y servicios que los hogares compran en estos lugares centrales, el 60% y 51,9%, respectivamente, lo cual demuestra una vez más que estos son los lugares centrales principales. En cuanto a los lugares centrales de segundo grado: los municipios de Pivijay, Ciénaga y Fundación, los bienes y servicios que los hogares compran en mayor proporción son bienes inferiores (85,9%, 86,1% y 82,8%, respectivamente).

Los resultados obtenidos permiten la clasificación de los municipios por rangos de lugar central, así como su asignación a uno de los lugares centrales principales. La Tabla 2 presenta estas asignaciones, usando como criterio el porcentaje de viajes a cada lugar central desde cada uno de los vértices.

Los resultados obtenidos en esta investigación son más rigurosos que los encontrados en otros estudios (también referenciados en este artículo), ya que aquí se usa un muestreo probabilístico y un modelo matemático. Por otro lado, esta investigación tiene un mayor nivel de detalle geográfico: aborda los corregimientos, acercando de esta manera el componente rural dentro del análisis funcional. Involucrar geográficamente lo rural al análisis funcional permite el diseño de una microrregionalización, con la cual se puede acercar más la administración del Estado a la realidad territorial local, con impacto en el desarrollo potencial de una región que en el pasado fue objeto del conflicto interno armado. Se sugiere privilegiar, como política de desarrollo territorial, el desarrollo de vías terciarias y secundarias que interconecte a los corregimientos con los lugares centrales identificados en el estudio y con sus municipios cabecera.

## CONCLUSIONES

Las teorías de lugares centrales (TLC) ofrecen una rica descripción de diferentes geografías y de las estructuras económicas espaciales. La nueva geografía económica (NGE), en contraste, tiene una gran riqueza conceptual sustentada en equilibrio general, pero no describe las estructuras espaciales como tal. Se observa en años recientes un resurgimiento de las TLC, con aplicaciones empíricas más precisas, como la teoría de grafos usada en este trabajo.

La teoría de grafos estudia el número, el grado y la intensidad de las conexiones entre nodos en un sistema espacial conceptual. En el presente trabajo resaltamos los grafos conexos y no dirigidos, que nos permiten realizar una descripción de los intercambios comerciales entre los municipios y corregimientos integrantes del norte del departamento del Magdalena.

**Tabla 1.**  
Bienes y servicios que se comercializan en cada uno de los lugares centrales

IT	Productos	Santa Marta	Barranquilla	Fundación	Pivijay	Ciénaga
Bienes superiores	Ayudas del Gobierno	0,70%	0,00%	0,00%	1,60%	1,40%
	Celulares, repuestos y accesorios para celular	0,30%	0,70%	0,00%	0,00%	0,00%
	Educación superior	<b>4,50%</b>	2,10%	0,00%	0,00%	0,00%
	Equipos y accesorios de cómputo	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%
	Especialista médico	<b>30,10%</b>	<b>26,10%</b>	0,60%	0,00%	0,00%
	Exámenes médicos especializados	3,50%	<b>3,50%</b>	0,00%	0,00%	0,00%
	Hospitalización	0,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Máquina de coser	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%
	Medicina	0,70%	2,50%	3,40%	1,60%	2,70%
	Motobomba	0,70%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Muebles y electrodomésticos	<b>10,40%</b>	<b>11,30%</b>	8,00%	6,30%	6,80%
	Notaría, registraduría y otros servicios	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,70%
	Intervención quirúrgica	1,70%	1,80%	0,00%	0,00%	0,00%
	Repuestos de bicicletas	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%
	Repuestos para carro	0,00%	1,10%	0,00%	0,00%	0,00%
	Repuestos para la moto	0,70%	0,40%	0,00%	1,60%	0,00%
Servicios financieros	0,70%	0,00%	0,60%	3,10%	2,70%	
Servicios públicos	0,30%	0,00%	1,10%	0,00%	1,40%	
Telefonía móvil	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%	
Trámite de documentos públicos		1,70%	0,00%	0,60%	0,00%	0,00%

(Continúa)

**Tabla 1.** Bienes y servicios que se comercializan en cada uno de los lugares centrales (*continuación*)

IT	Productos	Santa Marta	Barranquilla	Fundación	Pivijay	Ciénaga
Bienes superiores	Turismo	2,80%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%
	Vehículo	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%
	<b>Subtotal</b>	<b>60,10%</b>	<b>51,90%</b>	<b>14,30%</b>	<b>14,20%</b>	<b>17,70%</b>
Bienes inferiores	Implementos de aseo personal	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	1,40%
	Lotería	0,00%	0,00%	0,60%	0,00%	0,00%
	Maquillaje	0,00%	0,00%	0,00%	1,60%	0,00%
	Alimentos	4,50%	5,60%	<b>23,90%</b>	<b>17,20%</b>	<b>24,30%</b>
	Artículos de ferretería	0,00%	0,40%	0,60%	0,00%	1,40%
	Artículos en general	1,70%	2,10%	0,60%	4,70%	1,40%
	Calzado	4,20%	4,20%	3,40%	3,10%	1,40%
	Educación primaria y secundaria	0,00%	0,00%	0,60%	0,00%	0,00%
	Herramientas	0,00%	0,40%	1,10%	0,00%	0,00%
	Implementos de aseo	0,70%	0,40%	1,70%	0,00%	0,00%
	Materiales para construcción	1,70%	2,10%	0,00%	0,00%	4,10%
	Médico general	0,00%	5,60%	6,80%	14,10%	6,80%
	Otros útiles del hogar	0,70%	1,10%	0,60%	1,60%	0,00%
	Ropa	<b>23,20%</b>	<b>19,40%</b>	<b>22,70%</b>	<b>18,80%</b>	<b>23,00%</b>
	Útiles escolares	0,70%	1,10%	1,10%	0,00%	1,40%
Viveres y abarrotes	2,40%	6,00%	<b>22,20%</b>	<b>25,00%</b>	<b>17,60%</b>	
<b>Subtotal</b>		39-8%	48,8%	<b>85,9%</b>	<b>86,1%</b>	<b>82,8%</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 2.**

Asignación de nodos a lugares centrales

<b>Lugar central</b> <b>Municipio</b>	<b>Santa Marta</b>	<b>Barranquilla</b>	<b>Ciénaga</b>	<b>Pivijay</b>	<b>Fundación</b>
Aracataca	Buenos Aires Sampués	Sampués			Buenos Aires Sampués
Ciénaga	Sevillano	Ciénaga	Sevillano		
El Piñón		Las Palomas		Las Palomas	
El Retén					
Fundación		Fundación			
Pivijay	Avianca  Las Canoas Medialuna	Garrapata Las Canoas Las Piedritas Medialuna Paraíso		Caraballo  Garrapata Las Canoas Las Piedritas Medialuna	Avianca Caraballo Chinoblas   Paraíso Piñuelas
Pueblo Viejo	Pueblo Viejo		Pueblo Viejo		
Remolino		Las Casitas Remolino			
Salamina	Salamina	Guimaro San Rafael		Corral Viejo Guimaro San Rafael	San Rafael
Corregimientos de Santa Marta	Bonda Minea Taganga	Bonda	Bonda		
Sitio Nuevo		Palermo			
Zona Bananera	Guamachito La Gran Vía Orihueca Río Frío Santa Rosalía Sevilla  Valera	La Gran Vía Orihueca  Santa Rosalía Sevilla  Tucurinca	Guacamayal  La Gran Vía Orihueca Río Frío Santa Rosalía Sevilla  Valera		Guamachito     Santa Rosalía Sevilla Tucurinca

Fuente: elaboración propia.

Se realizó una encuesta aleatoria en 353 manzanas, con representatividad muestral en el conjunto de municipios y corregimientos del norte del departamento del Magdalena (Anexo 1); es decir, que no hubo representatividad estadística de manera individual para cada municipio o corregimiento. En la encuesta, se preguntó si los integrantes de un hogar habían viajado fuera de su unidad espacial por motivo de compras de bienes o servicios, el lugar de estas compras y su tipo. De esta forma, se pudo realizar una caracterización de lugares centrales, su rango y su grado.

Los resultados muestran la existencia de dos lugares centrales de primer orden (Santa Marta y Barranquilla) adonde acuden los hogares a adquirir bienes principalmente superiores. Hay, además, tres lugares centrales de segundo orden (Ciénaga, Pivijay y Fundación), donde los hogares consumen fundamentalmente bienes inferiores.

Los resultados obtenidos en este estudio complementan los alcanzados en otros estudios referenciados en el texto (*Visión Magdalena 2032: un mundo de oportunidades; Diamante Caribe y Santanderes*). En comparación con dichos análisis, este trabajo ofrece resultados más completos, desagregados y de una mayor riqueza descriptiva espacial.

En términos de política de desarrollo regional, podemos privilegiar el mejoramiento de la malla vial secundaria y sobre todo terciaria, que permita a los campesinos, ganaderos y pescadores del norte del departamento del Magdalena sacar sus productos a los lugares centrales primarios y secundarios identificados en este estudio. Al mejorar la malla vial secundaria y terciaria, disminuirán los costos y tiempos de transporte, lo cual haría más competitivo los productos de la región en los mercados locales.

Por último, los resultados del estudio soportan el diseño de una microrregionalización, con la cual se puede acercar más la administración del Estado a la realidad territorial local, con impacto en el desarrollo potencial de una región que en el pasado fue objeto del conflicto interno armado (Cantillo, 2012; Echandía, 2001).

## REFERENCIAS

1. Alcaldía de Ciénaga. (s. f.). *Plan de ordenamiento territorial*. Ciénaga, Colombia: Autor.
2. Alcaldía de Fundación. (2000). *Plan estructurante territorial: fundación siglo XXI*. Fundación, Colombia: Autor.
3. Alcaldía de Pivijay. (s. f.). *Diagnóstico general del plan básico de ordenamiento territorial, 2000-2009*. Pivijay, Colombia: Autor.
4. Agronet. (s. f.). *Estadísticas agropecuarias*. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
5. Araúz Lombardía, C. (2009). *Problemas y conjeturas de la teoría de grafos* (tesis de grado), Universitat de Barcelona, Barcelona, España.

6. Cantillo, L. M. (2012). Informe del conflicto en el Magdalena: los subregistros y la impunidad. *Revista de Estudios Sociales*, 42, 160-163.
7. Christaller, W. (1966). *Central places in southern Germany*. New Jersey, EE. UU.: Prince-Hall.
8. Conejero, A., & Jordán, C. (2015). *Aplicaciones de la teoría de grafos a la vida real*. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <http://www.upv.es/visor/media/30c33dd1-fc5b-0b49-967b-6e7aaca5a56a/c>
9. Coneo Mendoza, Y., Barraza Pava, M. E., López Pineda, L. F., & Sáenz Zapata, J. A. (2014). *La subregión del canal del Dique: un mar de necesidades en un océano de riqueza*. Cartagena, Colombia: Cámara de Comercio de Cartagena.
10. Cuadrado Roura, J. R. (2012). ¿Es tan “nueva” la “nueva geografía económica”? *Sus aportaciones, sus límites y su relación con las políticas* (Serie Documentos de Trabajo, 1). Universidad de Alcalá. Instituto Universitario de Análisis Económico y Social.
11. Daniels, M. J. (2007). Central place theory and sport tourism impacts. *Annals of Tourism Research*, 34(2), 332-347.
12. Departamento Nacional de Planeación. (2011). *Visión Magdalena 2032: un mundo de oportunidades*. Bogotá, Colombia: Autor.
13. Duranton, G. (2015). A proposal to delineate metropolitan areas in Colombia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 75, 223-264.
14. Echandía Castilla, C. (2001). La violencia en el conflicto armado colombiano durante los años noventa. *Opera*, 1(1), 229-246.
15. Financiera de Desarrollo Territorial. (2014). *Diamante Caribe y Santanderes*. Bogotá, Colombia: Autor.
16. Garretsen, H., & Martin, R. (2010). Rethinking (new) economic geography models: Taking geography and history more seriously. *Spatial Economic Analysis*, 5(2), 127-160.
17. Garza, N., & Pugliese, G. (2008). Algunos problemas de interpretación en nueva geografía económica. *Cuadernos de Economía*, 27(48), 143-171.
18. González, F. J. (2004). *Apuntes de matemática discreta*. Cádiz, España: Universidad de Cádiz.
19. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (s. f.). Recuperado de [http://datos.igac.gov.co/datasets/41adc197d7ee494184d9711b437035b8\\_0?geometry=-77.493%2C9.24%2C-68.797%2C11.133&page=2&selectedAttribute=ALTURA\\_ELI](http://datos.igac.gov.co/datasets/41adc197d7ee494184d9711b437035b8_0?geometry=-77.493%2C9.24%2C-68.797%2C11.133&page=2&selectedAttribute=ALTURA_ELI)
20. Mulligan, G. F., Partridge, M. D., & Carruthers, J. I. (2012). Central place theory and its reemergence in regional science. *The Annals of Regional Science*, 48(2), 405-431.
21. Ottaviano, G. I., & Thisse, J. F. (2005). New economic geography: What about the N? *Environment and Planning A*, 37(10), 1707-1725.

22. Smith, J. W., & Floyd, M. F. (2013). The urban growth machine, central place theory and access to open space. *City, Culture and Society*, 4(2), 87-98.
23. Vélez, J. E. (2008). Los procesos de aglomeración en Colombia a la luz de la nueva geografía económica. *Ensayos sobre Política Económica*, 27(58), 106-139.
24. West, D. S., Von Hohenbalken, B., & Kroner, K. (1985). Tests of intraurban central place theories. *The Economic Journal*, 95(377), 101-117.

**ANEXO 1.**

## Municipios y corregimientos incluidos en el estudio

<b>Municipio</b>	<b>Corregimientos</b>
Aracataca	Buenos Aires, Sampués
Ciénaga	Cordobita, Palmar, San Pedro, Sevillano
El Retén	San Sebastián del Bongo
Fundación	Santa Clara
Pivijay	Avianca, Caraballo, Chinoblas, Garrapata, Las Canoas, Las Piedras, Medialuna, Paraco, Paraíso, Piñuelas, Placitas
Pueblo Viejo	Bocas de Aracataca, Tierra Nueva
Remolino	Corral Viejo, San Rafael de Buenavista, Santa Rita
Salamina	Guaimaro
Corregimientos de Santa Marta	Guachaca, Minea, Taganga
Sitio Nuevo	Buenavista, Nueva Venecia, Palermo
Zona Bananera	Guacamayal, Guamachito, La Gran Vía, Orihueca, Palomar, Río Frío, Santa Rosalía, Sevilla, Soplador, Tucurínca, Valera

Fuente: elaboración propia.

## ANEXO 2.

Población de manzanas según municipio y corregimiento

Municipio	Corregimiento	Número de manzanas*	Encuestas*
<b>Aracataca</b>	Aracataca	228	13
	Buenos Aires	54	4
	Sampués	97	13
<b>Total Aracataca</b>		<b>379</b>	<b>30</b>
<b>Ciénaga</b>	Ciénaga	850	71
	Cordobita	2	2
	Palmar	9	
	San Pedro	1	
	Sevillano	34	
<b>Total Ciénaga</b>		<b>896</b>	73
<b>El Retén</b>	El Retén	189	18
	San Sebastián del Bongo	4	
<b>Total El Retén</b>		<b>193</b>	<b>18</b>
<b>Fundación</b>	Fundación	676	60
	Santa Clara	2	
<b>Total Fundación</b>		<b>678</b>	<b>60</b>
<b>Pivijay</b>	Avianca	9	2
	Caraballo	11	1
	Chinoblas	16	1
	Garrapata	8	2
	Las Canoas	28	3
	Las Piedras	12	1
	Medialuna	106	9

(Continúa)

Población de manzanas según municipio y corregimiento (*continuación*)

Municipio	Corregimiento	Número de manzanas*	Encuestas*
<b>Pivijay</b>	Medialuna	106	9
	Paraco	50	2
	Paraíso	25	3
	Piñuelas	22	1
	Pivijay	476	51
	Placitas	6	
<b>Total Pivijay</b>		<b>769</b>	<b>76</b>
<b>Pueblo Viejo</b>	Bocas de Aracataca	1	
	Pueblo Viejo	65	8
	Tierra Nueva	5	
<b>Total Pueblo Viejo</b>		<b>71</b>	<b>8</b>
<b>Remolino</b>	Corral Viejo	11	1
	Remolino	116	8
	San Rafael de Buenavista	45	4
	Santa Rita	35	1
<b>Total Remolino</b>		<b>207</b>	<b>14</b>
<b>Salamina</b>	Salamina	230	21
<b>Total Salamina</b>		<b>230</b>	<b>21</b>
<b>Santa Marta</b>	Guachaca	20	
	Mínca	14	3
	Taganga	61	5
<b>Total Santa Marta</b>		<b>95</b>	<b>8</b>
<b>Sitio Nuevo</b>	Buena vista	13	1
	Nueva Venecia	22	1

(Continúa)

Población de manzanas según municipio y corregimiento (*continuación*)

Municipio	Corregimiento	Número de manzanas*	Encuestas*
<b>Sitio Nuevo</b>	Palermo	53	7
	Sitio Nuevo	165	9
<b>Total Sitio Nuevo</b>		<b>253</b>	<b>18</b>
<b>Zona Bananera</b>	Guacamayal	76	2
	Guamachito	32	2
	La Gran Vía	40	2
	Orihueca	104	10
	Palomar	8	
	Río Frío	42	3
	Santa Rosalía	18	3
	Sevilla	88	1
	Soplador	18	
	Tucurinca	71	2
	Valera	41	2
<b>Total Zona Bananera</b>		<b>538</b>	<b>27</b>
<b>Total general</b>		<b>4309</b>	<b>353</b>

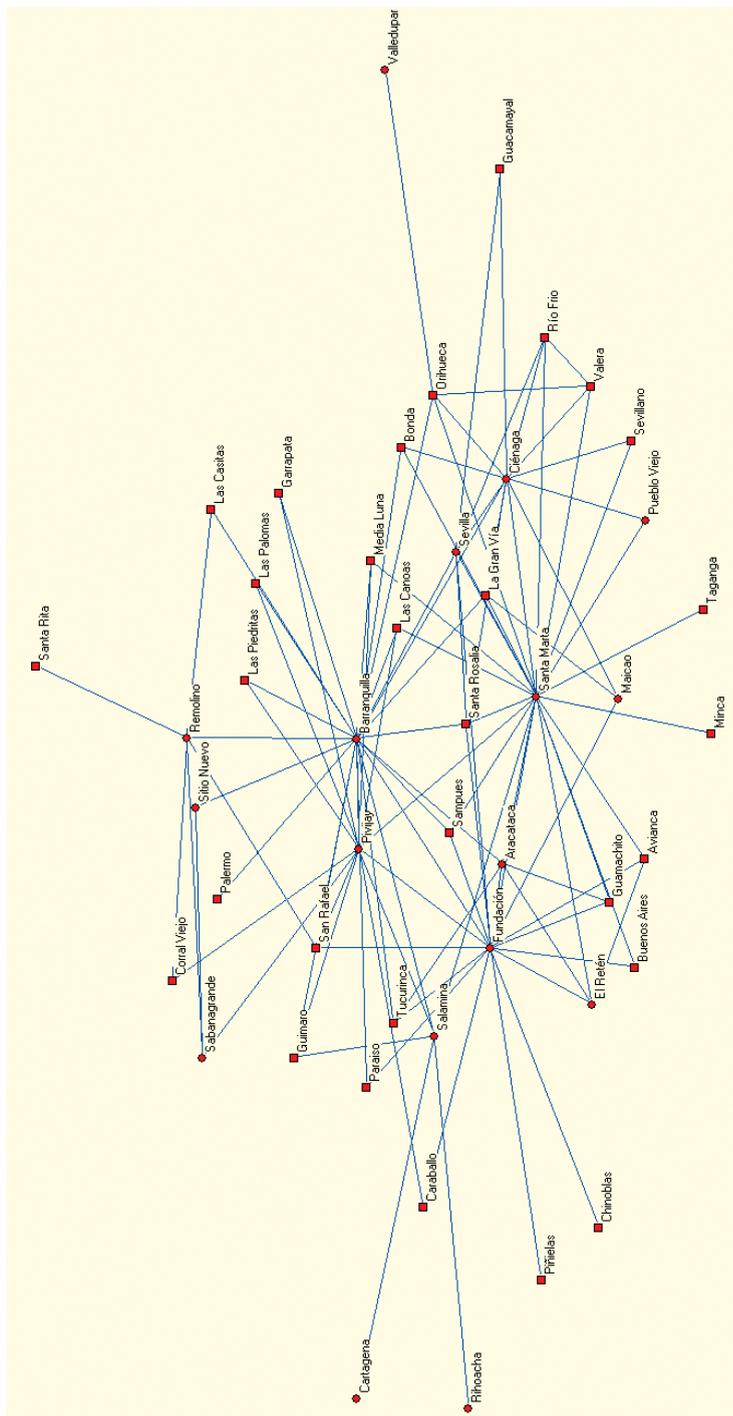
\*Se encuestó un hogar por manzana.

Los corregimientos con una baja representatividad en términos de manzanas no logran producir una encuesta.

Fuente: elaboración propia según información de Google Earth.

### ANEXO 3.

Gráfico que muestra los lugares centrales del norte del departamento del Magdalena



Fuente: elaboración propia.

**ANEXO 4.**

Proyecciones de población en los municipios objeto de estudios a 2017 y necesidades básicas insatisfechas (NBI)

Código	Municipio	Proyecciones de la población a 2017			NBI P %		
		Población total	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto	Total
47189	Ciénaga	104 908	100 132	4776	40,74	63,59	43,81
47268	El Retén	21 494	16 813	4681	55,07	71,14	59,22
47288	Fundación	57 456	55 842	1614	39,15	81,,23	44,14
47551	Pivijay	33 572	19 219	14 353	39,32	57,20	47,56
47570	Pueblo Viejo	31 697	12 754	18 943	68,32	52,35	57,76
47605	Remolino	8047	5582	2465	61,95	61,16	61,71
47675	Salamina	6875	4344	2,531	55,73	50,15	53,51
47745	Sitio Nuevo	32 454	16 001	16 453	60,76	72,63	66,89
47980	Zona Bananera	61 372	5063	56 309	49,74	43,79	44,22
47053	Aracataca	40 386	28 680	11 706	61,96	60,65	61,40
47001	Santa Marta	499 391	482 733	16 658	27,39	49,72	29,03
	Departamento del Magdalena	1 285 384	954 094	331 290	40,08	64,68	47,68
	Colombia	49 291 609	37 816 051	11 475 558	19,66	53,51	27,78
	Promedio del NBI de los municipios del estudio				47,68	60,14	49,59
	Suma de la población de los municipios del estudio	897 652	747 163	150 489			

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE).

**ANEXO 5.**

Hectáreas cosechadas según producto agrícola en el departamento del Magdalena a 2016

Producto	Área (ha)	P %
Palma de aceite	81614	49,93
Maíz tradicional	20091	12,29
Café	17745,8	10,86
Yuca	15455,8	9,46
Banano exportación	11136,25	6,81
Plátano	2823	1,73
Cítricos	2503	1,53
Mango	2339,1	1,43
Cacao	1747	1,07
Fríjol	1737,68	1,06
Arroz riego	1359,31	0,83
Coco	921	0,56
Papaya	644,6	0,39
Patilla	464,4	0,28
Maracuyá	414,6	0,25
Naranja	401	0,25
Lulo	321,9	0,20
Ahuyama	308,8	0,19
Ajonjolí	304,96	0,19
Tomate	297	0,18
Melón	253,68	0,16
Tomate de árbol	249,25	0,15
Ñame	158	0,10
Cilantro	85	0,05
Berenjena	60	0,04
Guayaba	23	0,01
Col	7	0,00
<b>Total</b>	<b>163466,13</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Agronet (s. f.).

## ANEXO 6.

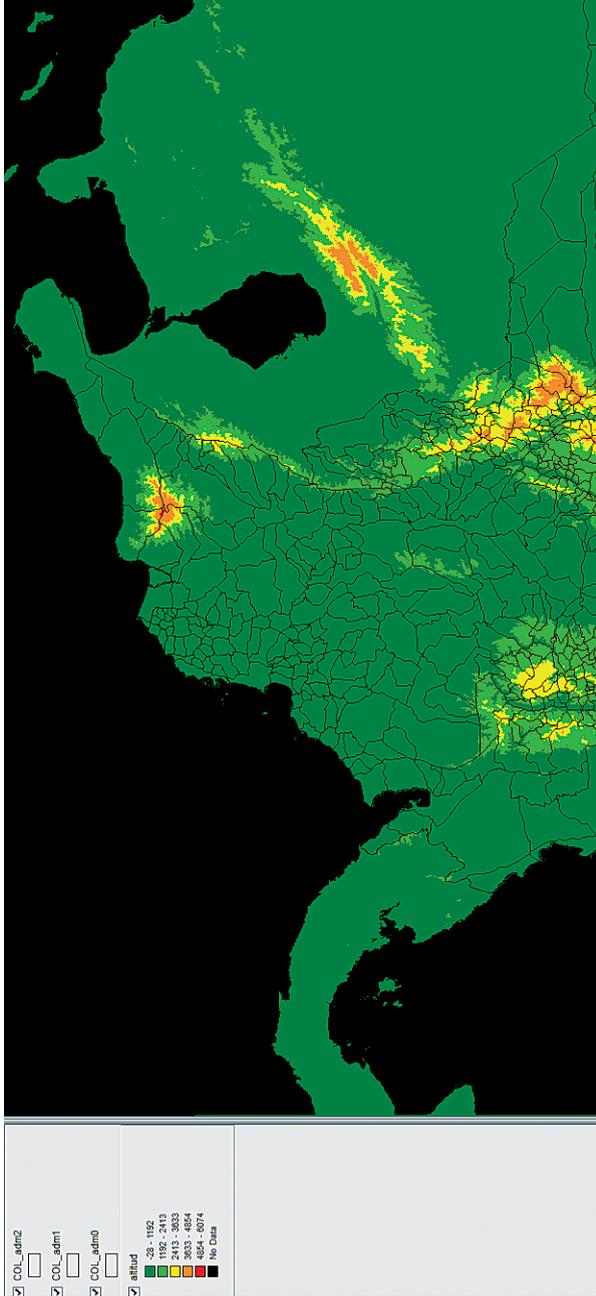
Altura a nivel según municipios considerados en el estudio

Municipio	Tipo de altura							Promedio de fila (x)	(x-μ)	(x-μ) <sup>2</sup>
	Geométrica	Geométrica	GEOCOL	GEOCOL	GEOCOL	GEOCOL	Trigonométrica			
Zona bananera	22		23					23	8	59
Ciénaga			3	3				3	-12	137
El Retén	23	24						23	8	66
Fundación			57	61				59	44	1894
Pivijay			4	4				4	-11	127
Remolino			4	5				5	-11	112
Salamina			5	5	4	4		4	-11	113
Sitío Nuevo			3	2	3	1		2	-13	173
Aracataca		37	34					36	21	422
Santa Marta	6	6					3	5	-10	103
Pueblo Viejo	3	2						3	-12	155
Promedio (μ)	15									
Varianza	305									
Desviación estándar	17									

Nota: existen varias mediciones según tipo de altura debido a que la medición puede hacerse en diferentes coordenadas geográficas del municipio. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (s. f.). Cálculo: los autores. Rescatado el 5 de abril de 2018, de: [http://datos.igac.gov.co/datasets/41ad c197d7ee494184d9711b437035b8\\_0?geometry=-77.493%20C9.24%20C-68.797%20C11.133&page=2&selectedAttribute=ALTURA\\_ELI](http://datos.igac.gov.co/datasets/41ad c197d7ee494184d9711b437035b8_0?geometry=-77.493%20C9.24%20C-68.797%20C11.133&page=2&selectedAttribute=ALTURA_ELI)

## ANEXO 7.

Altitud en relación con el nivel del mar (m.s.n.m.). Región caribe colombiana



Fuente: información pública *raster* para Colombia en DIVA-GIS.