



*Río Otún - Risaralda*

## *Economías de red en la Ciudad-Región Eje cafetero*

**SÍNTESIS**

A partir del conjunto de ciudades en el sistema urbano ciudad-región Eje cafetero, se estiman economías externas de red derivadas de las interacciones socioeconómicas que sostienen las ciudades que integran dicha red. El trabajo aporta evidencia sobre la presencia de dichas externalidades en la ciudad-región Eje cafetero, apoyando la idea de que cada ciudad región es el lugar de relaciones intrincadas, de formas especializadas, pero complementarias de actividad económica, que funcionan como el locus de las economías de aglomeración de gran alcance.

**PALABRAS CLAVES:**

Economías de red, red de ciudades, ventajas de aglomeración, región urbana.

**Clasificación JEL:** F43, R00, R12, O18

**ABSTRACT**

From the joint cities in urban center city-region Eje cafetero, external network economies are estimated derived from the socioeconomic interactions that hold the cities within that network. This work provides evidences about the presence of those externalities in the city-region Eje cafetero, supporting the idea that each city-region is the location for intricate relationships, in specialized ways, but all complementary of economic activity, that work like the locus of far-reaching agglomeration economies.

**DESCRIPTORS:** Network economies, network of cities, agglomeration advantages, urban region.

**Clasificación JEL:** F43, R00, R12, O18

## *Economías de red en la Ciudad-Región Eje cafetero\**



*Leidy Johana Calvo Ocampo\*\**

*Mario Alberto Gaviria Ríos\*\*\**

### *Externalities network in the “City-Region Eje cafetero*

*Primera versión recibida el 5 de Febrero de 2016. Versión final aprobada el 26 de abril de 2016.*

*Para citar este artículo: Calvo Ocampo, Leidy J., Gaviria Ríos, Mario Alberto. (2015). Economías de red en la ciudad-región Eje cafetero. En: Revista Gestión y Región N° 20 (Julio-Diciembre de 2015); pp. 31 - 51*

La ciudad es un espacio urbano en donde la aglomeración de actividades económicas y agentes constituye una fuente de economías externas. Además, se considerado la concentración de actividades económicas como un proceso que impacta positivamente en el crecimiento económico (Baldwin & Philippe, 2004, p. 3) debido a las ventajas de la especialización de la mano de obra, los encadenamientos hacia atrás y adelante, los derrames tecnológicos y los aprendizajes continuos que derivan de ello. En este sentido, Marshall en el siglo XIX concibe que la aglomeración de los agentes favorece la conexión entre la oferta y la demanda, reduciéndose los costos de consumo, producción, búsqueda de bienes y servicios. Por esta razón, se pueden considerar que las ciudades son motores del crecimiento económico de largo plazo (Garrocho, 2012; Lucas, 1988).

Las externalidades también tienen su génesis en la aglomeración, que permite gozar de beneficios derivados de la interacción constante de diferentes agentes económicos, sea al interior de una industria o de unidades urbanas. Pero esas ventajas no solo surgen en el interior de cada ciudad. En la actualidad se reconoce que para que existan ventajas de aglomeración no se requiere exclusivamente de fenómenos de concentración en una unidad urbana, sino que estas se derivan igualmente de la interacción que se dé entre los agentes de dos o más de esas unidades: las llamadas economías externas de red.

En este documento se estudia la contribución de las interacciones de orden socioeconómico que tienen lugar en la red de ciudades de la ciudad-región Eje cafetero a la dinámica de crecimiento económico de cada una de las unidades urbanas que integran esa red, considerando para ello la presencia de ventajas

---

\* *Nota de origen del artículo (artículo de reflexión, producto de investigación del proyecto: “Entornos de red en la ciudad región Eje Cafetero y generación de externalidades”, convocatoria 617 del 2013 de jóvenes investigadores.)*

\*\* *Economista Universidad Católica de Pereira. Colombia. Magister en Administración financiera, Universidad EA-FIT. Contacto: [Jhoana.calvo@ucp.edu.co](mailto:Jhoana.calvo@ucp.edu.co).*

\*\*\* *Economista Universidad de Antioquia Medellín. Con Maestría en ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia. Profesor titular e investigador Universidad Católica de Pereira. Contacto: [mario.gaviria@ucp.edu.co](mailto:mario.gaviria@ucp.edu.co)*

de aglomeración que en este caso se derivan de las interacciones que ellas observan. Para ese propósito, se realiza un ejercicio de estimación econométrica que utiliza información de 1993 a 2014, a través del cual se busca determinar en qué medida el crecimiento de una unidad urbana perteneciente a la red se ve afectada por la dinámica de crecimiento de las ciudades de la red con las cuales sostiene relaciones fuertes.

### **Economías externas y economías de red**

El concepto de economías externas (externalidades) fue abordado por primera vez por Alfred Marshall, a finales del siglo XIX; ellas describen un escenario donde las acciones de un agente repercuten en el medio de otro agente. Los planteamientos de Marshall sobre externalidades han sido ampliamente influyentes en los estudios urbanos y regionales, a partir de los cuales se explican los beneficios asociados con la formación de clusters, derivados de (Fujita y Thisse, 2002):

- La formación de mercados laborales especializados.
- El desarrollo de nuevas ideas a partir de la acumulación de capital humano y las comunicaciones interpersonales de los trabajadores.
- La disponibilidad de servicios especializados.
- La existencia de infraestructura moderna.

Las economías externas generan rendimientos crecientes y ventajas competitivas que la geografía económica relaciona con la concentración espacial de agentes (población y empresas); pero desde la teoría de redes de ciudades se considera que dicha concentración espacial no es necesaria, ya que la interacción entre agentes, tanto individuales como unidades urbanas, genera externalidades que favorecen el crecimiento de las ciudades. A partir de esta idea, las externalidades se pueden clasificar en economías externas móviles e inmóviles; la diferencia sustancial está en que para que existan las segundas es necesaria la ubicación de las empresas en un mismo lugar.

Dada su relación con la concentración espacial de agentes, las externalidades han estado asociadas al concepto de aglomeración. Esta noción hace referencia a los beneficios derivados de la concentración de la población y la actividad económica en el espacio y que pueden estar vinculados a las economías de escala internas y las economías externas de localización (intra-industria) y de urbanización (inter-industria) (Anderson, 2012; Boix, 2003).

A partir de una tecnología dada, las economías de escala internas se generan al elevar el volumen de producción de una planta, con lo cual se reduce el costo por unidad o, lo que es igual, se elevan los rendimientos a escala. Estas economías se originan dentro de la planta productiva, por lo que los beneficios originados pueden ser internalizados por la empresa. Asimismo, se relacionan con procesos

de aglomeración dado que provocan concentración de la producción de la empresa en una localización, y su origen está relacionado con la especialización y división del trabajo que se propicia, la existencia de indivisibilidades en el capital y la presencia de costos fijos.

Las economías de escala externas son ventajas derivadas de un mayor tamaño de la industria o grupo de empresas de diversas industrias, las mismas que se benefician de su proximidad en el espacio, por lo cual constituyen propiamente economías de aglomeración. Estas pueden ser de localización o de urbanización. Los beneficios que obtienen las empresas de una industria o sector productivo, que se encuentran concentradas en un área específica, constituyen las economías de localización, lo cual se manifiesta en una elevación del producto de esa industria en dicha localización. Estos beneficios se derivan de disponer y compartir un mercado laboral con oferta de mano de obra especializada, contar con un número amplio y diverso de proveedores y disfrutar de derrames (spillovers) tecnológicos y de conocimiento.

Por otra parte, las economías de urbanización son los beneficios derivados del incremento en el tamaño económico total de una localización, por lo que son percibidos por la diversidad de empresas concentradas en un área. Entre sus causas se debe tener en cuenta que ese mayor tamaño hace más eficiente el desarrollo de una infraestructura, la cual resulta prohibitiva para actividades y poblaciones de menor dimensión o dispersas; favorece los encadenamientos hacia atrás y hacia delante de las empresas e industrias; eleva la posibilidad de disfrutar de un mercado de trabajo amplio y diversificado; posibilita el desarrollo institucional y el acceso a la variedad (dada la amplia disponibilidad de productos) en el consumo. En ese sentido, se dice que las economías de urbanización son ventajas típicas de un ambiente urbano (Boix, 2003).

Las recientes teorías de crecimiento incorporan las economías de localización y urbanización en la explicación del crecimiento regional (Krugman, 1992); sin embargo, se ha observado que para que se generen economías externas el requisito de la concentración de las unidades territoriales no es indispensable, puesto que la sola interacción entre las unidades productivas hace que se generen externalidades. En ese sentido, una parte importante de las economías de aglomeración, como fuente de externalidades espaciales, se genera en las interacciones que se dan entre agentes económicos que no están necesariamente concentrados en un espacio geográfico. Las mismas fueron nombradas como economías móviles, concepto desarrollado por Edward Robinson en 1958 (citado por Boix, 2003) y con el cual se sostiene que las empresas que se encuentran localizadas en espacios diferentes cuentan con las mismas posibilidades de explotar ventajas respecto a aquellas localizadas en el mismo espacio.

El desarrollo del concepto de economías móviles está ampliamente relacionado con el paradigma de las redes, tanto al nivel de la firma como de las unidades

urbanas. Al igual que las demás externalidades, ellas contribuyen a explicar la existencia de rendimientos crecientes en los procesos productivos; en este caso, asociados a una dinámica de interacciones entre empresas de una o diversas industrias, independientemente de si están o no concentradas en un territorio.

Las economías móviles pueden ser internas o externas a la empresa. Se consideran internas cuando se generan a partir de la colaboración concertada entre empresas (modelos de empresa-red), lo cual permite que los beneficios sean internalizados. Si para la generación de estas externalidades no existe la cooperación concertada, las ventajas derivadas de la interacción entre unidades productivas no son internalizadas voluntariamente por lo que deben ser tratadas como economías externas. De igual modo, si son creadas en un mismo espacio geográfico se tratarán como externalidades de localización o de urbanización según sea el caso. Pero si se derivan de la interacción entre empresas no necesariamente localizadas dentro de un espacio común, que por tanto les generan ventajas de concentración espacial, se identificarán como economías externas de red (Boix, 2003).

El impacto de estas externalidades sobre la producción puede ser contrastado tanto a nivel de agentes individuales (empresas) como a nivel de unidades urbanas. La economía espacial aborda el estudio de estas externalidades desde la perspectiva de la unidad urbana, ampliando el estudio a las interacciones de carácter social y económico que tienen lugar entre todos los agentes (productores y consumidores), a partir del paradigma de la organización en red, las redes de ciudades.

Para ese ejercicio de contrastación se asume que las economías externas de red en una red de ciudades tienen su origen en los impactos que generan las decisiones de un agente económico establecido en una ciudad sobre los agentes de otras ciudades integrantes del sistema urbano en estudio. Ese impacto se ejerce a través de un vínculo estable que propicia y facilita la interacción entre las unidades urbanas referidas.

### **Medición de las economías de red**

La red de ciudades está conformada por 15 municipios del Eje cafetero<sup>1</sup>: Manizales, Chinchiná, Villamaría, Palestina, Neira, Pereira, Cartago, La Virginia, Dosquebradas, Santa Rosa, Armenia, Calarcá, Circasia, La Tebaida y Montenegro (Corporación Alma Mater, Carder, Corpocaldas, Cortolima, CRQ, CVC, Ministerio del medio ambiente, 2002; Rodríguez y Arango, 2003). El propósito es estudiar cómo el comportamiento económico de los agentes que integran el conjunto de ciudades puede impactar al crecimiento de cada una de las que conforman la red.

---

<sup>1</sup> *En Calvo y Gaviria (2014) se aportan evidencias de la existencia de esas relaciones de red en la Ciudad región Eje Cafetero.*

De acuerdo con Garrocho (2012), las ciudades no operan de manera aislada, sino que presentan fuertes interrelaciones; por lo tanto, lo que ocurre en una ciudad repercute en otra, por lo que la perspectiva de conjunto es la más adecuada para entender el funcionamiento del sistema urbano nacional. Actualmente, se considera que estas interrelaciones pueden ser jerárquicas, bidireccionales o simétricas; por lo que, además de la lógica de dominación que puede motivar esas relaciones, se identifica una nueva lógica de cooperación competitiva que genera mayores beneficios netos a las ciudades participantes. Esta nueva lógica ha recibido el nombre de redes de ciudades<sup>2</sup>.

Como se señaló, se ha considerado que esas relaciones de red en un sistema de ciudades son una fuente de externalidades, conocidas como economías de red. La medición de las economías de red ha sido abordada en trabajos como los de Capello (2000) y Trullén y Boix (2000), con influencia clara de las investigaciones de Glaeser, et al. (1992) y Henderson, et al. (1995) en las que se supone que los factores que originan la economía externa se encuentran en la misma unidad urbana en la que esta se manifiesta.

El trabajo de Glaeser y otros parte de una función de crecimiento a partir de una función de demanda de trabajo, en la que dada una tecnología, el único insumo es el trabajo (lo cual permite estimar una función de crecimiento sin necesitar datos de capital) y las externalidades se añaden como parte de la tecnología. Se supone que cada empresa en un sector y localización tiene una función de producción dependiente de la tecnología y el trabajo:  $A_t f(l_t)$ , donde  $A_t$  es el nivel de tecnología y  $l_t$  es el insumo trabajo, ambos en el período  $t$ .

En dicha propuesta de trabajo, cada empresa del sector toma como dadas la tecnología, los precios y los salarios ( $w_t$ ), y maximiza el beneficio  $\emptyset = A_t f(l_t) - w_t l_t$  tomando decisiones sobre a cantidad de trabajo:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \emptyset}{\partial l} &= A_t f'(l_t) - w_t \\ A_t f'(l_t) &= w_t \end{aligned} \quad (1)$$

Tomando logaritmos a ambos lados de la ecuación (1) y derivando respecto al tiempo, se puede expresar esa relación en tasas de crecimiento:

$$\frac{\dot{l}_t}{l_t} = -\frac{\dot{w}_t}{w_t} + \frac{\dot{A}_t}{A_t} \quad (2)$$

Los cambios en la tecnología dependen de un componente local y uno nacional.

---

2 En Gaviria (2015) y Calvo y Gaviria (2014) se hace una presentación en extenso del concepto de red de ciudades.

El componente local de crecimiento de la tecnología (exógeno a la empresa) puede expresarse en función de las economías externas inmóviles  $g(\bullet)$ . Agregando un término de error se obtiene la ecuación de regresión (3):

$$\frac{\dot{l}_t}{l_t} = -\frac{\dot{w}_t}{w_t} + \frac{\dot{A}_t}{A_t} + g(\bullet) + u_t \quad (3)$$

La misma que puede estimarse como una ecuación de la forma  $y = X\beta + u$ , con  $y$  como un vector de tasas de crecimiento  $X$  una matriz de variables explicativas. Siguiendo a Boix (2003, 2004) se hacen los siguientes ajustes a la ecuación de Glaeser et. al. (1992) para estimar las economías de red en la ciudad-región Eje cafetero:

1. Se supone que el crecimiento del salario nominal es similar entre diferentes unidades urbanas de la ciudad región, lo cual elimina los salarios de la estimación.
2. Dada la consideración de economías de red, además de los factores locales y nacionales, la tecnología depende de factores localizados en otras ciudades de la red. Los efectos de red pueden especificarse siguiendo los modelos de econometría espacial. De esta forma, el crecimiento de una ciudad  $j$  puede verse afectado por el crecimiento de las ciudades de la red a la que pertenece, lo que se expresaría como el retardo espacial en la variable dependiente ( $My$ ), y por otras características de las ciudades de la red, en la forma de retardos espaciales de las variables explicativas ( $MX$ ).

De ese modo, la ecuación a estimar, será de la forma:

$$y = \rho My + X\beta + MX\delta + u \quad (4)$$

Donde  $y$  es un vector de  $n \times 1$  variables dependientes;  $\rho$  es el coeficiente del retardo espacial sobre la variable dependiente;  $M$  es la matriz de contactos espaciales (usualmente estandarizada por fila) y cuya diagonal principal es cero (excluye las autorrelaciones);  $X$  es una matriz de variables explicativas de dimensión  $n \times k$  asociada al vector de parámetros  $\beta$ ;  $MX$  es otra matriz ( $n \times k$ ) de variables explicativas espacialmente rezagada, procedente de multiplicar  $M \cdot X$ , y  $\delta$  es el vector de parámetros asociado que mide el impacto marginal de las variables explicativas de los municipios de la red sobre la variación de la ocupación en el municipio  $j$ .

De acuerdo con Anselin, Florax, y Rey (2011) y Baronio, Vianco y Rabanal (2012), la relevancia del espacio dentro del ejercicio econométrico se manifiesta en la autocorrelación y heterogeneidad espacial, debido a que la primera implica que el valor de una variable se encuentra condicionado por el valor que esa

variable asume en la ciudad vecina (con la ciudad que se vincula); por su parte, la heterogeneidad espacial se define como la variación de las relaciones que se establecen para los fenómenos económicos espaciales conforme varía el espacio de estudio.

Dadas esas consideraciones, ejercicios de regionalización como los realizados por Galvis (2001) y Barón (2002) incorporan econometría espacial a sus análisis económicos teniendo en cuenta los índices de Moran y Geary, los cuales permiten verificar la existencia de dependencia espacial y posibilitan contrastar las hipótesis de autocorrelación y heterogeneidad espacial. El índice de Moran (IM) se expresa mediante ecuación:

$$IM = \frac{N}{S_0} \frac{\sum_{ij} w_{ij} (x_i - \bar{X})(x_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}; i \neq j$$

Siendo  $N$  el tamaño de la muestra;  $X$  la variable sometida al análisis de dependencia espacial;  $S_0 = \sum_i \sum_j w_{ij}$ , en donde  $w_{ij}$  : representa las ponderaciones de la matriz binaria “W” que se construye asignando el número uno a las observaciones contiguas al punto  $i$  y cero a las demás observaciones. En el ejercicio realizado se consideraron tanto la matriz de contigüidad espacial como una matriz de interacciones entre las ciudades, construida a partir del tráfico de pasajeros (Calvo y Gaviria, 2014, p. 40).

La lectura de los coeficientes estimados se centra en la verificación de su significancia y el signo de los mismos; de manera que si este es positivo se evidencia una correlación espacial positiva; si por el contrario, es negativo, se evidencia correlación espacial negativa. A su vez, para evaluar la significancia estadística del índice de Moran, este se estandariza y se compara con la distribución normal, para lo cual se calculan la media,  $\mu(I)$ , y la desviación estándar  $\delta(I)$ <sup>3</sup>, definidas como:

$$\mu(I) = \frac{-1}{(N-1)}$$

$$\delta(I) = \sqrt{\frac{N \left[ (N^2 - 3N + 3)S_1 - NS_2 + 3S_0^2 \right] - b_2 \left[ (N^2 - N)S_1 - 2NS_2 + 6S_0^2 \right]}{(N-1)(N-2)(N-3)S_0^2}}$$

3 En este:  $b_2 = \frac{m_4}{m_2^2}$ ,  $m_4 = \frac{\sum_i z_i^4}{N}$ ,  $m_2 = \frac{\sum_i z_i^2}{N}$ ,  $S_0 = \sum_i \sum_j w_{ij}$ ,  $S_1 = \frac{1}{2} \sum_i \sum_j (w_{ij} + w_{ji})^2$ ,

$S_2 = \sum_i \sum_j (w_i + w_j)^2$ ,  $w_i = \sum_{j=1}^n w_{ij}$ ,  $z_i$ ; la variable  $x$  es estandarizada (expresada como la desviación respecto a la media dividida sobre la desviación estándar).

El valor del el índice de Moran estandarizado sigue una distribución normal estándar, de forma que si  $Z(I) > 1,96$  habrá autocorrelación espacial positiva, a un nivel de significativa del 5 %; si  $Z(I) < -1,96$  habrá autocorrelación espacial negativa, de manera que la hipótesis nula que se evalúa es la no existencia de autocorrelación espacial.

Por otra parte, el índice de Geary (C) también se emplea para el análisis de dependencias espaciales, y en el mismo la hipótesis nula apoya la no existencia de dependencia espacial. Su formulación es como sigue:

$$C = \frac{N-1}{2S_0} \frac{\sum_{ij=1}^N w_{ij} (x_i - x_j)}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})}, i \neq j$$

Ecuación en la que los componentes tienen el mismo significado que en la expresión anterior. La C de Geary es también asintótica normal  $N \square (0,1)$ , si  $N$  es grande.

## Estimaciones y resultados

De acuerdo con lo anterior, la ecuación a estimar expresada en términos de las variables consideradas en este estudio es una como (5):

$$\text{Log} \left( \frac{y^{2014}}{y^{1996}} \right)_j = [\beta_0 + \beta_1 POB_j^{1993} + \beta_2 EDUC_j^{1993} + \beta_3 OCUP_j^{1993}] + \left[ \beta_4 POB_i^{1993} + \beta_5 EDUC_i^{1993} + \beta_6 OCUP_i^{1993} + \beta_7 \text{Log} \left( \frac{y^{2014}}{y^{1996}} \right)_i \right] + \mu_j \quad (5)$$

Donde la variable dependiente es un vector de tasas de crecimiento de las ciudades  $j$  que integran el sistema urbano en estudio, medida a través del ratio de crecimiento de los depósitos bancarios. Las variables explicativas están definidas por total de población de cada ciudad en el período inicial de análisis ( $POB$ ), sus tasas de ocupación ( $OCUP$ ), años promedio de educación de la población ( $EDUC$ ) de las ciudades  $j$  e  $i$ , con  $i \neq j$ , y las tasas de crecimiento de las ciudades  $i$ .

En Colombia no existen cuentas económicas a escala municipal, por lo que en este trabajo los depósitos bancarios se utilizan como una variable proxy del PIB e ingreso municipal. Algunos estudios como el de Bonet y Meisel (1999), Galvis (2001) y Barón (2002) han hecho uso de dicho indicador como proxy del crecimiento de los ingresos, apoyados en la existencia de correlaciones positivas entre ambas variables. En este sentido, Bonet y Meisel (1999) indican que en el año 1960 la correlación entre las dos variables fue de 0,83 y en 1950 de 0,77; además, realizaron estimaciones para el período 1960-1995, según las cuales el coeficiente se mantiene entre 0,78 y 0,88, respectivamente. Por su parte, Barón

(2002) también realizó estimaciones y encontró correlaciones aceptables. Para mayor ampliación, ver Barón (2002).

Con el fin de sumar evidencia sobre dicha relación, se realizó el cálculo de los coeficientes de correlación entre el PIB departamental de Risaralda Quindío y Caldas contra el nivel de depósitos bancarios de los mismos. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1. En dicha tabla se muestra la presencia de correlaciones significativas entre ambas variables, donde el coeficiente de correlación más pequeño corresponde al departamento del Quindío, con 0,78; lo que sumado a las evidencias aportadas por Bonet y Meisel (1999), Galvis (2001) y Barón (2002) sugiere que los depósitos bancarios son una proxy confiable del nivel de ingreso y producto de las ciudades.

**Tabla 1: Coeficiente de correlación entre PIB real y los depósitos bancarios en el periodo 1996-2013, (año 2013) (con base en información del DANE y la Superintendencia financiera)**

	PIBr_Caldas	PIBr_Quindio	PIBr_Risaralda	PIBr_Valle
Depositos_Caldas	0.9343*			
Depositos_Quindio	0	.7867*		
Depositos_Risaralda			0.8746*	
Depositos_Valle				0.8735*

Los depósitos bancarios son suministrados por la Superintendencia Financiera de Colombia; las otras variables explicativas (población, tasa de ocupación y promedio años de educación) son tomadas de la información censal del año 1993. Dadas las limitaciones en materia de información, las estadísticas financieras de depósitos solo se encuentran disponible desde el año 1996, por lo que es necesario suponer que los cambios económicos ocurridos durante el periodo 1993-1996 no han sido significativos.

En una primera estimación de la ecuación (5) se encontraron resultados estadísticamente no significativos, por lo que se procedió a estimar los índices de Moran y Geary. Para ello se consideró realizar regresiones individuales simples, cuya variable dependiente era el crecimiento de los depósitos bancarios y la variable dependiente cada una de las definidas como tales; los resultados se presentan en la Tabla 2. A partir esos datos se calcularon los índices de Moran y Geary, que para tal propósito exigen incorporar fundamentalmente la matriz de contigüidad espacial, pero como ya se señaló en este ejercicio, se consideró la matriz de interacciones<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> La matriz de interacciones es tomada de Calvo y Gaviria (2014, p. 40)

Var dependiente: Tasa de crecimiento de j	eq1	eq2	eq3	eq4
---	-----	-----	-----	-----

**Tabla 2. Coeficientes de Moran y de Geary. (\*\*\*) Significativo al 1%)**

Tasa de crecimiento de i	-0.0000 <sup>5</sup>			
	(0.0000) <sup>6</sup>			
EDUC_i		-0.0008		
		(0.0048)		
OCUP			0.2282	
			(0.3186)	
PO				0.0000
				(0.0000)
Constante	0.0 55	0.0	-0.0126	0.0 40
	(0.0046)	(0.032 )	(0.14 4)	(0.0053)
	16.0000	16.0000	16.0000	16.0000
	0.2514	0.0286	0.5128	0.0128
<b>Test de eterocedasticidad</b>				
c i	0.66	0.08	3.05	0.44
Pro	0.415	0. 86	0.080	0.5066
<i>Matriz de contigüidad (contacto)</i>				
ora n				
ear				
<i>Matriz de Interacciones</i>				
ora n				
Geary	<b>0.908</b>	<b>0.938</b>	<b>0.899</b>	<b>0.999</b>

5 Parámetro estimado.

6 Desviación estándar.

Debido a que la hipótesis nula del índice de Moran sugiere la no existencia de autocorrelación espacial y esta hipótesis no se rechaza, desde este índice no se encuentra evidencia sobre la presencia de correlación espacial; algo similar a lo que ocurre con el índice de Geary, el cual tampoco muestra presencia de dependencia espacial.

Por lo anterior no se justifica, desde el punto de vista econométrico, introducir rezagos espaciales para la estimación de externalidades de red que puedan existir entre las ciudades de la ciudad-región Eje cafetero; algo que en todo caso puede estar relacionado con la evidente insuficiencia de información, además del relativo reducido número de ciudades que integran el sistema, por lo que es necesario implementar otra técnica.

Ante el hecho anterior, se optó por explorar la existencia de externalidades en la red a través de un ejercicio econométrico orientado a establecer relaciones de causalidad entre las dinámicas económicas de las ciudades, lo cual se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Log} \left( \frac{y^{2014}}{y^{1996}} \right)_j = \sum_{i=1}^{14} \text{Log} \left( \frac{y^{2014}}{y^{1996}} \right)_i, \quad i \neq j \quad (6)$$

Donde el crecimiento de la ciudad  $j$  depende del crecimiento del resto de ciudades  $i$  que conforman la red de ciudades. En este sentido, la ecuación a estimar es la 7:

$$\text{Log} \left( \frac{y^{2014}}{y^{1996}} \right)_j = \beta_0 + \beta_1 \left( \frac{y^{2014}}{y^{1996}} \right)_{i=1} + \dots + \beta_{15} \left( \frac{y^{2014}}{y^{1996}} \right)_{i=15}, \quad i \neq j \quad (7)$$

En esa ecuación 7 se considera como variable dependiente la tasa real<sup>7</sup> de crecimiento económico de la ciudad  $j$  y como variables independientes las tasas de crecimiento económico de las ciudades restantes  $i$  que integran la red. Como se mencionó previamente, dada la imposibilidad de contar con información del PIB desagregado por municipio, la dinámica económica se representa a través de un indicador proxy como lo es los crecimientos de los depósitos bancarios municipales.

De acuerdo con lo anterior y después de los ajustes necesarios a las diferentes estimaciones, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 3) en los que se estima el impacto de la red sobre cada uno de las ciudades que conforma la ciudad-región Eje cafetero, a partir del uso de información para 19 años y con una periodicidad trimestral, lo que permitió contar con una muestra

7 La información sobre depósitos bancarios se deflacta con el IPC base 1996.

de 76 observaciones. En la tabla, todos los coeficientes estimados resultaron estadísticamente significativos; en el caso de Armenia, con el 10% de significancia. En las estimaciones para Pereira, de acuerdo con el estadístico P-valor global (FStatistic), las variables en conjunto logran explicar la dinámica de Pereira y el Durbin Watson es cercano a dos (2.2), lo que evidencia que no hay problemas de autocorrelación. No obstante, fue necesario realizar una corrección de White ante la presencia de heterocedasticidad en los errores.

Estos resultados muestran que el crecimiento de la ciudad capital Pereira se encuentra influenciado por la dinámica económica de por lo menos cinco ciudades de la red, entre las cuales Calarcá y Circasia presentan coeficientes negativos. Igualmente, evidencian que la dinámica económica de las ciudades de Manizales, Armenia y Cartago incide positivamente sobre la dinámica de Pereira. En general, las tres ciudades capitales mantienen fuertes vínculos económicos, históricos y sociales que se han fortalecido con el desarrollo de la Autopista del Café, que ha posibilitado interrelaciones muy fuertes que generan sinergias, a lo que se suma la complementariedad de sus actividades productivas.

**Tabla 3. Resultados de las estimaciones**

	Pereira	Manizales	Armenia	Dosquebradas	La Virginia	Cartago	Chinchiná	Villamaría	Palestina	Neira	Circasia	Montenegro
C	0.01918*** (0.005679)	0.003609 (0.006185)	-0.002082 (0.007081)	0.024325** (0.009079)	0.01633** (0.007063)	0.010418*** (0.00396)	-0.0000279 (0.009907)	0.01616*** (0.00573)	-27990.31*** (4673.377)	0.005732 (0.021061)	0.0297** (0.014673)	0.005383 (0.003235)
Manizales	0.329051*** (0.080255)			0.512658*** (0.247744)		-0.266121*** (0.118934)	0.184935 (0.139918)	0.37755** (0.152711)	0.005313*** (0.000169)	0.864132** (0.333835)	-0.313515 (0.202823)	
Armenia	0.208114*** (0.12223)			0.271534 (0.21387)			-0.28271 (0.241493)	-0.016907 (0.153437)			0.876962*** (0.229677)	0.69189*** (0.181215)
Calarcá	-0.121993*** (0.040385)		0.003422 (0.004197)									
Circasia	-0.07227* (0.038863)		0.151408*** (0.053467)									
Cartago	0.010179*** (0.003684)	0.000612*** (0.000111)			0.000273 (0.000336)							
Neira		0.080008*** (0.027849)										
Pereira		0.435366*** (0.133946)	0.649713*** (0.176171)	-0.28792* (0.149459)	0.315998** (0.153484)	0.526627*** (0.177827)	0.527276** (0.212624)				-0.833624*** (0.277217)	
Dosquebradas		0.144531*** (0.046548)										
Montenegro			0.177267** (0.094742)									
La Virginia						-0.014268 (0.090941)						
F-statistic	11.09694	7.154925	5.670658	3.871537	3.673757		4.288467	3.193075	214.6043	6.700341		7.67077
Prob(F-statistic)	0.000000	0.000067	0.000082	0.012616	0.016062		0.008286	0.01823	0	0.011598		0.000164
R <sup>2</sup>	0.442163	0.28729	0.336791	0.138906	0.134371	-1.430863	0.176564	0.156193	0.908297	0.083027	0.11218	0.24478
Akaike	-3.494459	-3.048423	-2.483291	-1.843657	-2.642536	-0.583447	-2.418278	-1.783678	22.13653	-0.678843	-1.113506	-1.901862
Schwarz	-3.310454	-2.895086	-2.265339	-1.720987	-2.518936	-0.301061	-2.283348	-1.627998	22.26604	-0.617508	-0.929501	-1.778062
Durbin-Watson	2.200421	2.021444	2.022578	1.983985	2.041454	2.077824	1.97742	2.007409	1.890408	2.13828	2.337019	2.149499

\*\*\* Significativo al 1%; \*\* Significativo al 5%; \* Significativo al 10%

Por otra parte, los resultados revelan que las dinámicas económicas de los municipios de Neira, Pereira, Dosquebradas y Cartago, tienen efectos significativos sobre el crecimiento económico de Manizales. En este caso, el P-valor del estadístico conjunto (FStatistic) resulta ser significativo y el Durbin-Watson corresponde a 2,02, lo que sugiere que no existen problemas de autocorrelación; además, se realiza la corrección de heterocedasticidad a partir del Test de White.

La regresión muestra entonces una doble causalidad en la relación Manizales-Pereira. El análisis de la estructura productiva de ambos municipios exhibe actividades complementarias, enfocándose Manizales principalmente en actividades industriales y educativas y Pereira a actividades terciarias de comercio y servicios. Pereira y Manizales albergan a su vez la mayor parte de población de la ciudad-región y poseen lazos históricos y culturales muy fuertes. Después de Pereira, el segundo municipio en afectar positivamente la dinámica de crecimiento de Manizales es Dosquebradas, seguido de Neira y Cartago, con coeficientes de 14,8, 0,8 y 0,06 % en su orden. Se destaca igualmente el efecto positivo de la dinámica económica de Cartago sobre la de Manizales.

El crecimiento económico de la ciudad de Armenia presenta alta dependencia de las dinámicas económicas de Pereira, Circasia y Montenegro. En una regresión en la que los coeficientes estimados resultaron estadísticamente significativos, el Test White no permite rechazar la hipótesis de homocedasticidad en los errores, y el test de autocorrelación serial Breusch-Godfrey evidencia que no existe autocorrelación en las variables utilizadas para el modelo, en una prueba que se realizó hasta con 32 rezagos. Adicionalmente, el Durbin Watson de 2.02 permitió descartar problemas de autocorrelación.

Debe aclararse que para lograr estos ajustes en el modelo estimado fue necesario incorporar los rezagos AR(1) y AR (2); por lo que además del desempeño económico de las ciudades de Pereira, Circasia y Montenegro, es necesario tener en cuenta la incidencia del comportamiento previo de la dinámica económica de la ciudad de Armenia sobre su crecimiento posterior, ya que este observa una memoria histórica importante al evidenciarse una clara influencia del crecimiento de períodos anteriores. Es decir, en el caso de Armenia, los errores previos retroalimentan la dinámica económica del presente, así los resultados muestran una relación con el crecimiento de dos periodos anteriores de sí misma, lo que evidencia cierto nivel de inercia en su desempeño económico.

Similar a lo ocurrido para la conurbación Pereira-Dosquebradas, los resultados muestran que el crecimiento económico de Calarcá no está teniendo incidencia significativa en la dinámica económica de Armenia. En ambos casos, una posible causa se relaciona con la proxy utilizada, en tanto que es plausible que una parte importante de los depósitos de estos dos municipios conurbados se

haya estado realizando directamente en las capitales, dada su cercanía, con lo cual los impactos escapan a la medición.

Para Dosquebradas se encuentran efectos significativos desde Manizales y Pereira, sin presencia de problemas de auto correlación (Durbin Watson 1.96) y problemas de heterocedasticidad son corregidos. La dinámica económica del municipio de La Virginia es influenciada fundamentalmente por el crecimiento de Pereira y de su dinámica de períodos anteriores, dado que fue necesario incorporar un rezago AR(1); no obstante, el Durbin- Watson (2.04) y el test de Breusch-Pagan descartan la presencia de autocorrelación.

Por su parte, la dinámica económica de Cartago revela vínculos significativos con los municipios de Manizales, Pereira y La Virginia, en una regresión que no presenta problemas de autocorrelación (Durbin Watson 2.07) y hay evidencia de homocedasticidad en los errores. Para lograr estos ajustes en el modelo estimado fue necesario incorporar los rezagos AR(2) y MA (2); por lo tanto, además del crecimiento económico de las ciudades de Pereira y Manizales, existe incidencia del comportamiento previo de la dinámica económica del municipio de Cartago.

El crecimiento económico del municipio de Villamaría parece explicarse, en parte, por la dinámica económica de los municipios de su red, Manizales y Armenia. El P-valor del estadístico global (FStatistic) es estadísticamente significativo a un nivel de confianza del 5 %. Para ajustar el modelo se incorporan los rezagos AR (2) y MA (2), lo que implica que el comportamiento económico de Villamaría también depende de valores que ha tomado su dinámica económica en el pasado.

En los casos de Circasia, su crecimiento ha estado vinculado a las dinámicas de Manizales, Pereira y Armenia, y de Montenegro a la dinámica de Armenia. Los resultados para las demás ciudades de la red se pueden observar en la Tabla 3; solo cabe resaltar como hecho destacable que no se encontró presencia de economías externas de red en los vínculos de los municipios de Santa Rosa, Calarcá y La Tebaida, en tanto que al realizar las estimaciones y sus respectivos ajustes, ningún coeficiente asociado a ciudades del sistema resultó significativo.

## Conclusiones

En este documento se presentó un análisis de la presencia de externalidades en la ciudad-región Eje Cafetero, partiendo de la existencia de condiciones de red en ese sistema urbano integrado por 15 municipios. La red fue identificada a partir de fuertes interrelaciones que en su momento fueron evidenciadas mediante el análisis de flujos de pasajeros que circulan entre esas ciudades (CARDER et al., 2002; Clavo y Gaviria, 2014; Rodríguez et al., 2003). Adicional a ello, estas unidades urbanas presentan fuertes relaciones históricas, culturales, políticas, sociales y económicas, configuradas con una notable influencia de la producción y la comercialización cafetera.

Para la medición de economías externas de red se procedió a aplicar un modelo donde la dinámica de crecimiento de un municipio “j” depende de diversos factores propios, como la población, tasa de ocupación y promedio de años de educación, y factores de los otros municipios “i” que integran la red, sirviéndose de las técnicas de la econometría espacial.

A pesar de esa condición de red en ciudades contiguas, los índices de Moran y Geary descartaron autocorrelación espacial, lo que permitió la realización de un ejercicio econométrico más tradicional direccionado a determinar la existencia de relaciones de causalidad entre las dinámicas económicas de las ciudades de la red.

A partir del ejercicio econométrico se encontraron fuertes interrelaciones entre las dinámicas de crecimiento de los municipios pertenecientes a la red establecida, lo que corrobora la hipótesis de la presencia de externalidades de red entre los municipios que conforman la ciudad-región Eje cafetero.

En igual sentido, se evidencian externalidades con efectos asimétricos, de manera que cierta ciudad o municipio puede afectar positivamente al crecimiento de otro, sin exigirse una relación en sentido contrario. Tal es el caso de ciudades como Cartago y Manizales, donde las dinámicas de la primera parecen favorecer la dinámica de la segunda; pero no de manera inversa.

También se encuentran efectos recíprocos, como el caso de Pereira-Manizales y Manizales- Pereira, aunque se observa una afectación en mayor proporción de las dinámicas de Pereira a Manizales. En general, los resultados refuerzan la idea de la existencia de vínculos muy fuertes (sociales, históricos económicos) entre estas dos capitales, además de desarrollar actividades complementarias que contribuyen bidireccionalmente a sus crecimientos. Algo similar a lo anterior sucede en la relación entre Armenia y Pereira, con una relación igualmente recíproca entre ambas ciudades.

El trabajo aporta evidencia sobre la presencia de externalidades de red en la ciudad-región Eje cafetero, donde se configuran fuertes relaciones basadas

en funciones económicas complementarias de los nodos y en fuertes lazos históricos, sociales y de confianza, cuyos efectos se evidencian en las relaciones entre sus dinámicas económicas. Lo anterior resalta el papel central de los sistemas de ciudades presentes en las ciudades región como motores del desarrollo económico, partiendo de considerar que ellas ofrecen ventajas de aglomeración en beneficio de las unidades que las componen.

Cada ciudad-región es el lugar de redes intrincadas de formas especializadas pero complementarias de actividad económica, que funcionan como el locus de las economías de aglomeración de gran alcance. Los avances en transporte y tecnología de comunicaciones han favorecido el rápido desarrollo de las ciudades-región y las redes que en ellas tienen lugar, las cuales facilitan los intercambios de información sobre productos, servicios, tecnologías y mercados, favoreciendo el progreso, la creatividad y la innovación económica. Las firmas y los actores que participan en estas redes reciben enormes aumentos en la eficiencia, al ser parte de clusters estrechamente vinculados y espacialmente concentrados.

En el caso de la ciudad-región Eje cafetero, su fortalecimiento como sistema urbano deberá pasar por un proceso de consolidación de las condiciones de asociatividad territorial, a través del cual se aprovechen de manera sinérgica los recursos que posee cada una de las ciudades y se orienten al logro de propósitos comunes; esto, sin necesidad de renunciar a su autonomía como entidades territoriales.

Las formas asociativas territoriales son instrumentos de articulación y desarrollo de una región o territorio. En Colombia, su referente normativo está contenido en lo fundamental en la Constitución Nacional, Artículo 86, que define la autonomía territorial; la ley 136 de 1994, que permite a las entidades territoriales organizar de manera conjunta la prestación de servicios y la ejecución de obras de carácter local; la ley 489 de 1998, que abre la posibilidad para que las entidades públicas puedan asociarse mediante convenios interadministrativos; y la Ley 1454 de 2011, que establece como principio rector del ordenamiento territorial la asociatividad, como medio para la generación de sinergias, alianzas competitivas y economías de escala, y define los esquemas previstos.

Dentro de esos esquemas se considera la conformación de asociaciones de municipios de uno o varios departamentos mediante convenio interadministrativo o contrato-plan (un acuerdo marco de voluntades en el que se establecen mecanismos y compromisos de las partes), Artículo 14, para la ejecución de las acciones estratégicas con visión de futuro común y a partir de la concepción del territorio como un proceso dinámico de construcción social.

## Referencias

- Anderson, W. (2012). *Economic geography*. London: Routledge.
- Anselin, L., Florax, R. & Rey, S. ( 2011). *Advances in spatial econometrics : methodology, tools and applications*. Berlin: Springer.
- Arango, O. (2004). Ciudad-región eje cafetero: hacia un desarrollo urbano sostenible. *Revista Universidad del Rosario* semestre I, 109-130. Disponible en <http://revistas.urosario.edu.co/index.php/desafios/article/viewFile/675/605>
- Baldwin R, E. & Martin, P. (2004). Agglomeration and regional growth. En: V. Henderson & J.-F. Thisse, *Regional and Urban Economics: Cities and Geography*. Disponible en <http://www.econ.brown.edu/Faculty/henderson/GeoGroHdb11feb.pdf>
- Barón Rivera, J. D. (2002). Las regiones económicas de Colombia: Un análisis de clústers. Centro de Estudios Económicos Regionales del Banco de la República, Sucursal. Documentos de trabajo sobre económica regional (23), 3-37.
- Baronio, A., Vianco, A. y Rabanal, C. (2012). Una introducción a la econometría espacial: Dependencia y heterogeneidad. Cátedra de econometría. Disponible en <http://www.econometricos.com.ar/wp-content/uploads/2012/11/Espacial.pdf>
- Boix, R. (2003). *Redes de ciudades y externalidades*. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Departament d'Economía Aplicada.
- Boix, R. (2004). *Redes de ciudades y externalidades*. *Investigaciones regionales*, (4), 5-27.
- Bonet, J. y Meisel, A. (1999). La convergencia regional en Colombia: Una visión de largo plazo, 1926 – 1995. Centro de estudios regionales del Banco de la Republica. Documento de trabajo sobre economía regional (8), 1-50.
- Calvo, L. y Gaviria, M. (2014). Red de ciudades en la Ciudad región Eje Cafetero. *Gestión y Región* (18), 25-47.
- Capello, R. (2000). The new city network paradigm: measuring urban network externalities. *Urban Studies*, 37(11), 1925-1945.
- Corporación Alma Mater, Carder, Corpocaldas, Cortolima, CRQ, CVC, Ministerio del medio ambiente (2002). *Ecorregión Eje cafetero: un territorio de oportunidades*. Pereira: Corporación Alma Mater.

Castaño, G.; Díaz, J.; Cuenut, E. y Gaviria, M. (2010). Economías externas de red en la ciudad región Eje Cafetero y crecimiento económico de Pereira”. Páginas (87), 77-89.

Departamento de Estadística Nacional DANE (2014). Censo 1993. Bogotá: DANE.

Departamento de Estadística Nacional, DANE (2014). Proyecciones de población, año 2014. Disponible en [www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion](http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion)

Fujita, M. y Thisse, J. (2002). Economics of agglomeration. Cities, industrial location and regional growth. Cambridge: Cambridge University Press.

Galvis, L. (2001) Topografía económica de Colombia. Centro de estudios regionales del Banco de la Republica. Documentos de trabajo sobre economía regional (22), 1-45.

Gaviria, M. (2015). La red de ciudades en la Ciudad región Eje Cafetero. Una revisión desde la sintaxis espacial. Páginas (98), 117-134.

Garrocho, C. (2012). Estructura funcional de la red de ciudades de México. Zinacantepec, Estado de México: Editorial El Colegio Mexiquense, A.C., Consejo Nacional de Población, Fondo de Población de las Naciones Unidas.

Glaeser, E. et al. (1992). Growth in Cities, Journal of Political Economy, 100(6), 1126-1152.

Henderson, V. et al. (1995). Industrial development in cities. The Journal of Political Economy, 103(5), 1067-1090.

Krugman, P.(1992). Geografía y Comercio. Barcelona: Antoni Bosch editores.

Lesage, J & Pace, K. (2009). Introduction to spatial econometrics by Taylor & Francis Group, LLC Chapman & Hall/CRC, an Informa business. Disponible en [http://enistat.lecture.ub.ac.id/files/2013/02/James\\_LeSage\\_Robert\\_Kelley\\_Pace-Introduction\\_to\\_Spatial\\_Econometrics\\_Statistics\\_A\\_Series\\_of\\_Textbooks\\_and\\_Monographs-Chapman\\_and\\_Hall\\_CRC2009.pdf](http://enistat.lecture.ub.ac.id/files/2013/02/James_LeSage_Robert_Kelley_Pace-Introduction_to_Spatial_Econometrics_Statistics_A_Series_of_Textbooks_and_Monographs-Chapman_and_Hall_CRC2009.pdf)

Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. Journal of monetary economics, (22), 3-42. Disponible en <http://www.parisschoolofeconomics.eu/docs/darcillon-thibault/lucasmechanicseconomicgrowth.pdf>

Marshall, A. (1920). Principles of economics. London: Macmillan .

Misión para el fortalecimiento del sistema de ciudades de Colombia (2013). Documento técnico soporte, Política del Sistema de ciudades de Colombia. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=qzDBewjgsE%3D&tabid=1838> Scitovsky, T.(1954). Two concepts of external economies. The journal of political economy. The university of Chicago, 62(2), 143-151. Disponible en <http://www.colorado.edu/economics/morey/externalitylit/scitovsky-jpe1954.pdf>

Superintendencia Financiera de Colombia (2014). Establecimientos de Crédito, cifras económicas y financieras trimestrales, operaciones activas/pasivas por municipios. Bogotá: Superintendencia financiera de Colombia.

Trullén, J. Y Boix, R. (2000). Policentrismo y redes de ciudades en la región metropolitana de Barcelona. Departament d'Economia Aplicada Universitat Autònoma de Barcelona. Disponible en <http://urban.uab.es/references/2000/00003.pdf>