

UNA REVISIÓN DE LOS ESTUDIOS DE CONVERGENCIA REGIONAL EN COLOMBIA

Luis Armando Galvis Aponte
Wendy Galvis Larios
Lucas Wilfried Hahn de Castro

Luis Galvis y Lucas Hahn son economistas del Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) del Banco de la República en Cartagena. Wendy Galvis se desempeñaba como estudiante de Economía de la Universidad del Norte.

1. INTRODUCCIÓN

Colombia es un país con profundas desigualdades. En 2016 ocupó el séptimo lugar en índices de desigualdad económica en el mundo y el segundo lugar en Latinoamérica. También presenta diferencias regionales, que son evidentes en aspectos culturales y geográficos; pero además, en el desempeño económico. Por ejemplo, el producto interno bruto (PIB) departamental, que mide la actividad económica regional en el país, presenta brechas significativas. En 2016 Bogotá acumuló el 27% de la producción nacional, mientras que regiones periféricas como las costas Caribe y Pacífica participaron con 15% y 14%, respectivamente. Casanare fue el departamento con mayor producción per cápita, con 33 millones de pesos corrientes, la cual fue posible gracias a su actividad petrolera. Por su parte, Vaupés fue el departamento de menor producción, con cinco millones de pesos per cápita.

Las brechas regionales también se observan en indicadores sociales. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ENCV) del 2016, el promedio de años de educación en las cabeceras municipales de las regiones Caribe y Pacífico fue de 8,2 y 8,4 años respectivamente, mientras que en Bogotá era de 9,8 años. En términos de acceso a servicios públicos, la misma encuesta muestra diferencias regionales por tipo de servicio. Para las áreas de cabecera, en energía y acueducto la mayoría de regiones presentan coberturas cercanas al 100%. Sin embargo, cuando se observa el acceso a alcantarillado, las cabeceras de las regiones Caribe y Pacífica (sin Valle del Cauca) se encuentran en el 80%, un rezago de veinte puntos porcentuales (pp). También hay brechas en algunos indicadores de salud; la Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS) del 2015 muestra que el departamento con la mayor tasa de mortalidad infantil fue La Guajira, con cuarenta y seis defunciones por cada mil nacidos vivos, mientras que el departamento del Meta solo tuvo cuatro.

La literatura económica ha estudiado si las brechas regionales tienden a reducirse en el tiempo, es decir, si ha existido lo que se conoce como convergencia. Cuando las brechas se reducen, se argumenta que las regiones se encuentran convergiendo; si se amplían, están en un proceso de divergencia. También es posible que las diferencias se mantengan en el tiempo, en cuyo caso simplemente se afirma que no hay evidencia de convergencia. En este

capítulo se exploran cuatro enfoques que la literatura ha usado para estudiar este fenómeno. Específicamente, 1) convergencia β (beta), 2) convergencia σ (sigma), 3) convergencia en series de tiempo, y 4) convergencia en distribución. Debido a que existen múltiples definiciones, los estudios sobre convergencia pueden presentar resultados mixtos, ya que la aplicación de metodologías diferentes puede conducir a resultados contradictorios.

Este capítulo tiene dos objetivos. El primero es hacer una recopilación de la literatura nacional que ha estudiado la convergencia regional, y el segundo es realizar ejercicios empíricos, a modo ilustrativo, utilizando las diversas definiciones que se han propuesto en la literatura. En este sentido, el aporte del trabajo es presentar una descripción de las distintas perspectivas empíricas que han sido utilizadas en el país para estudiar la convergencia de sus regiones, usando un lenguaje que permita al lector no especializado entender los argumentos elaborados por la literatura especializada.

La revisión se presenta en la segunda sección del capítulo, agrupada de acuerdo con la definición de convergencia que utiliza cada investigación. La tercera sección hace una breve exposición de las principales características de la producción económica regional. Luego, la cuarta sección ilustra y aplica las cuatro definiciones de convergencia para el caso colombiano, con ejercicios gráficos sencillos. Por motivos de extensión y para facilidad del lector, no se profundizará en las técnicas econométricas. Un mayor detalle de los métodos puede encontrarse en las referencias que se reseñan en la revisión. La quinta sección contiene un ejercicio ilustrativo sobre las condiciones necesarias para que hubiese convergencia en el país y, por último, la sexta sección concluye el balance.

2. ¿QUÉ DICE LA LITERATURA? VEINTE AÑOS DE ESTUDIOS REGIONALES

La reducción de las disparidades ha sido desde hace mucho un tema central en la agenda de investigación económica. En una primera etapa, las investigaciones se enfocaron en evaluar las predicciones de la teoría neoclásica del crecimiento económico; una de ellas era que, a largo plazo, las diferencias en el nivel de ingreso entre distintas regiones tendían a reducirse, este fenómeno se conseguiría si las economías pobres crecían más rápido que las ricas, con lo cual se cumpliría la hipótesis de convergencia.

En este sentido, una de las definiciones de convergencia que surgió del modelo neoclásico se conoció como convergencia β , y requería comparar las tasas de crecimiento económico entre países pobres y ricos. Si los países pobres presentan mayores tasas de crecimiento, entonces se afirma que hay

evidencia de convergencia β . A su vez, la convergencia de este tipo se analizó desde dos ópticas: la absoluta y la condicional. La primera es más sencilla y consta de una comparación directa entre tasas de crecimiento de ricos y pobres, como ya se mencionó; la segunda requiere un análisis de regresión, y busca condicionar la existencia de convergencia a la inversión adecuada en factores que estimulan el crecimiento, como lo son el capital humano y físico de las regiones.

En Colombia la literatura regional sobre convergencia β ha llegado a conclusiones mixtas. Las investigaciones sobre este tema iniciaron con el estudio de Cárdenas *et al.* (1993), quienes analizaron las condiciones económicas de los departamentos entre 1950 y 1989, afirmando que durante este período hubo un proceso de convergencia condicional. Autores como Gómez (2006), León y Benavides (2015) y Royuela y García (2015) también han presentado conclusiones similares. Estos estudios suelen enfocarse en las décadas finales del siglo XX, debido a la menor disponibilidad de datos para épocas anteriores. Si bien difieren en los períodos exactos de análisis, todos concluyen que hubo un proceso de convergencia económica de las regiones colombianas.

Uno de los estudios con mayor cobertura en el tiempo se puede encontrar en Bonet y Meisel (1999). Estos autores trabajaron con datos entre 1926 y 1995, dividiendo a su vez el análisis en dos partes. El primero abarca el período entre 1926 y 1960, en el cual utilizan los depósitos bancarios per cápita como variable que aproxima la actividad económica, y encuentran que durante este tiempo las brechas económicas entre los departamentos se hicieron menores. Sin embargo, para el período comprendido entre 1960 y 1995, utilizando ahora las series de PIB departamental, argumentan que hay poca evidencia de convergencia β . Sus resultados van en contravía de lo inicialmente propuesto por Cárdenas *et al.* (1993). Otros autores se han sumado al rechazo de la hipótesis de convergencia β : Branisa y Cardozo (2009b), Galvis y Meisel (2001, 2012), Martínez (2006), Franco y Raimond (2009), Rocha y Vivas (1998) y Galvis y Hahn (2015).

Una segunda definición de convergencia aplicada por la literatura nacional e internacional es la tipo σ . Por lo general, la mayoría de autores que aplican la primera definición también estudian la segunda, a modo complementario. Esta definición no se basa en la comparación del crecimiento, como lo hacía la primera, sino en observar la dispersión de la riqueza en el tiempo. Si la dispersión decrece, y por lo tanto las regiones se encuentran más cercanas a su producción económica promedio, entonces se argumenta que hay convergencia.

Para medir la dispersión de la riqueza pueden usarse varios indicadores. Algunas de las medidas de dispersión más utilizadas en la literatura son, por ejemplo, la desviación estándar, el coeficiente de Gini y el índice de Theil,

entre otras. Por esta razón, en ocasiones los resultados sobre la presencia de convergencia σ varían dependiendo del indicador que se decida utilizar.

La literatura sobre convergencia económica tipo σ para las regiones colombianas también presenta resultados mixtos. A favor de la hipótesis de convergencia está el estudio de Cárdenas *et al.* (1993), mientras que en contra pueden encontrarse varios autores (Bonet y Meisel, 1999 y 2006; Galvis, 2010; Galvis y Meisel, 2001 y 2012; Franco y Raymond, 2009). Algunos presentan evidencia a favor y en contra simultáneamente, como por ejemplo Royuela y García (2015) y Acevedo (2003). Debe aclararse que parte de las diferencias en las conclusiones pueden estar originadas en las distintas implementaciones empíricas de la definición; o bien, en que los autores han utilizado varios indicadores de dispersión, así como diferentes variables económicas y períodos de estudio distintos.

Además de estudiar convergencia económica, las metodologías tipo β y σ también han sido usadas para estudiar convergencia social. La idea de este enfoque es observar si la brecha en indicadores sociales entre regiones ha disminuido en el tiempo. Como variables sociales suelen emplearse la tasa de analfabetismo, para estudiar diferencias educativas, y la tasa de mortalidad infantil y la esperanza de vida para medir diferencias regionales en salud. Otros indicadores sociales que se han estudiado abarcan temas de nutrición, violencia y estatura. La literatura bajo este enfoque presenta un mayor consenso, dado que en su mayoría afirma que ha habido convergencia de tipo social (Aguirre, 2005; Branisa y Cardozo, 2009a; León y Ríos, 2013; Martínez, 2006; Royuela y García, 2015; Meisel y Vega, 2004).

Las definiciones β y σ de convergencia han sido las más utilizadas por la literatura nacional. Sin embargo, estas metodologías no han estado exentas de críticas en las discusiones académicas internacionales. Múltiples autores se han opuesto a su uso (Bernard y Durlauf, 1996; Binder y Pesaran, 1999; Den Haan, 1995; Durlauf y Johnson, 1995; Kocherlakota y Yi, 1995; Quah, 1993 y 1996a). En general, las críticas hacen referencia a que los métodos no son concluyentes; por ejemplo, Quah (1993) señala que hallar convergencia β no implica la existencia de convergencia σ . Esto significa que la primera no es una condición suficiente para la segunda, por lo que a pesar de concluir que los países pobres crecen más que los ricos, la dispersión de la riqueza puede estar manteniéndose constante en el tiempo. En este sentido, podría pensarse que la definición de convergencia σ puede ser más apropiada que la de convergencia β . Sin embargo, también ha habido una reflexión sobre este tipo de enfoque. Por ejemplo, usando la convergencia tipo σ es posible concluir que las brechas regionales están disminuyendo, cuando en realidad las regiones pueden estar concentrándose en polos que se encuentran distantes entre sí.

Las críticas a los métodos β y σ han sido acompañadas de propuestas diferentes para estudiar este fenómeno. La primera es un enfoque de series de tiempo (Bernard y Durlauf, 1995 y 1996). Bajo este esquema, se afirma que dos regiones convergen cuando la brecha en su producción económica disminuye con el paso de los años. Para comprobar si esto sucede, se suelen utilizar técnicas econométricas de series de tiempo, como la prueba de Dickey-Fuller. En términos técnicos, la aplicación de esta prueba evalúa si existe una raíz unitaria en la brecha entre las dos regiones. La presencia de una raíz unitaria implicaría que la brecha actual depende en gran medida de la que se observó en un período anterior. Cuando hay una raíz unitaria se argumenta que no hay evidencia de convergencia entre las dos regiones, debido a que la brecha de su producto tiende a mantenerse en el tiempo. Si la brecha entre las dos regiones presenta una tendencia en el tiempo, también se afirma que no están convergiendo.

Son pocos los autores que utilizan este enfoque para estudiar convergencia regional en el país. Temas regionales que han sido estudiados según esta metodología son, por ejemplo, la integración de los mercados laborales (Jaramillo, Nupia y Romero, 2000; Galvis, 2002) y la inflación (Barón, 2002). Por ejemplo, Jaramillo, Nupia y Romero (2000) afirman, a partir de técnicas de cointegración y otras pruebas estadísticas, que hay una tendencia a la convergencia entre salarios rurales, así como entre áreas rurales y urbanas. Por otro lado, Galvis (2002) trabaja esta temática pero teniendo en cuenta el nivel de calificación de la mano de obra. Así, el autor argumenta que los salarios de la mano de obra no calificada no han convergido.

Un segundo enfoque para estudiar convergencia que surgió a raíz de las críticas a los métodos β y σ fue propuesto inicialmente por Quah (1993). Consiste en estimar la distribución regional de la riqueza en dos períodos de tiempo diferentes, y observar si dicha distribución se ha modificado en el tiempo. La definición de convergencia depende del cambio que se observe en la distribución; si se observa que se ha concentrado alrededor de un mismo punto, entonces se afirma que hay evidencia de convergencia. Nótese que, bajo este enfoque, uno de los posibles resultados es que las economías converjan a puntos diferentes de ingreso. Este sería el caso de los ‘clubes de convergencia’, cuando las regiones prósperas convergen a un mismo punto mientras que las demás convergen a otro. De hecho, esta es una de las afirmaciones que se han realizado en la literatura sobre convergencia entre países, y se conoce como la hipótesis de los *Twin Peaks* (Quah, 1996b).

Los primeros en implementar esta metodología para el caso colombiano fueron Birchenall y Murcia (1997). Los autores muestran que en Colombia la distribución regional de la riqueza ha sufrido pocos cambios, indicando que no es un caso exitoso de convergencia. Este resultado se afirma en todos los

estudios sobre convergencia económica que implementan este enfoque en el país (Ardila, 2004; Birchenall y Murcia, 1997; Bonet y Meisel, 2006; Branisa y Cardozo, 2009b; Gómez, 2006; González, 2011; Martínez, 2006; Royuela y García, 2015). Una distribución de la riqueza que no cambia en el tiempo se caracteriza como *persistente*.

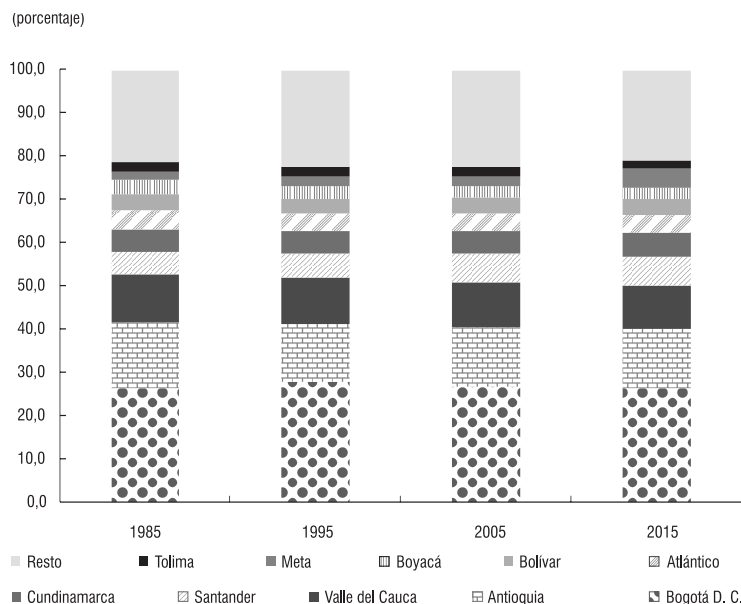
Al igual que con las primeras definiciones de convergencia, esta también se ha empleado para analizar dinámicas regionales en indicadores sociales. De acuerdo con este enfoque, las conclusiones suelen ser mixtas (Aguirre, 2005; Branisa y Cardozo, 2009a; Royuela y García, 2015; Martínez, 2006). El resultado depende del sector que se estudie (educación y salud, por ejemplo) y del tipo de indicador utilizado.

3. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LA PRODUCCIÓN COLOMBIANA

En esta sección se realiza un análisis exploratorio de las cifras regionales de producción económica para los últimos treinta años en Colombia. Se utiliza el PIB departamental desde 1985 hasta 2015 calculado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) con base en el año 2005. También se usan cifras municipales de valor agregado estimadas con base en la metodología usada por Galvis y Hahn (2015). Esta consiste en dividir el PIB de cada departamento entre sus municipios, utilizando como ponderador la participación municipal del recaudo tributario de los municipios que pertenecen a un mismo departamento, participación asumida como una variable asociada a la actividad económica de dicho municipio, y utilizada para obtener su fracción en el PIB de su departamento. El recaudo tributario se obtuvo de las ejecuciones presupuestales que consolida el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

El Gráfico 1 presenta la participación del PIB de los diez departamentos más grandes en el agregado nacional, entre 1985 y 2015, por períodos de diez años. Se puede observar que Bogotá ha tenido una participación cercana al 30% todos los años, lo cual prácticamente duplica la de Antioquia e incluso es mayor a la de los veintitrés departamentos más pequeños. Este valor se ha mantenido relativamente constante en el tiempo, lo que resalta la importancia y persistencia de Bogotá como generador de valor agregado en el país.

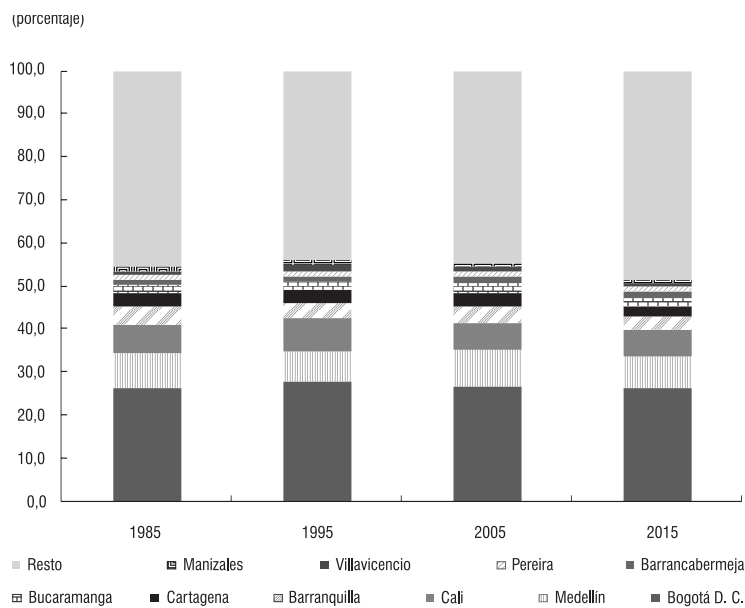
Por otra parte, aunque no se puede observar un cambio significativo en la posición relativa de los departamentos, es destacable que el que más ha aumentado su participación desde el inicio del período de estudio hasta el 2015 es Meta, que pasó de representar un poco más del 1% del PIB en 1985 a tener una participación del 4% para el último año del análisis. Esto se debe,

GRÁFICO 1. PARTICIPACIÓN DEL PIB DEPARTAMENTAL SOBRE EL PIB NACIONAL EN 1985, 1995, 2005 Y 2015

Fuente: DANE; cálculos de los autores

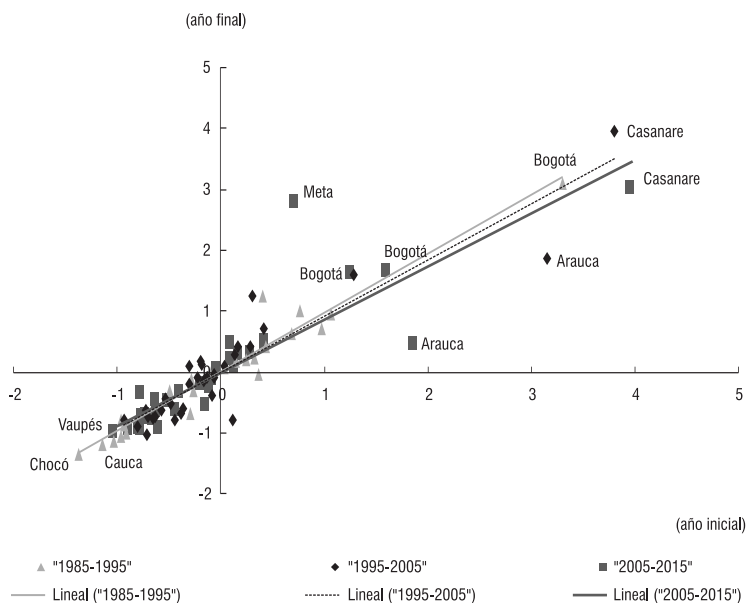
principalmente, al hallazgo de recursos minerales en su territorio y a la consecuente fuente de valor agregado que generaron. Otro departamento que ha aumentado su participación en el valor agregado nacional ha sido Santander, que pasó de tener el 5% del PIB nacional, a representar casi el 7%. De los departamentos más grandes el que redujo en mayor medida su participación fue Valle del Cauca, al pasar del 11% en 1985 al 9% en 2015; de todos modos, el cambio de 2% en treinta años puede considerarse relativamente pequeño. Una situación similar se presenta en Boyacá y Antioquia, que también disminuyeron su participación en el PIB nacional.

Para observar dinámicas regionales más desagregadas, a continuación se realiza el mismo ejercicio utilizando las cifras estimadas por municipios. El Gráfico 2 presenta dicha información para los diez municipios con mayor participación y el resto. Se puede observar que Bogotá tiene una amplia diferencia frente al resto de municipios. Barrancabermeja es el único municipio que, a pesar de no ser capital, presenta una participación importante; debe su importancia económica a las actividades petroquímicas, pues es sede de la refinería de petróleo más grande del país. Se destaca que cinco municipios —Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Cartagena— agrupan casi la mitad del valor agregado del país.

GRÁFICO 2. PARTICIPACIÓN DEL PIB MUNICIPAL SOBRE EL TOTAL NACIONAL EN 1985, 1995, 2005 Y 2015

Fuentes: DANE y DNP; cálculos de los autores.

Los cambios en la distribución durante las últimas tres décadas pueden visualizarse con una perspectiva diferente en el Gráfico 3, el cual incluye el PIB per cápita al comienzo de la década en el eje horizontal y al final de la década en el eje vertical. Se presenta el valor estandarizado del PIB departamental, que se obtiene restando el promedio de la producción de cada departamento y luego dividiendo el resultado por la desviación estándar de la muestra. Casanare es el departamento que se encuentra a más desviaciones estándar por encima del promedio, tanto entre los años 1995 y 2005 como para 2005 y 2015. Arauca, Meta y Bogotá también se encuentran considerablemente por encima del promedio. Por el contrario, departamentos como Chocó, Vaupés y Cauca se destacan por ser aquellos que se ubican a más desviaciones estándar por debajo del promedio. Es interesante observar que la tendencia para cada década tiene pendiente positiva y cercana a uno, lo cual significa que departamentos ricos al comienzo del período también lo eran al final. Se encuentran pocos cambios en la clasificación de los departamentos, siendo los más notorios aquellas regiones con hallazgos de recursos naturales.

GRÁFICO 3. PIB PER CÁPITA DEPARTAMENTAL NORMALIZADO POR DÉCADAS

Nota: los datos sobre el PIB departamental para los nuevos departamentos se encuentran disponibles a partir de 1990, por lo tanto en el período 1985-1995 solo se incluyen los antiguos departamentos.

Fuente: DANE, elaboración de los autores.

Por último, se presenta la distribución espacial de la producción económica en dos períodos. Los mapas 1 y 2 contienen las cifras de PIB per cápita departamental y municipal en 1995, elaborados con base en las cifras del DANE en precios constantes de 2005, y utilizando la estimación de PIB municipal.

Uno de los aspectos más notables es que los departamentos con mayor PIB per cápita en 1995 fueron Arauca y Casanare. Esto se debe a que su actividad económica principal es la explotación petrolera, de alto valor agregado. La capital del país también se destaca por su alta actividad económica. Por otro lado, se observa que los departamentos pertenecientes a las regiones Pacífica, Amazónica y Caribe tienen las menores producciones per cápita. Al analizar el caso municipal, se aprecia que en 1995 los municipios con mayor producción per cápita son La Salina y Tauramena, ubicados en el departamento de Casanare; asimismo, se encuentran en un nivel similar algunos municipios de Arauca. La información municipal es consistente con lo observado para los departamentos, pues la mayoría de los municipios que están en peores condiciones se encuentran en regiones diferentes a la Andina y Orinoquia.

La distribución geográfica de la riqueza para el 2015 se presenta en los mapas 3 y 4. Casanare sigue manteniéndose con uno de los mayores PIB per cápita, al igual que Bogotá, pero además se incluyen en este grupo Meta y Santander. Se observa que la región Pacífica sigue teniendo los departamentos con las posiciones más bajas, como es el caso de Chocó y Nariño, mientras que en las regiones Caribe y Amazónica algunos departamentos han incrementado su posición relativa. Para el caso municipal, se observa que Meta y Casanare albergan los municipios con mayor PIB per cápita. La mayoría de municipios con mayor riqueza se encuentran ubicados en la zona central del país, lo cual sigue siendo consistente con lo observado en los departamentos, mientras que gran parte del Caribe y Pacífico presenta producciones económicas muy por debajo de los valores hallados en la región Andina del país.

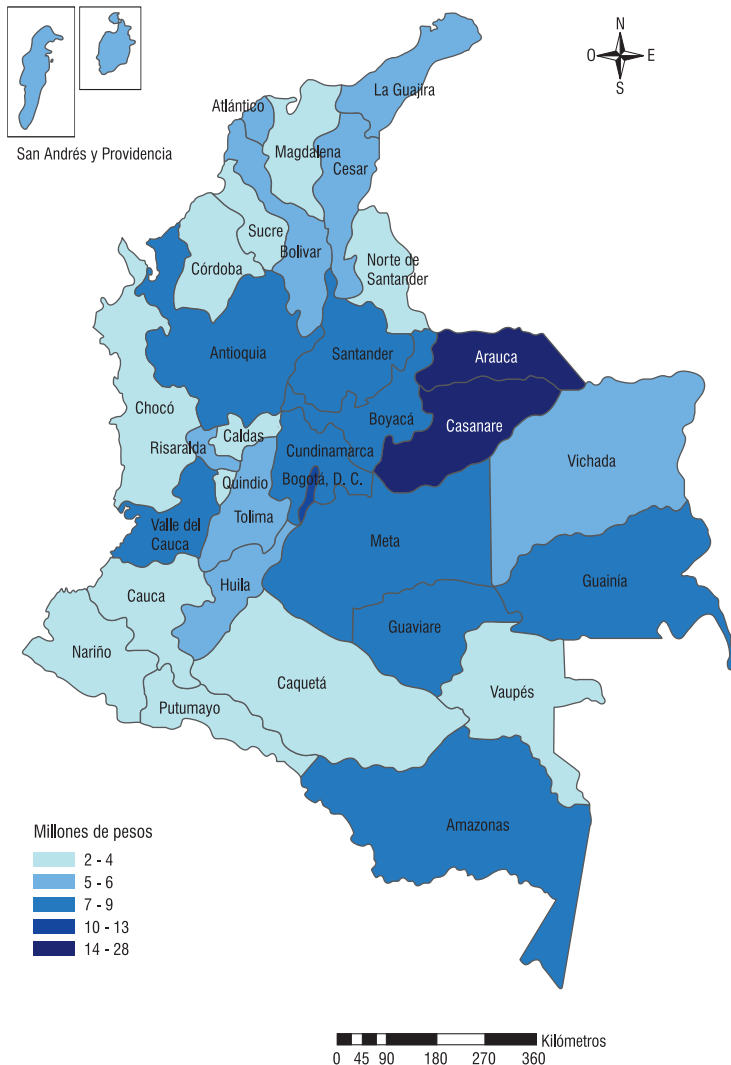
4. ¿CÓMO MEDIR LA CONVERGENCIA?

En esta sección se realizan varios ejercicios empíricos siguiendo las cuatro definiciones de convergencia mencionadas: convergencia β , convergencia σ , series de tiempo y distribución. Inicialmente se ilustran gráficamente a modo de ejemplo, para luego aplicarse en las regiones colombianas.

4.1 CONVERGENCIA β

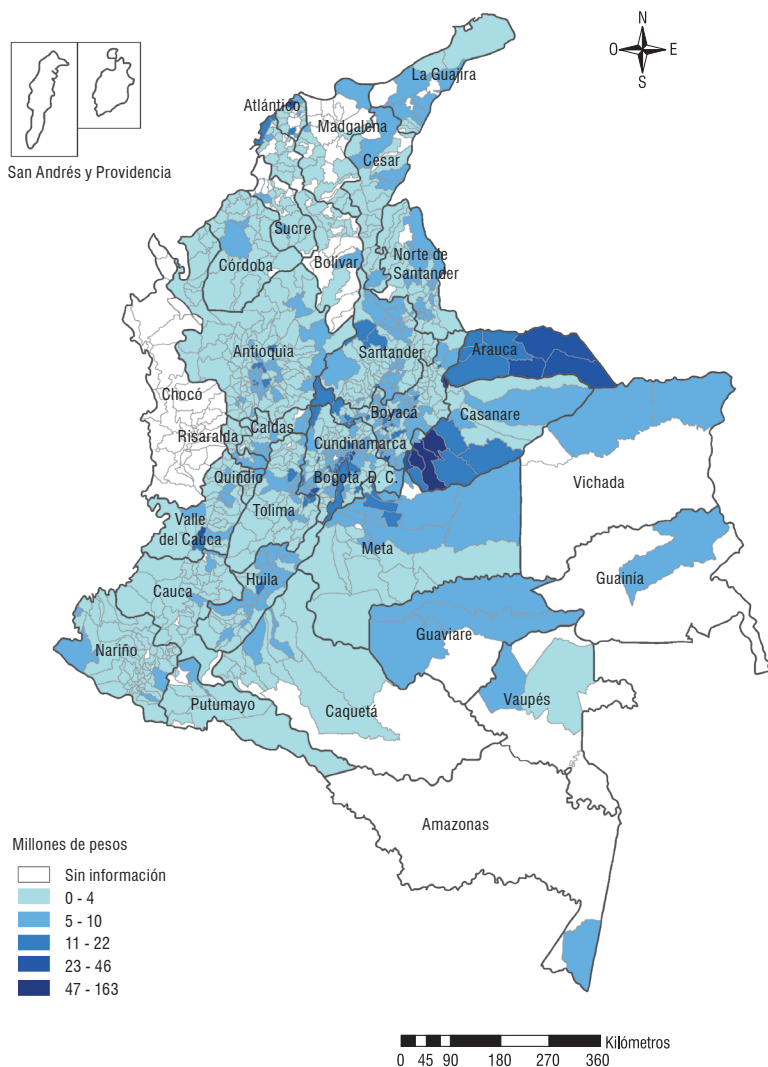
La convergencia tipo β requiere comparar las tasas de crecimiento entre los distintos países o regiones, teniendo en cuenta las diferencias en su riqueza. Hay dos formas de realizar estas comparaciones. La primera y más sencilla se conoce como convergencia absoluta, y se basa en una comparación directa del crecimiento económico entre regiones ricas y pobres. A modo ilustrativo, el Gráfico 4 presenta dos posibles escenarios que se pueden observar de acuerdo con esta metodología. Cada punto informa sobre el crecimiento económico y el ingreso inicial de una región particular. Cuando las regiones muestran un patrón como el observado en el panel A, se afirma que hay evidencia de convergencia absoluta. Esto sucede porque las regiones con mayores tasas de crecimiento fueron aquellas que tenían los menores niveles de ingreso inicialmente. Por lo tanto, la tendencia que se observa es decreciente. A su vez, el panel B presenta el escenario contrario, con una tendencia que es ascendente. En este caso, las regiones de mayores crecimientos fueron aquellas con ingresos iniciales más altos, por lo que en este caso se afirma que hay divergencia absoluta.

**MAPA 1. PIB PER CÁPITA DEPARTAMENTAL EN 1995
(PESOS CONSTANTES DEL 2005)**



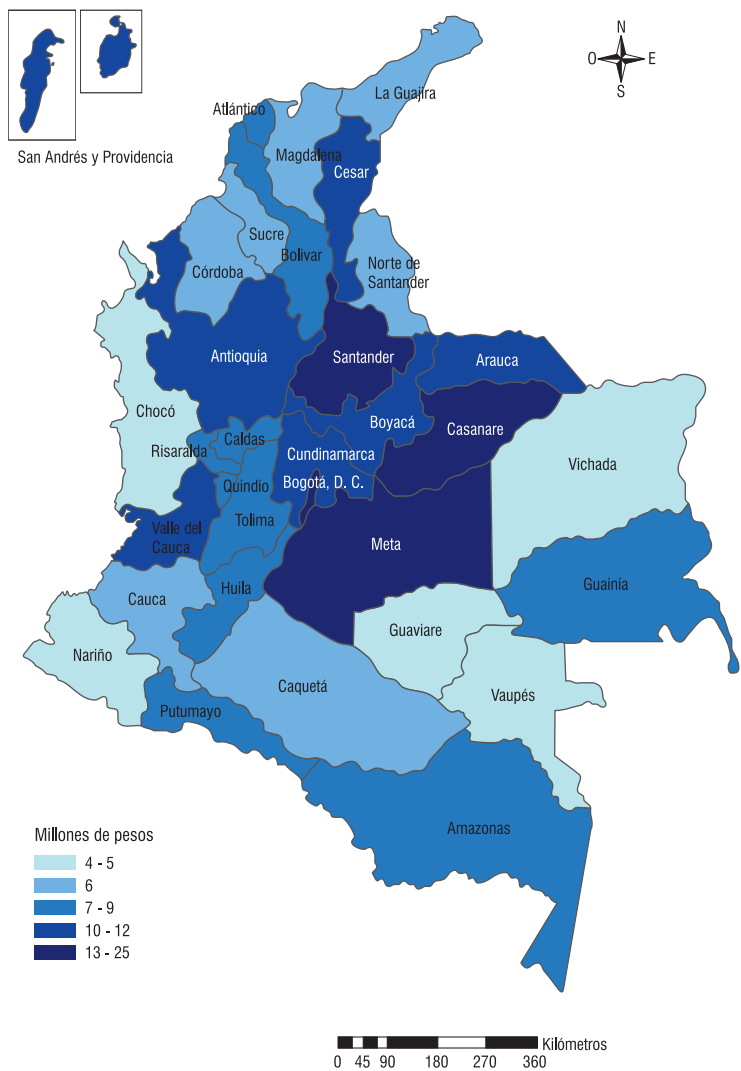
Fuente: DANE, elaboración de los autores.

MAPA 2. PIB PER CÁPITA MUNICIPAL EN 1995 (PESOS CONSTANTES DEL 2005)



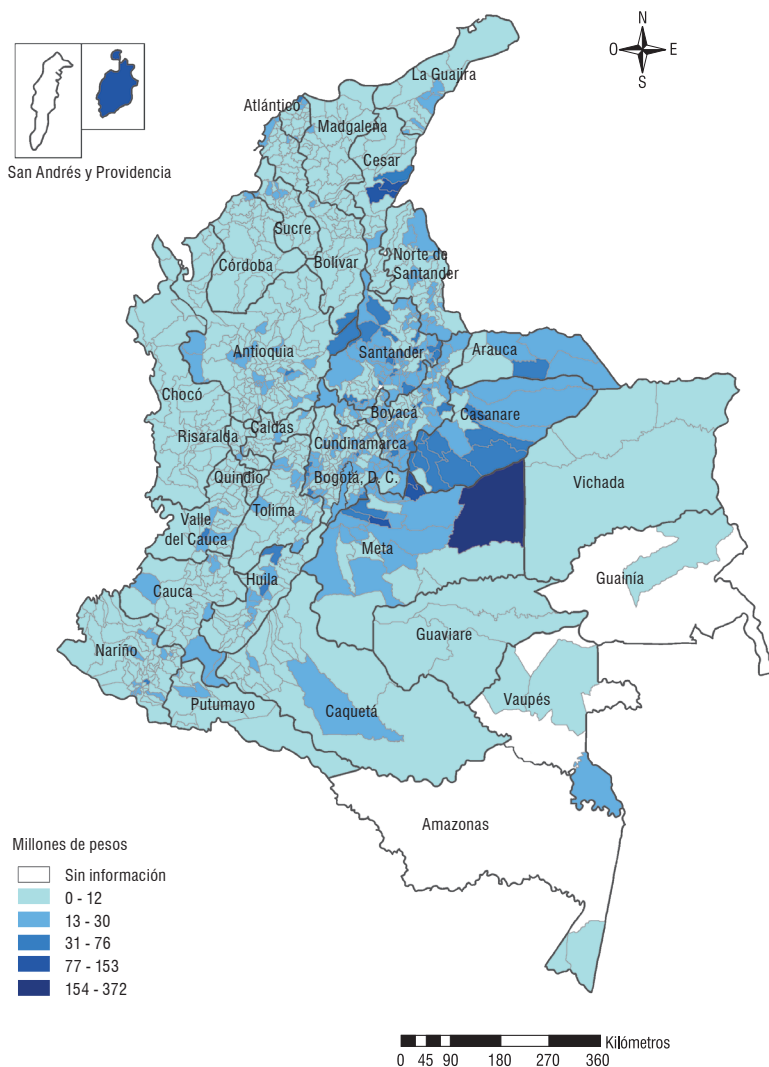
Fuente: Galvis y Hahn (2015); cálculos de los autores.

MAPA 3. PIB PER CÁPITA DEPARTAMENTAL EN 2015
(PESOS CONSTANTES DEL 2005)



Fuente: DANE, elaboración de los autores.

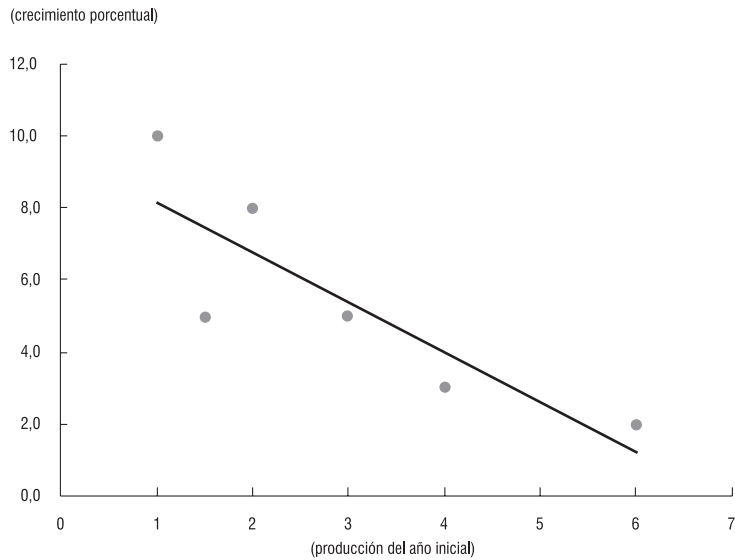
MAPA 4. PIB PER CÁPITA MUNICIPAL EN 2015 **(PESOS CONSTANTES DEL 2005)**



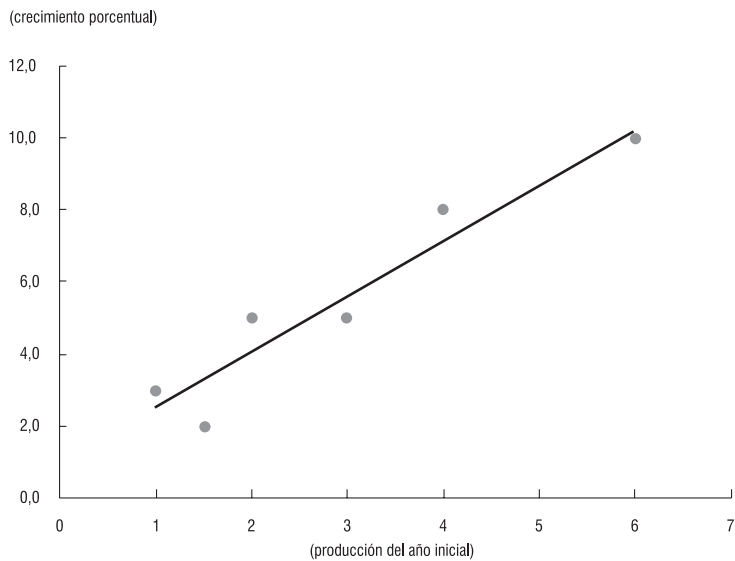
Fuente: Galvis y Hahn (2015); cálculos de los autores.

GRÁFICO 4. EJEMPLOS GRÁFICOS CON LA METODOLOGÍA β ABSOLUTA

A. CONVERGENCIA



B. DIVERGENCIA



Fuente: elaboración de los autores.

Cuando se aplica esta metodología a las cifras de crecimiento y producción económica de los departamentos colombianos, inicialmente se puede evidenciar convergencia de tipo absoluta. El panel A del Gráfico 5 muestra este resultado para el período comprendido entre los años 1995 y 2016, usando las cifras del DANE. Sin embargo, esta evidencia de convergencia absoluta regional no es muy robusta. Tres departamentos de la muestra, cuyos desempeños económicos son causados en especial por la extracción de recursos mineros, permiten que se observe esa tendencia decreciente en los datos. Cuando el análisis excluye a Putumayo, Arauca y Casanare, la evidencia de convergencia absoluta desaparece, es decir, la línea de tendencia se vuelve plana. Esto se observa en el panel B. Considerar condiciones como la presencia de recursos minerales en el territorio es fundamental para entender dinámicas de crecimiento y, por lo tanto, la presencia o no de convergencia. Estos aspectos no son tenidos en cuenta por la definición de convergencia absoluta.

Una forma de corregir dicha carencia en el método es mediante la incorporación de variables que puedan afectar el crecimiento económico de las regiones, independientemente de su nivel de producción económica. Esta es una de las ventajas que tiene el segundo tipo de convergencia β , denominada por esta razón convergencia condicional. Dicho método, que surge del modelo teórico conocido en la literatura como el modelo neoclásico de crecimiento, busca entender si economías con condiciones similares presentan signos de convergencia, esto es: si una vez controlados otros factores que inciden en el crecimiento, como por ejemplo las tasas de ahorro y la inversión en capital humano, las economías de menores ingresos presentan mayores crecimientos.

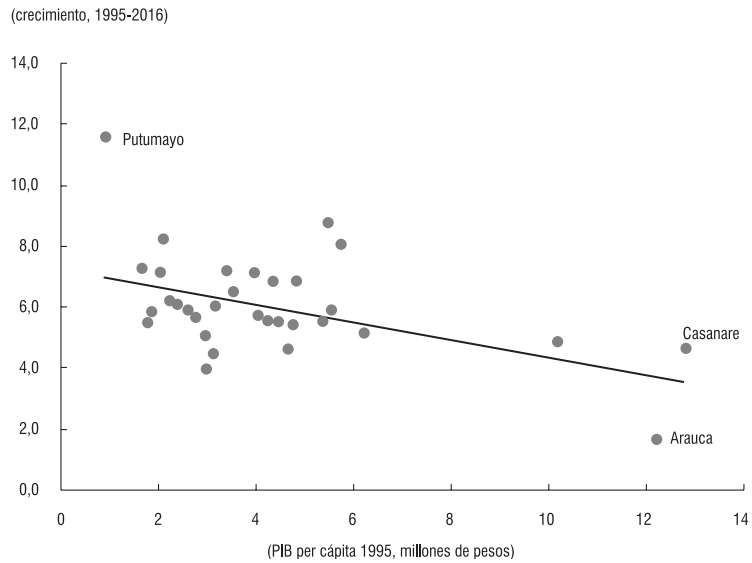
Para aplicar este método es necesario realizar un análisis de regresión, que es una técnica econométrica utilizada para estudiar relaciones estadísticas entre distintas variables. La forma funcional del modelo de convergencia condicional suele ser la siguiente:

$$crecimiento_i = \beta_0 + \beta_1 y_i + \beta_2 humano_i + \beta_3 físico_i + \beta_4 otros_i + u_i$$

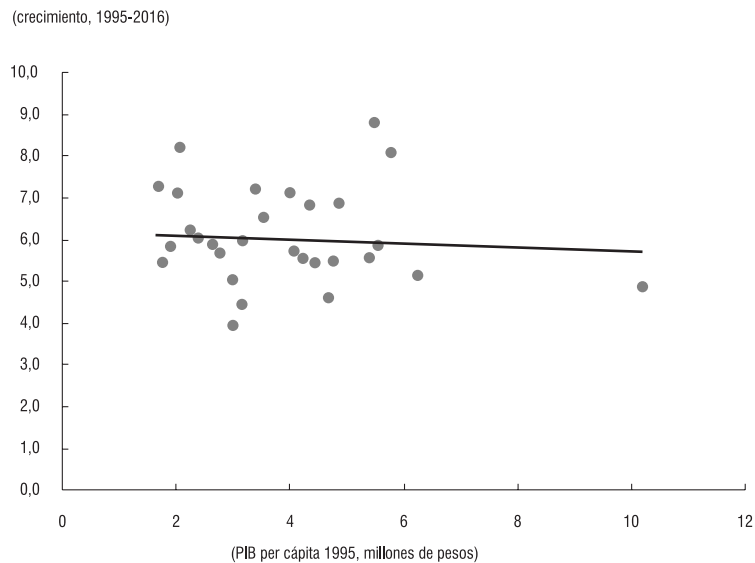
Como variable dependiente se utiliza la tasa de crecimiento observada durante un período, mientras que la variable independiente cuyo coeficiente se interpreta como evidencia o no de convergencia es la producción económica inicial en el período (y_i). En este sentido, si β_1 resulta ser negativo, significa que regiones más prósperas al comienzo del período (y_i altos) presentaron tasas de crecimiento más bajas y por lo tanto se afirma que hubo convergencia. Este modelo permite incorporar algunas variables que se reconocen como determinantes del crecimiento. Las dos más importantes propuestas por el modelo neoclásico se relacionan con factores de capital humano y

GRÁFICO 5. CONVERGENCIA ABSOLUTA DEPARTAMENTAL

A. TODOS LOS DEPARTAMENTOS



B. SIN DEPARTAMENTOS MINEROS



Fuente: DANE, cálculos de los autores.

físico de la región ($humano_i$ y $físico_i$). Así se permite que la convergencia dependa de decisiones de inversión incurridas por las regiones durante ese período. Aquellas con menores inversiones en capital humano y físico deberían crecer menos, independientemente de su riqueza. Por último, también suelen incluirse otras variables que afectan el crecimiento económico de las regiones, como por ejemplo su crecimiento demográfico, el descubrimiento de fuentes importantes de recursos naturales o el grado de apertura comercial que fomenta el comercio internacional.

A continuación se realiza una aplicación sencilla de la anterior metodología para los departamentos del país entre 1995 y 2016. Se utilizan únicamente dos variables independientes adicionales a la producción inicial, referentes al capital humano y físico de los departamentos, que se obtienen del censo de 2005. Para aproximar la acumulación de capital humano se utiliza la tasa de alfabetismo departamental, o porcentaje de personas que saben leer y escribir. Y como aproximación a la acumulación de capital físico se utiliza una medida del equipamiento urbano que se construye a partir del acceso a los servicios públicos de energía y acueducto. Al realizar el análisis con las anteriores variables los resultados fueron los siguientes, con los estadísticos t para cada coeficiente en paréntesis:

$$crecimiento_i = -0,003 - 0,004 y_i + 0,103 humano_i - 0,009 físico_i + u_i$$

$$(-0,10) \quad (-3,36) \quad (2,09) \quad (-0,54)$$

Una vez estimada la ecuación de convergencia β condicional, el análisis se enfoca en las características del coeficiente que acompaña a la producción per cápita inicial (y_i). La primera es su signo. El modelo neoclásico predice que el signo de esta variable debería ser negativo, ya que de esta forma las regiones más prósperas exhibieron un menor crecimiento económico; obtener un signo positivo sería evidencia de divergencia. La segunda es la interpretación de la significancia del coeficiente. Esto porque puede suceder que el coeficiente obtenido tenga el signo esperado, pero sea tan pequeño en magnitud que su efecto realmente sea insignificante. Llevando a cabo la inferencia estadística, el ejercicio concluiría que el coeficiente de la producción per cápita inicial es pequeño, pero significativo, lo cual indicaría que existe una relación negativa entre esta variable y la tasa de crecimiento.

Ese ejercicio sencillo permite ilustrar la aplicación del método de convergencia β condicional. Sin embargo, la literatura sobre convergencia ha criticado la definición tipo β en el sentido de que no considera los efectos espaciales, pese a estar circunscritas las unidades de análisis a un territorio. Cuando este es el caso, pueden existir efectos de difusión o *spillovers* que

generan sesgos en las estimaciones realizadas. Dichos efectos se capturan por lo general a través de la inclusión de un rezago espacial de la variable dependiente. Si dicha variable es necesaria en la estimación, el no incluirla llevaría a incurrir en el sesgo por variable omitida.

Para darle un tratamiento más apropiado, Ertur y Koch (2007) proponen un análisis espacial aplicado a la hipótesis de convergencia, el cual se basa en la estimación de un modelo tipo Durbin (SDM) que tiene la siguiente forma funcional:

$$Y = \rho WY + X\Gamma_0 + WX\Gamma_1 + \varepsilon$$

donde Y es el vector de ingreso regional, ρ es el coeficiente de autocorrelación espacial, W es la matriz de contigüidad espacial, X es la matriz de variables independientes, Γ_0 y Γ_1 son vectores de coeficientes y ε es un término de error. Este modelo tiene la ventaja de que permite capturar efectos de *spillover*, pues el primer término de la derecha representa el rezago espacial de la variable dependiente. También permite estimar los efectos que tienen los valores de las variables explicativas en el vecindario. Esto, porque se reconoce que, por ejemplo, si existe inversión en capital físico en una región, las mejoras en dicho capital pueden afectar no solo a la unidad de observación i , sino también a las unidades j , del vecindario y viceversa. Cuando no existen *spillovers*, el coeficiente ρ debería ser estadísticamente igual a cero. Y en el caso en que las variables explicativas no presenten efectos sobre una unidad de observación proveniente de sus vecinos, los coeficientes serían iguales a cero. Si se cumplen ambas hipótesis podríamos tener un modelo simple, como los que se han presentado previamente.

La importancia de este tipo de modelos es que son más generales que las versiones simplificadas de la convergencia absoluta o condicionada. Además, al llevar a cabo su estimación se puede llegar a una versión más sencilla si se cumplen ciertas condiciones. Por ejemplo, una versión alternativa a la estimación del modelo tipo Durbin propuesto por Ertur y Koch (2007) es la del modelo de error espacial (SEM), que se representa como:

$$Y = X\Gamma_0 + [I - \rho W]^{-1} \varepsilon.$$

En este caso no se capturan efectos de *spillover*, pues el efecto espacial es capturado solamente a través del término de error. Esta modelación es necesaria para corregir problemas de eficiencia en la estimación, mas no para los problemas de sesgo por variable omitida. Es más: cuando se cumple la hipótesis del factor común, que se representa como $H_0: \Gamma_1 = -\rho\Gamma_0$, el modelo

SDM se reduce a una especificación SEM. Si en esta nueva especificación se cumple que ρ sea igual a cero, se llegaría a una estimación convencional de la convergencia condicionada.

La aplicación de esta metodología se llevó a cabo para el caso colombiano en el trabajo de Galvis y Hahn (2015). Sus resultados son reproducidos en el Cuadro 1, para ejemplificar esta metodología. Analizando los resultados de los modelos espaciales estimados se concluye que el modelo que mejor describe el proceso generador de datos en este caso es el SDM. Es decir, sí existirían *spillovers* que aportan a la explicación del proceso de convergencia en Colombia. Por otro lado, los resultados indicarían que existe evidencia de convergencia condicionada; esto, porque el signo del ingreso inicial es negativo. No obstante, ha de tenerse en cuenta la existencia de esos efectos de difusión que no permiten que la interpretación de los coeficientes se lleve a cabo de la manera tradicional. En este caso la interpretación se descompone en el análisis de resultados de efectos directos e indirectos, siendo estos últimos los que se derivan de los efectos de los *spillovers*.

CUADRO 1. ESTIMACIONES MEDIANTE MÉTODO BAYESIANO MCMC

MODELO	SDM RESTRINGIDO
Variable dependiente	Tasa de crecimiento 1993-2012
Observaciones	893
Constante	0,0206*** (0,0066)
Ingreso inicial	-0,0261*** (0,0012)
Rezago espacial del ingreso inicial	0,0246*** (0,0025)
Rezago espacial de la tasa de crecimiento	0,7093*** (0,0631)
Participación del capital físico	0,0026** (0,0014)
Participación del capital humano	0,0047*** (0,0013)
Rezago espacial de la participación del capital físico	-0,0031 (0,0027)
Rezago espacial de la participación del capital humano	-0,0075*** (0,0631)
Prueba de la hipótesis del factor común: probabilidad alguna de las alternativas en [SDM; SEM]	[1,0000; 0,0000]

*** Significativo al 99%; ** significativo al 95%; *significativo al 90%.

Fuente: Galvis y Hahn (2015).

Al llevar a cabo la interpretación de ambos efectos, los cuales se observan en el Cuadro 2, se concluye que no existe tal fenómeno de convergencia, porque el efecto directo sí muestra relación negativa entre ingreso inicial y la tasa de crecimiento, pero el efecto indirecto actúa en sentido contrario, mostrando una relación positiva. De esta manera los efectos se compensan y en el total no se puede concluir que exista convergencia condicional en el ingreso per cápita en Colombia.

CUADRO 2. EFECTOS DIRECTOS, INDIRECTOS Y TOTALES DEL INGRESO INICIAL

EFFECTO	COEFICIENTE	SIGNIFICATIVO
Directo	-0,0259	Sí
Indirecto	0,0204	Sí
Total	-0,0055	No

Fuente: Galvis y Hahn (2015).

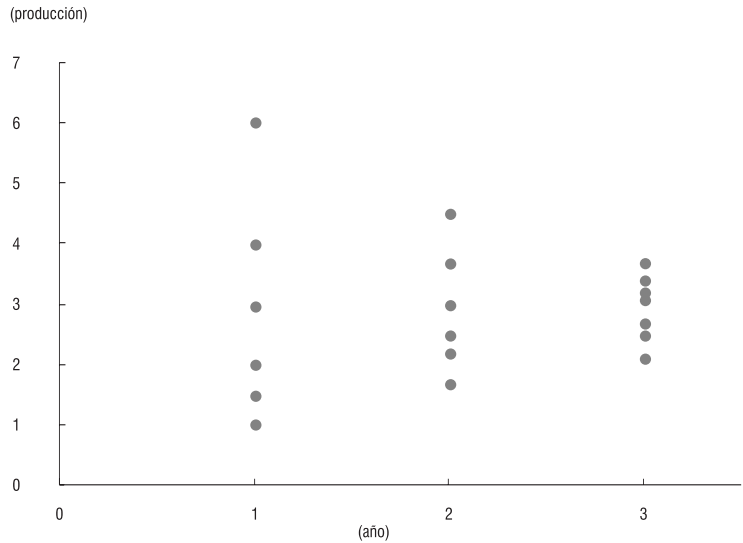
4.2 CONVERGENCIA σ

La definición de convergencia tipo σ estudia la evolución de la dispersión de la riqueza a través del tiempo. En este sentido, la convergencia sucede cuando la dispersión de la riqueza disminuye, tal como se ilustra en el Gráfico 6. Cada observación refleja la producción económica de una región en determinado momento. En este caso, se puede observar que las regiones se concentran alrededor de un mismo punto común en el último período, por lo que el análisis de convergencia σ permitiría concluir que existe evidencia de convergencia. Esto se puede realizar usando diferentes medidas de dispersión, por ejemplo la desviación estándar, el coeficiente de Gini y el índice de Theil, entre otros.

Para medir la dispersión de la riqueza se han utilizado muchos tipos de indicadores. A continuación, se presentan algunas de las medidas utilizadas por la literatura, aplicadas al caso de los departamentos colombianos. El Gráfico 7 contiene tres indicadores de dispersión del PIB per cápita departamental entre los años 1995 y 2016. Los indicadores utilizados son la desviación estándar, el coeficiente de variación y la división entre el valor departamental máximo y mínimo para cada año, que se presentan normalizados, utilizando el valor del período inicial como año base para una mayor facilidad en la interpretación.

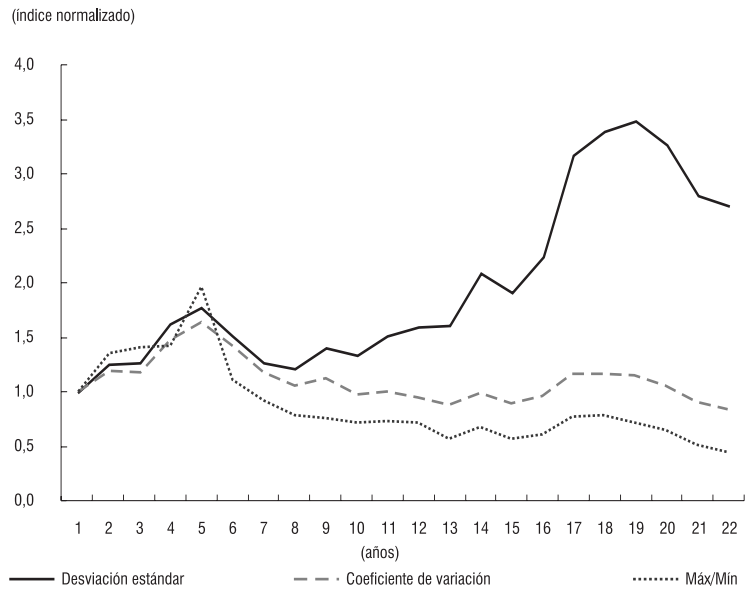
Se pueden observar tendencias diferentes de acuerdo al tipo de medida de dispersión que se utilice. Véase, por ejemplo, la desviación estándar, que muestra un incremento sustancial en la dispersión desde el año 2006, mientras

GRÁFICO 6. EJEMPLO GRÁFICO DE CONVERGENCIA σ



Fuente: elaboración de los autores.

GRÁFICO 7. ANÁLISIS DEPARTAMENTAL DE CONVERGENCIA σ POR TIPO DE INDICADOR, 1995-2016



Fuente: DANE; cálculos de los autores.

que el coeficiente de variación no muestra tal efecto. En general, los resultados del análisis σ dependerán del indicador utilizado. A veces es posible encontrar algunas similitudes; por ejemplo, a finales de la década de 1990 se observa un incremento en la dispersión, mientras que en la primera mitad de la década de los años 2000 la dispersión fue relativamente estable. Sin embargo, a partir de ahí se observan tendencias diferentes. Concluir que hay o no evidencia de convergencia usando este enfoque puede generar, entonces, resultados mixtos.

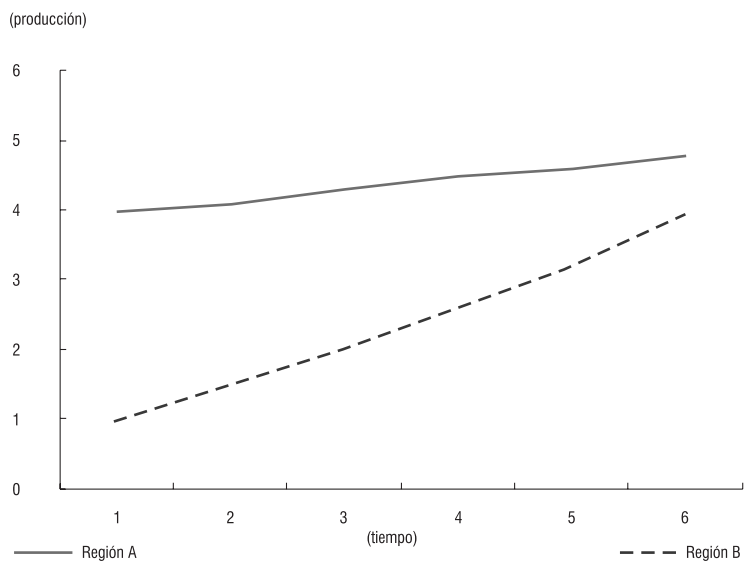
4.3 SERIES DE TIEMPO

Como se argumentó en la revisión de literatura, las dos definiciones anteriores fueron las primeras en implementarse para estudiar empíricamente la existencia de convergencia regional. No obstante, las críticas que algunos economistas dirigieron contra su implementación dieron origen a otras aproximaciones metodológicas. La tercera definición que se utilizará consiste en estudiar la convergencia entre regiones utilizando conceptos provenientes del análisis de series de tiempo. En general, este tipo de aproximación tiene como objetivo medir la brecha que existe entre dos regiones en el tiempo, y si dicha brecha se cierra o no. Al concentrarse en una brecha regional, el análisis se realiza siempre por pares de regiones. Esto hace que el método difiera considerablemente de las anteriores definiciones, donde se incluían todas las regiones de manera simultánea. A modo de ejemplo, el Gráfico 8 presenta dos posibles escenarios usando la definición de convergencia con series de tiempo. Mientras que en el panel A se cierra la distancia entre las dos regiones, en el panel B se mantiene.

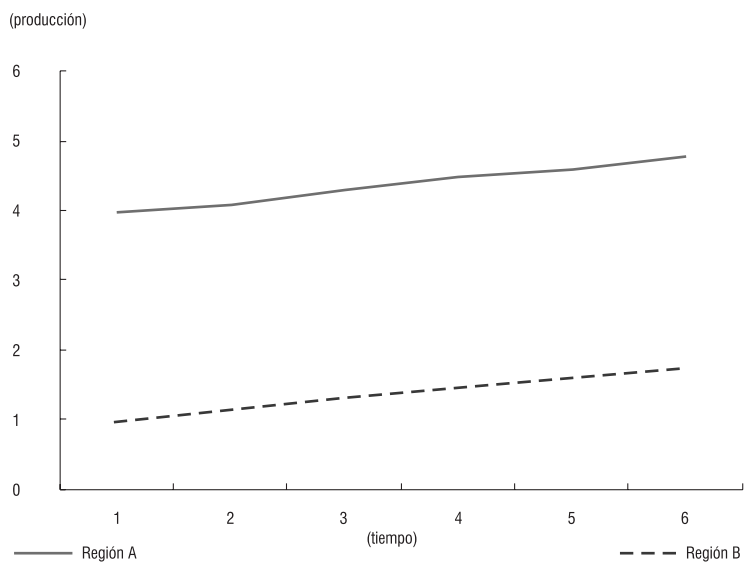
El Gráfico 9 presenta la razón del PIB per cápita a precios constantes entre cada departamento y Bogotá, excluyendo a los nuevos departamentos, entre 1995 y 2016. Es posible hacer las siguientes observaciones. La primera es que la gran mayoría de regiones han mantenido la misma relación los últimos veinte años entre su producción per cápita y la de Bogotá, lo cual muestra poco dinamismo económico regional. Solo se observan dos cambios importantes, que hacen referencia a los departamentos de Meta y Santander. La primera es una región con recursos mineros, donde la explotación de hidrocarburos en la primera década de los años 2000 generó un incremento en la producción económica con relación a Bogotá; diferencia que, sin embargo, se ha reducido en los últimos años. Y Santander es un departamento que tiene un sector industrial muy importante, debido a la presencia de la refinería de petróleo, cuyo funcionamiento es responsable del aumento relativo en la producción de esta región en comparación con Bogotá desde comienzos de los años 2000.

GRÁFICO 8. DEFINICIÓN DE CONVERGENCIA CON SERIES DE TIEMPO

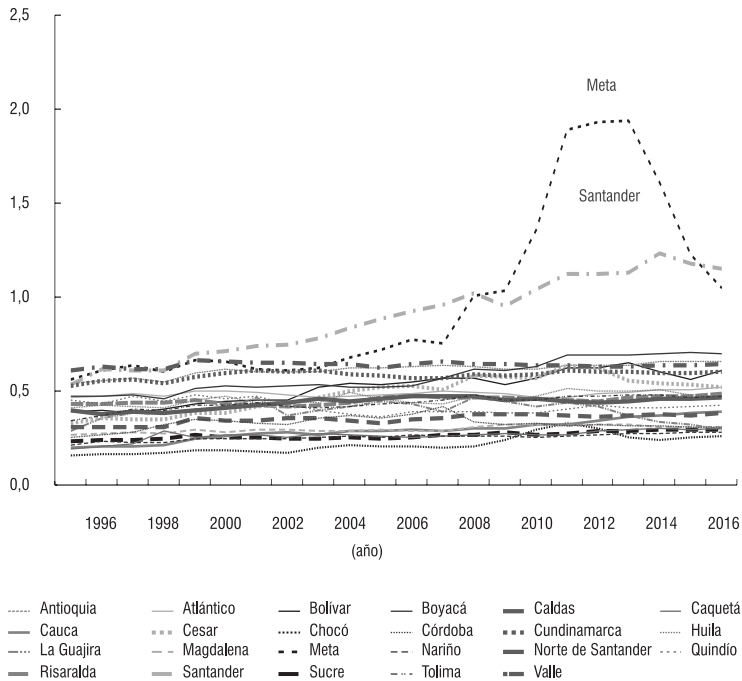
A. CONVERGENCIA



B. No CONVERGENCIA



Fuente: elaboración de los autores.

GRÁFICO 9. RAZÓN DEL PIB PER CÁPITA CON BOGOTÁ DESDE 1995, POR DEPARTAMENTO

Fuente: DANE; cálculos de los autores.

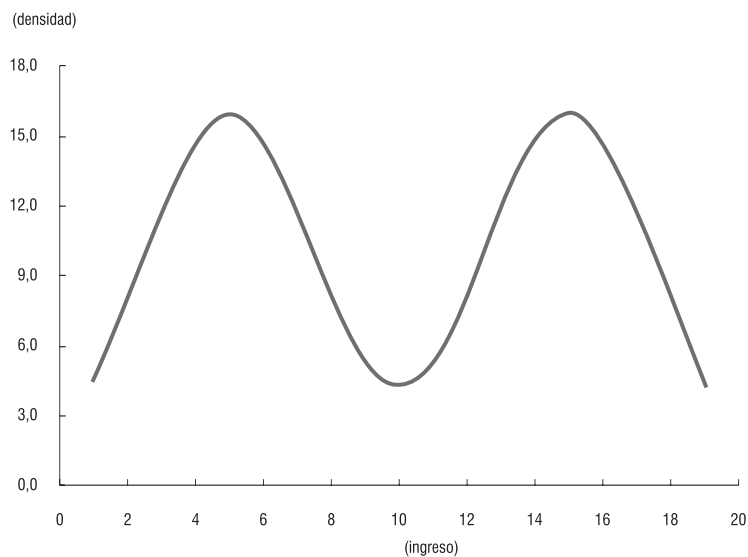
4.4 DINÁMICA DE LA DISTRIBUCIÓN

El último enfoque que se presenta para estudiar convergencia regional es el propuesto por Quah (1993), que sigue la dinámica de la distribución regional de riqueza en el tiempo. A continuación, el Gráfico 10 presenta el ejemplo de un escenario que evidencia convergencia bajo este enfoque. El panel A contiene una estimación de la distribución de la riqueza para un período inicial, mientras que el panel B incluye la misma estimación realizada en un momento posterior. Se observa que la riqueza ha tendido a concentrarse en el tiempo, por lo cual bajo esta definición se afirmaría que hay evidencia de convergencia.

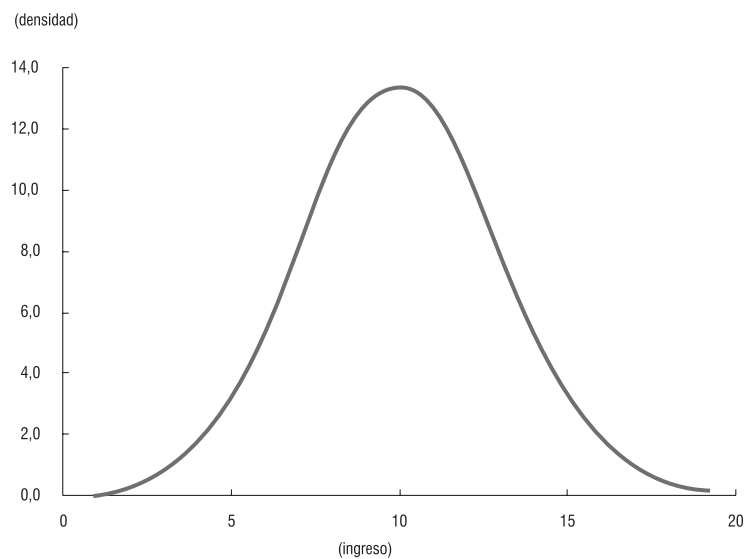
Así como con las definiciones anteriores, a continuación, se aplica esta metodología para los departamentos colombianos en dos momentos: para los años 1995 y 2016. Ambas distribuciones se presentan en el Gráfico 11. Se observa que la distribución de la riqueza departamental ha sufrido pocos

GRÁFICO 10. EJEMPLO GRÁFICO DE CONVERGENCIA BAJO EL ENFOQUE DE LA DISTRIBUCIÓN

A. DISTRIBUCIÓN INICIAL



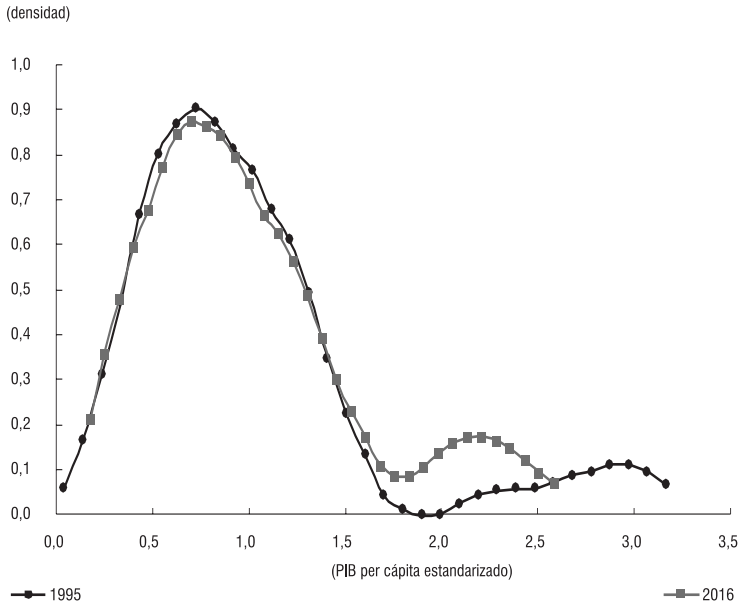
B. DISTRIBUCIÓN FINAL



Fuente: elaboración de los autores.

cambios en las últimas décadas, lo cual significa que Colombia presenta persistencia en su distribución.

GRÁFICO 11. DISTRIBUCIÓN DEL PIB PER CÁPITA DEPARTAMENTAL EN 2000 Y 2016



Fuente: DANE, cálculos de los autores.

5. ¿HABRÁ CONVERGENCIA?

En esta sección se presenta un ejercicio numérico que ilustra las condiciones necesarias para que en un futuro haya convergencia entre algunas de las regiones del país. Para que esto suceda, se requiere que las regiones rezagadas crezcan a un ritmo más acelerado que las regiones prósperas durante cierto período de tiempo. En ese sentido, entre mayor sea la brecha inicial entre las regiones, más aceleradamente deberían crecer las que se encuentran rezagadas para poder alcanzar a las ricas, lo cual significa que debe haber un diferencial permanente entre las tasas de crecimiento de ambas regiones.

El cálculo del diferencial de tasas entre regiones convergentes se describe en el Anexo. Este procedimiento se aplica para las trece principales ciudades del país, utilizando como referencia a Bogotá. Se encuentran los diferenciales de tasas necesarios para que se cierre la brecha entre cada ciudad y la capital

usando tres horizontes de tiempo (n): diez, veinte y cincuenta años. Los valores de producción inicial (P_0 y R_0) se obtienen del valor agregado municipal estimado por el DANE para el 2015 y se dividen por la población de la ciudad. El Cuadro 3 presenta los resultados en pp para cada uno de los tres horizontes. De esta forma, los resultados se interpretan de la siguiente manera: para que Barranquilla converja en su producción per cápita con Bogotá en los próximos diez años debe crecer 3,7 pp por encima del crecimiento promedio que se observe en Bogotá durante ese mismo período; así, si Bogotá crece al 2% anual en promedio durante los próximos diez años, Barranquilla debe crecer al 5,7% para alcanzarla en ese tiempo.

Nótese que la mayoría de las ciudades debe crecer más de 1 pp por encima de Bogotá de forma permanente durante los próximos cincuenta años para alcanzar su misma producción per cápita. Esta es una condición exigente, si se compara con las últimas cifras de actividad económica municipal reportadas por el DANE. Entre 2014 y 2015 la única de las trece ciudades mencionadas que logró crecer más de 1 pp en términos per cápita por encima de Bogotá fue Barranquilla. De las otras, solo Manizales y Pereira crecieron más que la capital, mientras que las diez restantes crecieron a un ritmo menor. De esta forma, es posible pensar que será poco probable observar en un futuro cercano ciudades con producciones per cápita similares a las de la capital, dada la magnitud de la brecha que presentan en la actualidad.

CUADRO 3. DIFERENCIALES DE CRECIMIENTO (PP) NECESARIOS PARA CONVERGER CON BOGOTÁ POR HORIZONTE DE TIEMPO DE LAS TRECE PRINCIPALES CIUDADES

CIUDAD	Años		
	10	20	50
Barranquilla	3,7	1,8	0,7
Bucaramanga	(0,5)	(0,3)	(0,1)
Cali	5,3	2,6	1
Cartagena	2,9	1,5	0,6
Cúcuta	8,4	4,1	1,6
Ibagué	7	3,4	1,4
Manizales	6	2,9	1,2
Medellín	2,8	1,4	0,5
Montería	10	4,9	1,9
Pasto	8,3	4,1	1,6
Pereira	5,8	2,9	1,1
Villavicencio	5,9	2,9	1,2

Fuente: DANE; cálculos de los autores.

6. CONCLUSIONES

En este capítulo se realizó un balance sobre los estudios de convergencia regional en el país, diferenciando el enfoque metodológico utilizado en los diversos trabajos. Luego se explicaron y aplicaron los cuatro enfoques para el caso colombiano, empleando cifras del ingreso departamental de los últimos veinte años.

Es interesante resaltar que, así como se observa en la literatura previa, los resultados de los ejercicios empíricos son mixtos. En este sentido, mientras que la aplicación de convergencia bajo el enfoque tipo beta puede arrojar un resultado, el estudio de la distribución puede generar una conclusión diferente; más aún, dentro del mismo método pueden observarse resultados que difícilmente son concluyentes, como es el caso de la convergencia sigma. Esta variedad en los métodos disponibles para estudiar la convergencia regional ha influenciado el debate académico, y a veces político, que se ha dado en el país en los últimos veinte años.

A pesar de lo anterior, en este capítulo resaltamos que los últimos métodos propuestos por la literatura, dadas las falencias de los métodos anteriores, suelen presentar un mayor consenso para el caso colombiano. En particular, los estudios que se enfocan en estimar la distribución regional de la riqueza y su evolución en el tiempo suelen afirmar que Colombia no es un caso de convergencia regional, al menos en términos económicos. Este resultado fue el mismo que presentamos en el ejercicio ilustrativo aquí realizado.

Para que haya convergencia en un futuro es necesario que las regiones rezagadas mantengan tasas de crecimiento superiores a las observadas en las regiones prósperas durante largos períodos. Como las diferencias actuales en la producción per cápita son tan altas, es poco probable que las regiones colombianas más rezagadas logren en un horizonte próximo producciones económicas cercanas a aquellas que se observan en las regiones prósperas.

REFERENCIAS

- Acevedo, S. (2003). “Convergencia y crecimiento económico en Colombia 1980-2000”, *Ecos de Economía*, vol. 7, núm. 17, pp. 51-78.
- Aguirre, K. (2005). “Convergencia en indicadores sociales en Colombia. Una aproximación desde los enfoques tradicional y no paramétrico”, *Desarrollo y Sociedad*, vol. 56.
- Ardila, L. (2004). “Gasto público y convergencia regional en Colombia”, *Revista ESPE*, vol. 45, pp. 222-268.

- Barón, J. (2002). “La inflación en las ciudades de Colombia: una evaluación de la paridad del poder adquisitivo”, *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, núm. 31, Banco de la República.
- Bernard, A.; Durlauf, S. (1995). “Convergence in international output”, *Journal of applied econometrics*, vol. 10, núm. 2, pp. 97-108.
- Bernard, A.; Durlauf, S. (1996). “Interpreting Tests of the Convergence Hypothesis”, *Journal of Econometrics*, vol. 71, núm. 1-2, pp. 161-173.
- Binder, M.; Pesaran, H. (1999). “Stochastic growth models and their econometric implications”, *Journal of Economic Growth*, vol. 4, núm. 2, pp. 139-183.
- Birchenall, J.; Murcia, G. (1997). “Convergencia regional: una revisión del caso colombiano”, Departamento Nacional de Planeación.
- Bonet, J.; Meisel, A. (1999). “La convergencia regional en Colombia: una visión de largo plazo, 1926-1995”, *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, núm. 8, Banco de la República.
- Bonet, J.; Meisel, A. (2006). “Polarización del ingreso per cápita departamental en Colombia, 1975-2000”, *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, núm. 76, Banco de la República.
- Branisa, B.; Cardozo, A. (2009a). “Regional Growth Convergence in Colombia using Social Indicators”, *Discussion papers*, núm. 195, Ibero America Institute for Economic Research.
- Branisa, B.; Cardozo, A. (2009b). “Revisiting the Regional Growth Convergence Debate in Colombia using Income Indicators”, *Discussion papers*, núm. 194, Ibero America Institute for Economic Research.
- Cárdenas, M.; Pontón, A.; Trujillo, J. (1993). “Convergencia y migraciones interdepartamentales en Colombia: 1950-1983”, *Coyuntura Económica*, vol. 23, núm. 1, pp. 111-137.
- Den Haan, W. (1995). “Convergence in stochastic growth models: The importance of understanding why income levels differ”, *Journal of Monetary Economics*, vol. 35, núm. 1, pp. 65-82.
- Durlauf, S.; Johnson, P. (1995). “Multiple regimes and cross-country growth behavior”, *Journal of applied econometrics*, vol. 10, núm. 4, pp. 365-384.
- Ertur, C.; Koch, W. (2007). “Growth, technological interdependence and spatial externalities: theory and evidence”, *Journal of applied econometrics*, vol. 22, núm. 6, pp. 1033-1062.
- Franco, L.; Raymond, J. (2009). “Convergencia económica regional: el caso de los departamentos colombianos”, *Ecos de Economía*, vol. 13, núm. 28.
- Galvis, L. (2002). “Integración regional de los mercados laborales en Colombia, 1984-2000”, *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, núm. 27, Banco de la República.

- Galvis, L. (2010). “Comportamiento de los salarios reales en Colombia: un análisis de convergencia condicional, 1984-2009”, *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, núm. 27, Banco de la República.
- Galvis, L.; Hahn, L. (2015). “Crecimiento municipal en Colombia: el papel de las externalidades espaciales, el capital humano y el capital físico”, *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, núm. 216, Banco de la República.
- Galvis, L.; Meisel, A. (2001). “El crecimiento económico de las ciudades colombianas y sus determinantes, 1973-1998”, *Coyuntura Económica*, vol. 31, núm. 1, pp. 69-90.
- Galvis, L.; Meisel, A. (2012). “Convergencia y trampas espaciales de pobreza en Colombia: evidencia reciente”, *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, núm. 177, Banco de la República.
- Gómez, C. (2006). “Convergencia regional en Colombia: un enfoque en los agregados monetarios y en el sector exportador”, *Ensayos sobre Economía Regional*, núm. 45.
- González, N. (2011). “¿Otra vez? Una sencilla visión de la convergencia económica en los departamentos de Colombia: 1975-2005”. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia.
- Jaramillo, C.; Romero, C.; Nupia, O. (2000). “Integración en el mercado laboral colombiano: 1945-1998”, *Borradores de Economía*, núm. 148, Banco de la República.
- Kocherlakota, N.; Yi, K. (1995). “Can convergence regressions distinguish between exogenous and endogenous growth models?”, *Economics Letters*, vol. 49, núm. 2, pp. 211-215.
- León, G.; Benavides, H. (2015). “Inversión pública en Colombia y sus efectos sobre el crecimiento y la convergencia departamentales”, *Dimensión Empresarial*, vol. 13, núm. 1, pp. 57-72.
- León, D.; Ríos, H. (2013). “Convergencia regional en el índice de desarrollo humano en Colombia”, *Equidad y Desarrollo*, vol. 20, pp. 105-141.
- Martínez, C. (2006). “Determinantes del PIB per cápita de los departamentos colombianos 1975-2003”, *Archivos de Economía*, núm. 318.
- Meisel, A.; Vega, M. (2004). “La estatura de los colombianos: un ensayo de antropometría histórica, 1910-2002”, *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, núm. 120, Banco de la República.
- Quah, D. (1993). “Galton’s Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis”, *The Scandinavian Journal of Economics*, pp. 427-443.
- Quah, D. (1996a). “Empirics for Economic Growth and Convergence”, *European Economic Review*, vol. 40, núm. 6, pp. 1353-1375.
- Quah, D. (1996b). “Twin Peaks: Growth and Convergence in Models of Distribution Dynamics”, *The Economic Journal*, pp. 1045-1055.

- Rocha, R.; Vivas, A. (1998). “Crecimiento regional en Colombia: ¿persiste la desigualdad?”, *Revista de Economía del Rosario*, vol. 1, pp. 67-108.
- Royuela, V.; García, G. (2015). “Economic and Social Convergence in Colombia”, *Regional Studies*, vol. 49, núm. 2, pp. 219-239.

ANEXO

A continuación, se describe el procedimiento para calcular el diferencial de tasas entre regiones convergentes. Sean P_0 y R_0 la producción inicial per cápita de la región pobre y rica respectivamente, donde $P_0 < R_0$. Después de n años, las producciones per cápita de las dos regiones serán:

$$\text{Región pobre: } P_0 (1 + p)^n$$

$$\text{Región rica: } R_0 (1 + r)^n$$

donde p y r representan las tasas de crecimiento anual promedio de cada una. Para que haya convergencia, ambos valores después de n años deben igualarse:

$$P_0 (1 + p)^n = R_0 (1 + r)^n$$

Aplicando logaritmo natural a ambos lados y despejando, se obtiene la siguiente relación:

$$\frac{1}{n} \ln \left(\frac{R_0}{P_0} \right) = \ln(1 + p) - \ln(1 + r)$$

Para llegar al diferencial de las tasas de crecimiento se utiliza la siguiente aproximación lineal:

$$\text{Cuando } x \approx 0 \rightarrow \ln(1 + x) \approx x$$

Utilizando dicha aproximación es posible reescribir la anterior ecuación como:

$$\frac{1}{n} \ln \left(\frac{R_0}{P_0} \right) = p - r$$

donde $p - r$ es la diferencia en la tasa de crecimiento entre la región pobre y rica necesaria para que ambas tengan la misma producción per cápita.

