

# Valoración de la influencia de la geografía en el desempeño económico de los municipios colombianos<sup>1</sup>

CAMILO RESTREPO ESTRADA<sup>2</sup>  
JHONNY MONCADA<sup>3</sup>  
JULIETH PARRA<sup>4</sup>

## RESUMEN

La geografía es uno de los factores que influye en el desarrollo de las naciones puesto que de ella dependen la disponibilidad de recursos naturales, la productividad agrícola, el acceso a los mercados y la distribución de la población, entre otros aspectos. En este artículo se pretende mostrar cómo las variables geográficas influyen en el desempeño económico de los municipios colombianos. Se encuentra que estas variables influyen en el crecimiento económico municipal e, incluso, son un importante determinante del nivel de actividad económica actual. Si bien estas no son las únicas que determinan el desarrollo económico, es necesario controlarlas a través de las políticas adecuadas.

- 1 El presente estudio es resultado del proyecto CODI de mediana cuantía. Acta CIC: 87 33 002-12. "Análisis de las disparidades regionales en Colombia desde la economía espacial, 1984-2009". Fecha de recepción: 8 de abril de 2015. Fecha de aceptación: 17 de abril de 2015. Para citar el artículo: Restrepo, C., Moncada, J. y Parra, J. (2015). Valoración de la influencia de la geografía en el desempeño económico de los municipios colombianos. *Revista Con-texto*, (43), pp. 131-155. DOI: <http://dx.doi.org/10.18601/01236458.n43.04>
- 2 Ingeniero Civil y M. Sc. en Ingeniería con énfasis en Ambiental. Docente-investigador de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia y estudiante doctoral de la Universidad de São Paulo. Correo electrónico: milosos@gmail.com; cerestrepo@usp.br
- 3 Economista, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: jhomome@gmail.com
- 4 Estudiante de Economía, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: julieth.parrah@gmail.com

**Palabras clave:** crecimiento, geografía económica, rugosidad, geografía física, geografía de segunda naturaleza.

**Clasificación JEL:** O4 Crecimiento Económico, R11 Actividad Económica Regional, R5 Análisis Regionales.

## HOW GEOGRAPHY INFLUENCES THE ECONOMIC PERFORMANCE AND DEVELOPMENT OF COLOMBIAN MUNICIPALITIES

### ABSTRACT

Geography is one of the factors that influences the development of nations. Natural resources availability, agricultural productivity, access to markets and population distribution, amongst other factors depend on the geographic distribution. This article aims to explain how geographic variables influence the economic performance and development of Colombian municipalities. It has been found that these variables have an effect on both municipalities' economic growth and the corresponding policies. Even though these factors are not the only ones that determine the economic development, it is necessary to keep them under control through the adequate policies.

**Keywords:** Growth, economic geography, roughness, physical geography, geography of second nature.

**JEL classification:** O4 Economic Growth and Aggregate Productivity, R11 Regional Economic Activity: Growth, Development, and Changes, R5 Regional Government Analysis.

### I. INTRODUCCIÓN

Colombia es un caso interesante y particular de la geografía mundial tanto por su desarrollo hacia su mercado doméstico, pese a tener una posición con inmejorables condiciones de acceso al mar, como por la heterogeneidad que presentan las variables geográficas al interior del país, las cuales han llevado a que sea un territorio fragmentado y con grandes brechas de ingreso entre regiones. Las disparidades que se presentan entre regiones, municipios e incluso entre zonas urbanas y rurales obedecen a múltiples factores, entre los cuales se pueden destacar las condiciones geográficas de cada lugar.

En la literatura económica se ha encontrado que factores como la productividad de la tierra, las condiciones de salubridad, la frecuencia e intensidad de desastres naturales, el clima, el acceso a los mercados y la misma distribución espacial de la población producen efectos importantes sobre la renta per cápita. Sin embargo, condiciones geográficas adversas no representan una condena para el desarrollo económico siempre que los gobiernos emprendan acciones de política para menguar sus efectos.

El objetivo de este artículo es establecer si existe evidencia para afirmar que la geografía física y humana impacta el crecimiento económico de los municipios colombianos en el periodo 2003-2010, empleando los ingresos totales per cápita y el consumo de electricidad como indicadores de la actividad económica municipal. Para ello, el artículo consta de cuatro partes, además de esta introducción: en la primera se muestran algunos hechos estilizados encontrados en la literatura sobre la relación entre geografía y desempeño económico, así como la evidencia encontrada para América Latina y Colombia; posteriormente, se presentan la metodología, las variables empleadas y algunas estadísticas descriptivas; enseguida se muestran los resultados y, por último, se presentan algunas conclusiones.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. Hechos estilizados

Hay dos regularidades empíricas sobre la relación entre geografía física y desarrollo económico. La primera es que casi todos los países tropicales son pobres en comparación con aquellos de clima templado; la segunda es que las economías costeras tienen, por lo general, mejor desempeño económico que aquellas que no tienen acceso al mar (Gallup, Sachs y Mellinger, 1998).

La literatura reconoce varios canales directos a través de los cuales las variables geográficas generan un impacto en la actividad económica; los más estudiados han sido la productividad de la tierra y del trabajo, la carga de enfermedad, la distancia a los mercados, el acceso al mar y la frecuencia e intensidad de los desastres naturales. Así, se ha reconocido que el clima y la distancia al Ecuador han sido determinantes de la productividad agrícola pues esta última es menor en las zonas tropicales debido a que los suelos son más frágiles, tienen bajos en nutrientes, presentan una rápida descomposición de la materia orgánica y tienen poca capacidad de absorción de fertilizantes; esto implica una gran inversión para los agricultores, quienes también deben sortear los problemas relacionados con la irregularidad e intensidad de las precipitaciones y otros factores asociados con la disponibilidad del agua y su control. Lo anterior es también evidencia de que la rentabilidad de la inversión en agricultura es menor en los trópicos (Gallup y Sachs, 2000; Sachs, 2001; Gallup, Gaviria y Lora, 2003).

Asimismo, el clima tiene un efecto perjudicial sobre la productividad laboral en los trópicos, pues las elevadas temperaturas hacen que las personas requieran más descanso para disipar calor y estar en mejores condiciones fisiológicas; además, los climas cálidos propician que la propagación de enfermedades infecciosas sea más rápida y que haya mayor inmunización a medidas preventivas (Landes, 1998). Estas características climáticas interactúan con factores como la baja nutrición, el analfabetismo, la ausencia de cuidados médicos y de condiciones adecuadas de sanidad y otras consecuencias de la pobreza, agravando el problema de la carga de enfermedad de las economías tropicales. Sachs

(2001) aporta evidencia empírica sobre la dependencia ecológica de las condiciones de salud, encontrando que los indicadores de salud tienden a variar con las zonas climáticas: la mortalidad infantil es un 52 % inferior en áreas templadas que en no templadas, mientras la esperanza de vida en zonas tropicales es un 8 % inferior, luego de controlar por el PIB per cápita.

Si bien la geografía ha sido importante en la formación de las grandes brechas regionales actuales, hay factores que han ayudado a amplificarlas; uno de ellos tiene que ver con las tecnologías relacionadas con la producción, la agricultura, la salud pública, entre otras, que tienden a ser ecológicamente específicas y de difícil difusión entre zonas, lo que ha permitido que los países de zona templada se beneficien no solo de mayores avances tecnológicos y elevadas tasas de innovación, sino también de mayores tasas de difusión, facilitadas por estar en la misma zona climática. De esta manera, se ha dado una tendencia a la convergencia entre las economías de Primer Mundo y a la divergencia entre economías de una y otra zona, con un significativo rezago tecnológico para las regiones tropicales (Sachs, 2001).

La vulnerabilidad a los desastres naturales es otra variable que permite reconocer los potenciales efectos negativos de la geografía física; no obstante, esta no solo depende de la ubicación geográfica de las poblaciones sino también de factores socioeconómicos que pueden llegar a magnificar el poder destructivo de dichos eventos. Algunos de estos factores son los patrones de asentamiento (que, a su vez, dependieron de las condiciones geográficas iniciales), mala calidad de las viviendas, degradación ambiental, políticas insuficientes para la prevención de riesgos, el tipo de actividades económicas, entre otros (Gallup, Gaviria y Lora, 2003).

Por otro lado, la localización es también un importante determinante de las diferencias de ingreso, siendo la mayor distancia a los mercados y de salida al mar, dos hechos que incrementan los costos de transporte y que dificultan la inserción de los países en los mercados internacionales, y que implican menores niveles de comercio y, por tanto, menores tasas de crecimiento económico. En general, los países más exitosos desde 1965 han implementado políticas de desarrollo enfocadas en el crecimiento de las exportaciones de manufacturas intensivas en mano de obra y, casi siempre, ubicadas en ciudades portuarias o cerca de ellas (Gallup, Sachs y Mellinger, 1998).

## 2. El caso de América Latina

América Latina es un caso particular de la geografía mundial, pues posee un gran eje Norte-Sur con menores ventajas dada la presencia de múltiples zonas ecológicas, principalmente tropicales, en contraste con Norteamérica y Eurasia, cuya localización fue favorecida por un extenso eje Este-Oeste situado en una zona templada (Gallup, Sachs y Mellinger, 1998). De Norte a Sur Latinoamérica pasa de tener tierras con un clima árido o templado y con la singular característica de limitar con el gran mercado estadounidense, a las tierras altas y tropicales de América Central y la zona Andina, junto con las tierras

bajas de las costas Atlántica y Pacífica que son, en su mayoría, tropicales, pasando por la deshabitada zona de la Amazonía hasta llegar al cono sur, donde se encuentran tanto tierras altas y secas como tierras templadas (Gallup, Gaviria y Lora, 2003).

Esta diversidad ecológica va acompañada de disímiles resultados en cuanto a desempeño económico, pues mientras las tierras altas y secas del Sur y la frontera mexicana son las regiones más prósperas en cuanto a PIB per cápita, las tierras altas tropicales y las tierras bajas de las costas Pacífica y Atlántica son las más desfavorecidas. También las condiciones de salud parecen variar con el clima, pues mientras en los extremos Norte y Sur las tasas de mortalidad son más bajas y la esperanza de vida más alta, en las zonas tropicales tienden a empeorar ambos indicadores (Gallup, Gaviria y Lora, 2003).

Estas diferencias en desempeño económico son más dramáticas al interior de los países, siendo la geografía física, en la mayoría de los casos, un importante determinante del surgimiento de estas brechas. En México, por ejemplo, los estados del Norte son más ricos en comparación con los estados tropicales del Sur, con excepción del Distrito Federal que es el centro administrativo y financiero, y de Campeche, que concentra una gran parte de la producción petrolera del país, el Norte alberga una elevada proporción de la industria, la agricultura y los flujos comerciales, debido en gran parte a las condiciones climatológicas y al fácil acceso a la economía norteamericana. Se estima que algunos factores asociados con el clima y la vegetación son significativos en la determinación del ingreso per cápita estatal de México, mientras que el acceso a los mercados parece no ser una característica importante en la existencia de las brechas regionales del país; adicionalmente, se observa que la geografía natural, junto con el nivel inicial de renta, pueden explicar una alta proporción de la variación de las tasas de crecimiento de los estados mexicanos y que, de no ser por variables como el clima o la vegetación, la tasa de convergencia de estas regiones habría sido más rápida (Esquivel, 2000).

Los trabajos realizados por Escobal y Torero (2000) y Azzoni *et al.* (2000) emplean paneles de hogares para evaluar la importancia de las variables geográficas en el desempeño económico y las disparidades regionales de Perú y Brasil respectivamente. Para Perú se observa que no es claro el impacto de la geografía sobre las brechas de ingreso entre las regiones del país, más bien parece haber un efecto indirecto a través de la desigual distribución de las dotaciones de infraestructura y de activos privados; sin embargo, sí parece haber un efecto de escala, pues las regiones con mayor gasto per cápita son aquellas en las que hay mayor aglomeración. Por su parte, las estimaciones realizadas para Brasil muestran que las variables geográficas tienden a perder significancia a medida que se controlan por variables como capital humano o infraestructura, que son los principales determinantes de las diferencias en las tasas de crecimiento en este país; no obstante, la latitud no pierde su significancia e indica que a medida que se incrementa la distancia de la línea del Ecuador se incrementa la renta per cápita, hecho que es consistente con el patrón de desarrollo regional en Brasil, donde son los estados del Sureste los que tradicionalmente han tenido los más altos niveles de vida frente a los estados rezagados del Norte y el Noreste.

### 3. Geografía y el caso de Colombia

Colombia ha sido una nación tradicionalmente fragmentada como consecuencia de las grandes barreras geográficas que han obstaculizado el comercio interregional y las migraciones, profundizando la formación de mercados alrededor de las cuatro ciudades principales, lo cual ha impedido que interactúen las fuerzas de la convergencia regional. Por ello, algunos autores han tratado de determinar cuánto ha influido la geografía en la aparición y persistencia de las desigualdades regionales; entre ellos se destaca el trabajo de Sánchez y Núñez (2000), donde encuentran que la cercanía a los mercados domésticos, las precipitaciones, la calidad del suelo y otros factores geográficos explican entre el 36 y el 47 % de la variación en la renta municipal en Colombia, y entre el 35 y el 40 % de las variaciones en su crecimiento entre 1973 y 1995. Lo anterior podría estar indicando que la geografía, al ser un importante factor explicativo de la renta y su crecimiento, está ayudando a perpetuar las inequidades regionales, pero los autores también encuentran que hay evidencia que indica que ha habido convergencia no condicionada entre los municipios colombianos.

Por otro lado, la renta de los municipios pobres tiene una mayor dependencia de las características geográficas al ser, en general, lugares más pequeños y rurales (Sánchez y Núñez, 2000); para estos municipios, la dotación de recursos naturales y el clima son factores trascendentales para poder incrementar la productividad agrícola. Al respecto, Galvis (2001) estima que el 80 % de la variabilidad de la productividad agrícola se explica por variables como precipitación, altitud y humedad del suelo, disponibilidad de tierras para el uso agrícola, entre otras.

Vale la pena destacar que hay otros enfoques que sugieren que entre la geografía y el desempeño económico hay una relación más indirecta, situándola como un determinante de la formación de instituciones sin un impacto directo sobre el crecimiento económico; en palabras de Gallup, Gaviria y Lora (2003), los niveles de ingresos presentes pueden estar afectados por procesos históricos que dependen de la geografía, pero el crecimiento económico futuro es independiente de la geografía física. En ese sentido, el trabajo de Rosas y Mendoza (2004) destaca que el efecto de varias variables geográficas (con excepción de la distancia a los mercados, la inclinación del terreno y variables asociadas con la aglomeración) sobre la renta municipal per cápita no es significativo cuando se controla por la calidad de las instituciones, lo que sugiere que han tenido más un impacto directo sobre la calidad institucional que sobre el ingreso.

### III. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

A continuación se muestra el cálculo de algunas estadísticas descriptivas y de concentración<sup>5</sup>, para las cuales se emplearon las variables densidad poblacional, población

5 Se calculan el coeficiente de Gini y de desigualdad de Theil para medir el nivel de concentración que tiene cada una de las variables en el territorio nacional. Además, se elabora la descomposición intra-inter

municipal, consumo de electricidad per cápita e ingresos tributarios per cápita (ITP). Se realizan dos ejercicios: en el primero se divide la muestra de municipios según su acceso al mar y, en el segundo, según su altitud. Ello debido a que, como se mencionó en la primera sección de la revisión de la literatura, hay dos hechos estilizados en la relación entre geografía física y desempeño económico de largo plazo: uno hace referencia a que las economías ubicadas en climas templados son mucho más prósperas y el otro a que son las zonas con fácil acceso al mar.

### 1. Zonas costeras vs. interior

La tabla 1 muestra las estadísticas para los municipios costeros en contraste con los del interior. Se destaca que no han ocurrido cambios sustanciales en el comportamiento de cada una de las variables entre 2003 y 2010. De esta forma, la única variable que ha aumentado su peso relativo en la costa ha sido la población, aunque este cambio no supera el 0.3 % del total nacional, de lo cual se puede concluir que no existe una clara tendencia en el crecimiento municipal.

La distribución en términos promedio tiene algunos aspectos a resaltar, aunque hay que tener en cuenta que el elevado nivel de cambio de cada una de las variables le quita, en algunos casos, poder explicativo<sup>6</sup>. En primer lugar, es evidente que los municipios costeros se encuentran más densamente poblados que los del interior, pues su media poblacional es relativamente más alta en comparación con el promedio del país. En segundo lugar, la distribución promedio de las variables consumo de electricidad per cápita e ingresos tributarios per cápita son muy similares entre años y categorías, lo que indica que si bien son variables que miden diferentes aspectos de la actividad económica, tienen un comportamiento similar en cuanto al nivel de riqueza por habitante se refiere. En tercer lugar, a diferencia de las variables de población, la actividad económica se ubica principalmente en el interior del país; además, mientras la costa ha perdido representatividad al pasar los años, su contraparte se mantiene en los mismos niveles para ambos años<sup>7</sup>.

Muy pocos municipios concentran las grandes aglomeraciones de personas pues, según el coeficiente de Gini, la población está más concentrada que la actividad económica; la densidad poblacional, en particular, está altamente concentrada en las zonas costeras. Es importante tener en cuenta que las variables ingresos tributarios y consumo de electricidad, que en este trabajo se toman como proxy del nivel de actividad económica, están recogiendo características diferentes en cuanto a la medición de la riqueza; no obstante, su nivel de concentración en términos per cápita es muy similar, por lo que es posible esperar cierto tipo de similitud en los resultados econométricos propuestos más adelante.

del segundo coeficiente para medir el nivel de desigualdad u homogeneidad entre los grupos elegidos, los cuales son en este caso: diferencias costa-interior y cuatro niveles de altitud.

6 Esto se puede ver en la tabla a través del coeficiente de variación (Cv).

7 También es relevante notar que el nivel de representatividad de las medias es muchísimo más fuerte en las variables consumo de electricidad per cápita e ingresos tributarios per cápita que las correspondientes a población.

TABLA 1. CONCENTRACIÓN POBLACIONAL Y ECONÓMICA EN EL INTERIOR, COLOMBIA (2003 Y 2010)

	Zona	Densidad poblacional (Pob/Área Mun)		Población		Consumo electricidad per cápita (kwh/año y Pob)		IT <sub>p</sub> (IT/Pob)	
		2003	2010	2003	2010	2003	2010	2003	2010
Totales	Costa	10.375,96	11.036,44	4.139.720	4.617.671	1.250,44	1.707,78	15.234,58	27.293,55
	Interior	134.253,80	145.538,10	37.089.192	40.194.117	32.800,19	45.120,82	492.928,60	898.770,00
	Colombia	144.629,80	156.574,50	41.228.912	44.811.788	34.050,63	46.828,61	508.163,20	926.063,60
Porcentaje sobre el total	Costa	7,17	7,05	10,04	10,30	3,67	3,65	3,00	2,95
	Interior	92,83	92,95	89,96	89,70	96,33	96,35	97,00	97,05
Media municipal	Costa	259,40	275,91	103.493,00	115.441,80	31,26	40,66	461,65	827,08
	(Cv)	4,21	4,15	2,19	2,10	0,97	0,92	1,08	1,18
	Interior	135,34	146,71	37.388,30	40.518,26	33,20	45,44	542,87	989,83
	(Cv)	4,34	4,50	6,30	6,44	1,95	1,83	1,23	1,30
	Colombia	140,15	151,72	39.950,50	43.422,28	33,12	45,25	540,02	984,13
	(Cv)	4,39	4,52	5,90	6,00	1,92	1,81	1,23	1,30
Colombia = 100 (porcentaje)	Costa	185,09	181,86	259,05	265,86	94,38	89,87	85,49	84,04
	Interior	96,57	96,70	93,59	93,31	100,23	100,43	100,53	100,58
Gini	Costa	0,87	0,86	0,73	0,72	0,47	0,45	0,50	0,49
	Interior	0,73	0,75	0,71	0,73	0,50	0,49	0,50	0,48
	Colombia	0,74	0,76	0,72	0,74	0,50	0,49	0,50	0,48
Theil	Costa	2,21	2,17	1,15	1,10	0,38	0,34	0,44	0,46
	Interior	1,55	1,62	1,71	1,77	0,58	0,56	0,47	0,46
	Colombia	1,61	1,67	1,69	1,74	0,57	0,56	0,47	0,46



El coeficiente de Theil presenta resultados similares a los expuestos previamente; la principal diferencia radica en el comportamiento que presentan las clases costa e interior de cada una de las variables. Al realizar la descomposición de este coeficiente (tabla 2) se verifica la alta desigualdad costa-interior para las dos variables de población y un comportamiento similar entre las dos variables de actividad económica.

TABLA 2. DESCOMPOSICIÓN DEL ÍNDICE THEIL. AGRUPACIÓN COSTA-INTERIOR (2003 Y 2010)

Componente	Densidad poblacional (Pob/Área Mun)		Población		Consumo electricidad per cápita (kwh/año y Pob)		ITp (IT/Pob)	
	2003	2010	2003	2010	2003	2010	2003	2010
Dentro de los grupos	1,60	1,66	1,66	1,70	0,57	0,56	0,46	0,46
Porcentaje	99,27	99,35	97,88	97,77	99,99	99,96	99,91	99,89
Entre grupos	0,01	0,01	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Porcentaje	0,73	0,65	2,12	2,23	0,01	0,04	0,09	0,11
Total	1,61	1,67	1,69	1,74	0,57	0,56	0,47	0,46
Porcentaje	100	100	100	100	100	100	100	100

## 2. Clasificación según zona altimétrica

En la tabla 3 se reproduce el ejercicio para la siguiente clasificación según pisos térmicos: macrotérmico (0 m-1000 m), subtropical (1000 m-1500 m), templado (1500 m-3000 m) y frío o páramo (mayor a 3000 m). Los resultados indican que, al igual que en la división anterior, no hay cambios significativos en la distribución de cada una de las variables en el tiempo. Es claro que los recursos y la población se concentran en zonas macrotérmicas y, sobre todo, en las templadas; ello solo es muestra del resultado del proceso histórico que ha llevado a que la población se concentre en zonas relativamente altas en busca de mejores condiciones de vida. Los municipios con altura superior a 3000 m presentan una situación muy particular, y es que su participación en todas las variables se encuentra entre el 2 % y el 6 %, con excepción de la población que llega a valores cercanos al 20 %. Sin duda ello refleja que las variables per cápita parecen estar distribuidas de forma más uniforme y que Bogotá, al pertenecer a esta categoría altimétrica, es un foco de atracción de población. Es importante destacar que las zonas de más baja altitud presentan una alta concentración del consumo de electricidad per cápita en contraste con la presentada con los ingresos tributarios per cápita que se concentran más en las zonas de altitud entre 1500 y 3000 m.

TABLA 3. CONCENTRACIÓN POBLACIONAL Y ECONÓMICA SEGÚN ZONA ALTIMÉTRICA, COLOMBIA (2003 Y 2010)

	Zona altimétrica	Densidad poblacional (Pob/Área Mun)		Población		Consumo electricidad per cápita (kwh/año y Pob)		ITp (IT/Pob)	
		2003	2010	2003	2010	2003	2010	2003	2010
Totales	Alt(0-1000)	38.774,97	42.489,29	13.589.147	14.959.853	13.419,43	17.720,39	145.516,80	293.175,40
	Alt(1000-1500)	21.152,49	21.787,51	4.707.033	4.916.896	5.819,22	6.551,82	89.878,14	153.493,30
	Alt(1500-3000)	75.920,07	82.972,72	14.281.120	15.402.894	12.865,91	19.821,27	238.089,90	423.253,70
	Alt(>3000)	7.480,34	7.983,17	7.564.445	8.349.806	921,21	1.267,61	20.087,29	31.204,54
	Colombia	143.327,90	155.232,70	40.141.745	43.629.449	33.025,77	45.361,09	493.572,10	901.127,00
Porcentaje sobre el total	Alt(0-1000)	27,05	27,37	33,85	34,29	40,63	39,07	29,48	32,53
	Alt(1000-1500)	14,76	14,04	11,73	11,27	17,62	14,44	18,21	17,03
	Alt(1500-3000)	52,97	53,45	35,58	35,30	38,96	43,70	48,24	46,97
	Alt(>3000)	5,22	5,14	18,84	19,14	2,79	2,79	4,07	3,46
Media municipal	Alt(0-1000)	114,38	125,34	40.085,98	44.129,36	39,59	51,97	505,27	1.017,97
	(Cv)	4,57	4,76	2,37	2,37	2,28	1,28	1,24	1,51
	Alt(1000-1500)	130,57	134,49	29.055,76	30.351,21	36,60	41,21	583,62	996,71
	(Cv)	2,86	2,87	2,20	2,23	1,55	1,05	1,06	0,88
	Alt(1500-3000)	181,19	198,03	34.083,82	36.761,08	30,78	47,42	586,43	1.042,50
	(Cv)	4,32	4,40	4,50	4,53	1,45	2,31	1,25	1,23
	Alt(>3000)	178,10	190,08	180.105,80	198.804,90	21,93	30,18	489,93	761,09
	(Cv)	3,56	3,71	5,67	5,71	0,90	0,94	1,15	1,16
	Colombia	148,99	161,36	41.727,39	45.352,86	34,47	47,25	555,20	1.013,64
(Cv)	4,27	4,39	5,84	5,95	1,91	1,79	1,21	1,28	

	Zona altimétrica	Densidad poblacional (Pob/Área Mun)		Población		Consumo electricidad per cápita (kwh/año y Pob)		ITp (IT/Pob)	
		2003	2010	2003	2010	2003	2010	2003	2010
Colombia = 100 (porcentaje)	Alt(0-1000)	76,8	77,7	96,1	97,3	114,8	110,0	91,0	100,4
	Alt(1000-1500)	87,6	83,3	69,6	66,9	106,2	87,2	105,1	98,3
	Alt(1500-3000)	121,6	122,7	81,7	81,1	89,3	100,4	105,6	102,8
	Alt(>3000)	119,5	117,8	431,6	438,4	63,6	63,9	88,2	75,1
Gini	Alt(0-1000)	0,75	0,75	0,61	0,63	0,49	0,41	0,51	0,53
	Alt(1000-1500)	0,74	0,76	0,74	0,75	0,47	0,41	0,41	0,39
	Alt(1500-3000)	0,74	0,76	0,74	0,75	0,51	0,56	0,52	0,47
	Alt(>3000)	0,77	0,78	0,94	0,94	0,40	0,40	0,47	0,45
Theil	Alt(0-1000)	1,66	1,72	0,91	0,93	0,63	0,37	0,48	0,57
	Alt(1000-1500)	1,15	1,16	0,94	0,97	0,49	0,33	0,32	0,27
	Alt(1500-3000)	1,60	1,67	1,61	1,65	0,52	0,78	0,49	0,43
	Alt(>3000)	1,64	1,73	3,06	3,10	0,29	0,29	0,42	0,39

Cuando se evalúa el nivel de desigualdad empleando tanto el coeficiente de Gini como el de Theil, se encuentra una distribución más homogénea de las variables de actividad económica que de las poblacionales para todos los pisos térmicos. Se observa, además, que la desigualdad de las variables de población crece con la altitud, contrario a lo que ocurre con los ingresos tributarios per cápita y con el consumo de electricidad per cápita. En la tabla 4 se presentan los resultados de la descomposición del índice de Theil; en comparación con lo encontrado en la tabla 2, el componente de desigualdad entre los grupos tiene valores mucho más altos, indicando que la mayor partición de la muestra hace más evidente las disparidades entre los grupos; no obstante, se mantiene la tendencia donde la variable población es la que mayor desigualdad presenta.

TABLA 4. DESCOMPOSICIÓN DEL ÍNDICE THEIL. AGRUPACIÓN POR ZONAS ALTIMÉTRICAS (2003 Y 2010)

Componente	Densidad poblacional (Pob/Área Mun)		Población		Consumo electricidad per cápita (kwh/año y Pob)		ITp (IT/Pob)	
	2003	2010	2003	2010	2003	2010	2003	2010
Dentro de los grupos	1,55	1,62	1,57	1,60	0,55	0,54	0,46	0,44
Porcentaje	98,60	98,59	91,39	91,24	98,23	98,83	99,43	99,60
Entre grupos	0,02	0,02	0,15	0,15	0,01	0,01	0,00	0,00
Porcentaje	1,40	1,41	8,61	8,76	1,77	1,17	0,57	0,40
Total	1,58	1,64	1,71	1,76	0,56	0,55	0,46	0,45
Porcentaje	100	100	100	100	100	100	100	100

#### IV. METODOLOGÍA<sup>8</sup>

En este trabajo se evalúa la relación entre geografía y crecimiento empleando la tradicional ecuación de convergencia. Según la hipótesis de convergencia absoluta, las economías crecerán más deprisa mientras más pobres sean o, dicho de otra manera, mientras más alejadas estén del estado estacionario. No obstante, las economías no son homogéneas en su conjunto, es decir, existen ciertas condiciones iniciales que hacen que las economías no lleguen al mismo estado estacionario; esto es lo que se conoce como convergencia condicional, la cual predice que un valor inicial de renta per cápita real menor tiende a generar una tasa de crecimiento mayor, controlado por los factores determinantes del estado estacionario<sup>9</sup>. Lo anterior indica que es posible que se encuentre convergencia condicional entre economías que divergen en sentido absoluto y que no necesariamente las economías "pobres" alcanzan el nivel de riqueza de las más prósperas.

Existen dos formas básicas de aplicar el concepto en análisis de crecimiento económico entre regiones: la primera es la convergencia, que tiene que ver con la disminución de la dispersión de corte transversal y se mide mediante la disminución de la desviación típica del logaritmo de la renta o la producción per cápita de un grupo de regiones; la segunda se llama convergencia  $\beta$ , o regresión hacia la media, y trata de contrastar la convergencia condicional, donde los pobres crecen más rápido que los ricos, en economías particularmente similares<sup>10</sup>. La forma de contrastar la convergencia  $\beta$  parte de la

8 Esta sección está basada en Barro *et al.* (2009).

9 Estos factores son, en el modelo básico, la tasa de ahorro de la economía, la tecnología, el nivel de la función de producción, la tasa de depreciación del *stock* de infraestructura y equipos, y la tasa de crecimiento de la población.

10 Este trabajo se concentrará principalmente en la primera dado que se trata de contrastar el crecimiento y la geografía física y humana.

ecuación (1) que relaciona la tasa de crecimiento de la renta per cápita en la economía  $i$  entre dos puntos del tiempo con el nivel inicial de renta, donde además se incluye una variable aleatoria que recoge los cambios inesperados en las condiciones de producción o en las preferencias:

$$\log\left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}}\right) = a_i - (1 - \epsilon^{-\beta}) \log(y_{i,t-1}) + u_{it} \tag{1}$$

Donde el subíndice  $t$  representa el año y el subíndice  $i$  representa la región. Teóricamente se infiere que el término independiente (2) es igual a:

$$x_i + (1 - \epsilon^{-\beta}) [\log(\hat{y}_i^*) + x_i - (t-1)] \tag{2}$$

Donde  $\hat{y}_i^*$  representa el nivel de estado estacionario de  $\hat{y}_i$  y  $x_i$  es la tasa de progreso tecnológico. Se supone que la variable aleatoria tiene media cero y varianza  $\sigma_{u_{it}}^2$  y su distribución es independiente de  $\log(y_{i,t-1})$ , para  $u_{it}, j \neq i$  y perturbaciones retardadas. Esta especificación tiene en cuenta las posibles diferencias tecnológicas y los valores de estados estacionarios que pueden tener las economías.

Puesto que se quiere evaluar el crecimiento económico de los municipios diferenciándolos por sus condiciones iniciales en cuanto a geografía, condiciones de vida e instituciones, es necesario emplear una representación que recurre a la regresión múltiple. Así, la tasa de crecimiento como variable dependiente es regresada con el nivel inicial de la renta y demás variables explicativas que se cree determinan el estado estacionario. Formalmente, el análisis de la existencia de convergencia condicional se hace por medio de la siguiente ecuación:

$$\gamma_{(i,t-1,t)} = a - b \log(y_{(i,t-1)}) + \varphi X_{(i,t-1)} + w_{it} \tag{3}$$

Donde  $\gamma_{i,t-1,t} = \left(\frac{1}{1-\epsilon}\right) \log\left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}}\right)$ , es decir, la tasa de crecimiento anual de la economía  $i$  entre los periodos  $t-1$  y  $t$ ,  $b = (1 - \epsilon^{-\beta})$ , de donde se toma la velocidad de convergencia  $\beta$ ,  $w_{it}$  es el *shock* estocástico que recoge las perturbaciones transitorios de la función de producción, tasa de ahorro, etc., y  $X_{(i,t-1)}$  es un vector de variables que determinan la posición de estado estacionario de la economía. Esta especificación tiene la ventaja de corregir problemas respecto a la posible correlación entre el error y la variable explicativa  $\log(y_{(i,t-1)})$ , lo que acarrearía problemas de variable omitida. En este trabajo se estima la ecuación (3), donde se pone especial atención al comportamiento de la tasa

de crecimiento con respecto a variables de geografía de primera y segunda naturaleza, con el fin de estudiar su impacto sobre la variable dependiente.

## V. VARIABLES

Se emplean las variables rugosidad, altura promedio, temperatura promedio y pendiente como indicadores de las condiciones geográficas de cada municipio; se incluye además la distancia a Bogotá, que es una variable de geografía humana y se controla por otras variables como escolaridad, Índice de Años Potenciales de Vida Perdidos (IAPVP), mortalidad infantil, necesidades básicas insatisfechas (NBI), participación de las transferencias en los ingresos totales municipales y promedio del porcentaje de ingresos por transferencias. A continuación se describe la metodología empleada para la construcción de la variable rugosidad, que poco se ha empleado en estudios económicos. La metodología y la fuente utilizada para las demás variables se encuentran en el Anexo 1.

### 1. Rugosidad

La rugosidad, de manera genérica, puede ser definida como una medida de la irregularidad o accidentalidad del terreno (Goerlich y Cantarino, 2010). El índice de rugosidad es un indicador de la morfología del terreno que es independiente de la altitud; puede ser alto en lugares de baja altitud pero montañosos o con topografía irregular, y puede ser pequeño en lugares con gran altitud pero relativamente planos o con una topografía uniforme.

En la literatura se menciona que una medida ideal para la rugosidad debería incorporar la variabilidad en el aspecto y el gradiente de la pendiente. Basados en el método de cálculo geomorfológico de la rugosidad propuesto por Hobson en 1972, Sappington, Longshore y Thompson (2007) proponen el cálculo del vector de medida de la rugosidad (VRM, por sus siglas en inglés) que incorpora la heterogeneidad de la pendiente y el aspecto. Esta medida de rugosidad usa un vector de dispersión ortogonal a la cara plana en el terreno.

Para calcular el vector de medida de rugosidad primero se toman los vectores unitarios ortogonales a cada celda del modelo digital del elevación (MDE) y se descomponen en sus coordenadas y usando operaciones trigonométricas, la pendiente y el aspecto de la celda, tal como lo indican las ecuaciones 4-7.

$$z = 1 * \cos(\alpha) \quad (4)$$

$$xy = 1 * \sin(\alpha) \quad (5)$$

$$x = xy * \sin(\beta) \quad (6)$$

$$y = xy * \cos(\beta) \quad (7)$$

Donde es la pendiente y el aspecto de la celda. De esta manera, el indicador de rugosidad será:

$$|r| = \sqrt{(\sum x)^2 + (\sum y)^2 + (\sum z)^2} \quad (8)$$

$$\text{rugosidad} = 1 - \frac{|r|}{n} \quad (9)$$

Donde es el número de celdas en la vecindad y cuyo resultado es un vector que varía entre (lugar plano) y (lugar rugoso).

Los datos para el cálculo de este indicador se descargaron del proyecto ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) GDEM (Global Digital Elevation Model) (1,5 segundos de arco de resolución)<sup>11</sup>, el cual es un proyecto conjunto entre el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI, por sus siglas en inglés) y la agencia para la Administración Aeronáutica y del Espacio de Estados Unidos (NASA). Estos datos fueron reunidos usando imágenes estereoscópicas provenientes de satélite.

Para descargar los datos de altitud en celdas de 90 m × 90 m se empleó una extensión para Google Earth<sup>12</sup> que se puede descargar de la página del CGIAR-CSI. SRTM data V1, 2004, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT)<sup>13</sup>.

Para la construcción del mapa de rugosidad se utilizó una herramienta creada en lenguaje Python<sup>14</sup>, la cual fue ejecutada usando Arcgis 9.3.

## VI. RESULTADOS

En la tabla 5 se presentan los resultados de las regresiones de crecimiento, empleando como indicador de actividad económica el consumo de electricidad per cápita (columnas 1 y 2) y los ingresos tributarios per cápita (columnas 3 y 4). Primero se realiza una regresión utilizando solo las variables de geografía como variables independientes y luego se presentan los resultados cuando se controla, además, por variables de capital humano, condiciones socioeconómicas, instituciones e infraestructura; se estimaron varios modelos empleando errores estándar robustos y se presentaron los que tuvieron mejor ajuste empleando el R<sup>2</sup> y el AIC como criterios. Las estimaciones indican que la geografía física influye en el crecimiento económico de los municipios colombianos, si

11 Disponible en <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>

12 Disponible en <http://www.google.com/intl/es/earth/index.html>

13 Disponible en CGIAR-CSI SRTM 90 m Database: <http://srtm.csi.cgiar.org> and <http://www.ambiotek.com/topoview/<BR>>

14 Disponible en <http://arcscrips.esri.com/details.asp?dbid=15423>

bien cuando solo se emplean variables geográficas el coeficiente de determinación es bajo es un hecho destacable, más cuando la literatura reciente sobre determinantes del desempeño económico de largo plazo plantea que las condiciones geográficas o dotaciones iniciales representan una ventaja o favorecen cierto tipo de instituciones, pero en el largo plazo no son determinantes para el crecimiento económico (Easterly y Levine, 2002; Acemoglu, Johnson y Robinson, 2000).

Los resultados indican que los municipios con mayor temperatura tienen menor tasa de crecimiento del consumo de electricidad per cápita y hay una relación cuadrática entre las dos variables, la cual siendo positiva indica que la influencia de la temperatura es cada vez mayor a medida que aumenta. La población total municipal y su crecimiento afectaron negativamente dicha tasa de crecimiento mientras que la distancia a Bogotá la influyó positivamente, no siendo lo mismo con respecto a los trece principales centros económicos del país, mostrando que estar relativamente alejado de los mercados tiene un efecto negativo en el crecimiento. En cuanto a las variables rugosidad y municipio con acceso directo a costa se observa una relación negativa, lo que se esperaba ya que la rugosidad es una variable representativa de la dificultad de acceso y posibilidad de asentamiento de la población, lo que conlleva efectos negativos para el crecimiento; además desde la tabla 1 puede verse cómo la participación de la costa en el consumo de electricidad per cápita ha disminuido entre 2003 y 2010. Por otro lado, la *dummy* que indica si un municipio tiene acceso a costas, rugosidad, porcentaje de población en la cabecera municipal y mínima distancia a los trece principales municipios deja de ser significativa cuando en la regresión se controla por los otros determinantes del crecimiento. Considerando solamente variables geográficas, estas logran explicar el 18 % de los cambios en la tasa de crecimiento del consumo de electricidad, al incluir otras variables socioeconómicas e institucionales dicho porcentaje pasa al 30 % siendo aún muy baja la capacidad explicativa del modelo.

En cuanto a las variables de capital humano, mayor asistencia escolar entre 5 y 16 años generó menor crecimiento del consumo de electricidad, lo cual puede deberse a que esta población no impacta en el corto plazo el crecimiento; por el contrario, un incremento del 1 % en la escolaridad del municipio (secundaria o más) mejora la tasa de crecimiento en 0.12 %. Las variables de condiciones socioeconómicas presentan un comportamiento esperado: los municipios con mayor número de unidades de comercio per cápita presentaron mayor crecimiento mientras que aquellos donde la participación de las transferencias es mayor mostraron menor crecimiento, evidenciando dificultades para generar recursos; se destaca la importancia del esfuerzo propio en términos fiscales y de la cobertura de servicios básicos para mejorar el crecimiento económico municipal.



TABLA 5. REGRESIONES DE CRECIMIENTO

Variable dependiente		Crecimiento del consumo de electricidad per cápita		Crecimiento de los ingresos tributarios per cápita	
		(1)	(2)	(3)	(4)
Constante		0,2985*** (0,0439)	0,2678*** (0,0924)	0,6371*** (0,0406)	1,4613*** (0,1108)
Ln consumo de electricidad p.c. 2003		-0,0376*** (0,0046)	-0,0592*** (0,0065)	-0,0555*** (0,0047)	-0,0981*** (0,0044)
Geografía física	Temperatura	-0,0071** (0,0029)	-0,0144*** (0,0031)	0,0019*** (0,0007)	
	Temperatura al cuadrado	0,0002*** (0,0001)	0,0005*** (0,0001)		
	Altitud (km)				0,1323 (0,0965)
	Altitud al cuadrado				-0,6199** (0,2704)
	Precipitación			0,0081** (0,0038)	
	Municipio costero = 1	-0,0137** (0,0065)		0,0337** (0,0156)	0,0370** (0,0143)
	Rugosidad	-1,0737** (0,4715)		-1,0306* (0,6040)	-0,8641 (0,5357)
Geografía de segunda naturaleza	Población cabecera 2003	0,0389*** (0,0124)			
	Ln de la población en 2003	-0,0053*** (0,0020)	-0,0136*** (0,0031)	-0,0057** (0,0028)	-0,0259*** (0,0031)
	Crecimiento poblacional 2003-2010		-0,6543*** (0,1631)		-1,0284*** (0,1960)
	Mínima distancia a los 13 principales municipios	-0,0090*** (0,0032)			
	Distancia a Bogotá		0,0108** (0,0045)	-0,0351*** (0,0045)	-0,0106*** (0,0032)

Continúa

Variable dependiente		Crecimiento del consumo de electricidad per cápita		Crecimiento de los ingresos tributarios per cápita	
		(1)	(2)	(3)	(4)
Capital humano	Tasa de asistencia de 5 a 16 años 2005		-0,1115*** (0,0419)		
	Secundaria o más 2005		0,1240*** (0,0424)		
	Nivel educativo técnico y profesional 2005				0,0068*** (0,0010)
	Mortalidad infantil 2005				
	Unidades comercio p.c. 2005		0,7552*** (0,2550)		0,5661** (0,2576)
Instituciones	Participación promedio de transferencias e ingresos tributarios 2003-2010		-0,0011*** (0,0002)		-0,0038*** (0,0003)
	Porcentaje de ingresos que corresponden a recursos propios 2003		0,1083** (0,0512)		
Infraestructura	Cobertura acueducto 2005		0,0325*** (0,0108)		
	Cobertura eléctrica en cabeceras 2005		0,2108*** (0,0802)		-0,2424** (0,0951)
R2 Ajustado		0,1882	0,3042	0,3576	0,5543
Criterio Akaike		-2714,6	-2652,5	-2070,9	-2390,2
Observaciones		945	883	886	882

Nota: Errores estándar entre paréntesis. \* \*\* \*\*\* corresponde a los niveles de significancia del 10 % 5 % y 1 % respectivamente.

Al evaluar los resultados para la tasa de crecimiento de los ingresos tributarios per cápita (columnas 3 y 4), se encuentra que mayor temperatura o mayor altitud afecta positivamente el crecimiento, en contraste con lo encontrado para el crecimiento del consumo de electricidad; vale la pena recordar que, según lo presentado en las estadísticas descriptivas, el consumo de electricidad está altamente concentrado en zonas de altitud baja y media (menos de 1000 m y entre 1500 y 3000 m), mientras que los ingresos tributarios se concentran sobre todo en municipios con altitud entre 1500 y 3000 m. En general, los

municipios costeros tuvieron mayor crecimiento, tal y como se esperaba de resultados anteriores, mientras que los más rugosos, con mayor tamaño y crecimiento poblacional crecieron menos, resultados todos esperados. Se destaca también la cercanía a Bogotá como un factor importante para el crecimiento de los ingresos tributarios. Al controlar por variables socioeconómicas se encuentra que la actividad comercial afecta positivamente el crecimiento de los ingresos tributarios, mientras que mayor participación de las transferencias durante todo el periodo de tiempo generó menor crecimiento económico.

Adicional a las regresiones de crecimiento se realizaron estimaciones del impacto de la geografía física sobre el consumo de electricidad per cápita y los ingresos tributarios per cápita, empleados como indicador del nivel de actividad económica de los municipios colombianos; sus resultados se encuentran en la tabla 6. Solo las variables geográficas como altitud, precipitación, humedad, rugosidad, población cabecera y distancia mínima a uno de los 13 principales municipios en Colombia logran explicar el 41 % de la variación en el logaritmo natural del consumo de electricidad per cápita. Nuevamente, hay una relación negativa y cuadrática entre la temperatura y el consumo de electricidad; ello también sucede con variables como rugosidad, población y su crecimiento y distancia a los principales mercados. Así, de la columna (2) de la tabla 6 se deduce que los municipios con relativamente bajas temperaturas, poco rugosos, de menor tamaño poblacional, alejados de los principales municipios, con altos niveles de escolaridad, elevada actividad comercial y elevada cobertura de servicios básicos tienden a ser más ricos (en cuanto a consumo de electricidad).

Ahora bien, para el caso de los ingresos tributarios per cápita (columnas 3 y 4), solo las variables geográficas logran explicar el 40 % de su variabilidad. Por lo general, cuando se controla por variables socioeconómicas e institucionales disminuye el efecto de las variables geográficas que continúan siendo significativas. Respecto a las variables de capital humano, la tasa de asistencia también tiene un efecto negativo para el ingreso mientras que el logro de secundaria o más tiene un impacto positivo. La actividad comercial es un importante determinante del nivel de ingresos tributarios per cápita, así como una mayor calidad de instituciones (menor categoría municipal, menor participación de las transferencias en el total de los ingresos y mejor desempeño fiscal).

El impacto de las variables geográficas es menor cuando el consumo de electricidad se toma como indicador del crecimiento económico municipal; esta variable es mucho más importante en los centros urbanos que en los rurales y, como se reseñó en la primera sección, trabajos anteriores mostraron que la importancia de la geografía es mayor en las zonas rurales, pues estas basan su economía principalmente en el sector agropecuario.

En general, los resultados muestran que la geografía desempeña un papel importante en el crecimiento económico de los municipios y, sobre todo, en su nivel de actividad. El crecimiento económico y el nivel de actividad tienden a ser mayores en los municipios con climas relativamente más templados y con altitud promedio no muy elevada cuando se consideran los ingresos tributarios como indicador de la actividad económica; lo contrario ocurre con la variable consumo de electricidad.

TABLA 6. REGRESIONES PARA LOS INGRESOS

Variable dependiente		Ln consumo de electricidad per cápita 2010		Ln ingresos tributarios per cápita 2010	
		(1)	(2)	(3)	(4)
Constante		4,6687*** (0,2593)	2,6222*** (0,8981)	8,1934*** (0,2468)	12,5688*** (1,1029)
Geografía física	Temperatura		-0,1286*** (0,0273)		0,0139*** (0,0053)
	Temperatura al cuadrado		0,0044*** (0,0007)		
	Altitud (km)	1,9389** (0,8540)		8,0357*** (1,1900)	
	Altitud al cuadrado	-5,5723** (2,4617)		-21,4610*** (3,2503)	
	Precipitación	-0,0647** (0,0300)		0,1483*** (0,0361)	0,0781** (0,0320)
	Humedad	-0,0058** (0,0028)			
	Municipio costero = 1			0,5300*** (0,1329)	0,1923* (0,1145)
	Rugosidad	-36,1548*** (5,1971)	-7,0529* (4,2334)	-38,1554*** (5,8027)	-9,4742** (4,5047)
Geografía de segunda naturaleza	Población cabecera 2003	1,4914*** (0,0976)		1,3618*** (0,1141)	-0,4751*** (0,1665)
	Ln de la población en 2003		-0,0892*** (0,0242)		-0,2907*** (0,0317)
	Crecimiento poblacional 2003-2010		-5,4720*** (1,4173)	3,3385* (1,9721)	-5,3453*** (1,7453)
	Mínima distancia a los 13 principales municipios	-0,2448*** (0,0305)	-0,0766** (0,0298)		
	Distancia a Bogotá			-0,4716*** (0,0368)	-0,2150*** (0,0317)

Variable dependiente		Ln consumo de electricidad per cápita 2010		Ln ingresos tributarios per cápita 2010	
		(1)	(2)	(3)	(4)
Capital humano	Tasa de asistencia de 5 a 16 años 2005		-0,7475* (0,3895)		-1,5704*** (0,3873)
	Secundaria o más 2005		2,1482*** (0,3429)		2,6302*** (0,4320)
Condiciones socio-económicas	Índice de calidad de vida 2003				3,8691*** (0,6497)
	Mortalidad infantil 2005		-0,0075** (0,0033)		
	Unidades comercio p.c. 2005		8,2947*** (2,0624)		8,9387*** (2,5696)
	Categoría municipal 2003				-0,1789*** (0,0244)
Instituciones	Participación promedio de transferencias e ingresos tributarios 2003-2010		-0,0142*** (0,0020)		
	Transferencias/Ingreso 2003				-1,8364*** (0,1809)
	Porcentaje de ingresos que corresponden a recursos propios 2003		1,0825*** (0,3912)		
	Indicador de desempeño fiscal 2003				0,0067*** (0,0026)
Infraestructura	Cobertura acueducto 2005		0,4325*** (0,0953)		
	Cobertura eléctrica en cabeceras 2005		3,3210*** (0,6843)		-2,3751*** (0,7324)
R2 Ajustado		0,4171	0,6582	0,4029	0,6546
Criterio Akaike		1776,2	1212	1833,6	1268
Observaciones		947	873	889	824

Nota: Errores estándar entre paréntesis. \* \*\* \*\*\* corresponde a los niveles de significancia del 10 % 5 % y 1 % respectivamente.

Como se indicó en la primera parte, la evidencia internacional señala que la cercanía a las costas es un importante predictor del desempeño económico; en este trabajo se empleó una *dummy* igual a uno si el municipio tiene acceso a costas. Se encontró que el acceso al mar mejora el crecimiento de los ingresos tributarios y no es significativo cuando se considera el consumo de electricidad como variable independiente. El índice de rugosidad empleado en este trabajo presenta un coeficiente negativo en todas las especificaciones, indicando las dificultades que presentan los territorios muy rugosos para el desarrollo de sus actividades económicas. Se destaca de los resultados la importancia de las variables geográficas de segunda naturaleza, como lo es el acceso a los mercados. Las estimaciones indican lo costoso en términos de crecimiento de ingresos tributarios que resulta estar alejado del principal centro de producción y consumo del país; este es un resultado esperado si se tiene en cuenta que Bogotá tiende a crecer más rápido de que la mayoría de municipios y, en particular, que las demás capitales, convirtiéndose en un foco de crecimiento autónomo con sus propias dinámicas.

Las fuerzas de aglomeración hacen que Bogotá absorba a los municipios más cercanos y esta fuerza de aglomeración va disminuyendo a medida que los municipios son más distantes. El consumo de electricidad depende también de la cercanía a los mercados, aunque de una forma más descentralizada; entre tanto, su crecimiento no parece estar penalizado por la lejanía a Bogotá. Por su parte, las variables asociadas al tamaño del mercado, como el porcentaje de población en la cabecera municipal, el tamaño poblacional y su crecimiento tienen un impacto negativo en todas las especificaciones.

## VI. CONCLUSIONES

La geografía física determina las condiciones iniciales de los territorios, aunque su impacto se puede mitigar, por lo que en el largo plazo se esperaría que no influyeran en el crecimiento económico. En este trabajo se encontró que la geografía es un importante determinante del nivel de actividad económica, pero también lo es de su crecimiento, lo que ayuda a la persistencia de las disparidades regionales municipales. Los municipios con relativamente mayor temperatura o altitud presentaron mayor tasa de crecimiento de los ingresos tributarios per cápita; esta variable está mucho más correlacionada con todos los tipos de actividad económica y, por tanto, el resultado refleja el hecho de que la producción y la población están concentrados en la cordillera de los Andes, independientemente de lo costoso que ello resulta por el incremento en los costos de transporte y por la distancia al mar. Un mayor índice de rugosidad también fue costoso para el crecimiento de los municipios colombianos.

En cuanto a la geografía de segunda naturaleza pareciera que el tamaño no importara para el crecimiento, pues los municipios con mayor población tuvieron menor crecimiento económico, así como menor nivel de actividad. En contraste, el acceso a los mercados es un importante determinante; es un hecho preocupante si se tiene en cuenta que es un factor que se autorrefuerza como consecuencia de las fuerzas centrípetas que hacen que se agrupe la actividad económica en los grandes centros de producción. En ese sentido

mejorar el acceso a las principales ciudades del país a través de mejor infraestructura vial es fundamental. Es importante que en materia de política el Gobierno tome medidas para contrarrestar los efectos perjudiciales que la geografía tiene sobre las variables económicas y, en general, se requieran políticas que permitan descentralizar el desarrollo, como mejorar la infraestructura y las condiciones de salubridad de los municipios.

## REFERENCIAS

- ACEMOGLU, D., JOHNSON, S. y ROBINSON, J. (2000, junio). The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation. *NBER Working Paper Series*, n.º 7771. Recuperado de <http://www.nber.org/papers/w7771>
- AZZONI, C., MENEZES-FILHO, N., DE MENEZES, T. A. y SILVEIRA-NETO, R. (2000). Geography and income convergence among Brazilian States. *Research Network Working Paper IDB*, n.º R-395. Recuperado de <http://www6.iadb.org/res/laresnetwork/files/pr56finaldraft.pdf>
- ENGERMAN, S. y SOKOLOFF, K. (2002, octubre). Factor Endowments, Inequality, and Paths of Development Among New World Economics. *NBER Working Paper Series*, n.º 9259. Recuperado de <http://www.nber.org/papers/w9259>
- ESCOBAL, J. y TORERO, M. (2000). Does geography explain differences in economic growth in Peru. *Research Network Working Paper IDB*, n.º R-404. Recuperado de <http://grupobid.org/res/publications/pubfiles/pubR-404.pdf>
- ESQUIVEL, G. (2000). Geografía y desarrollo económico en México. *Research Network Working Paper IDB*, n.º R-389. Recuperado de <http://www.iadb.org/res/laresnetwork/files/pr108finaldraft.pdf>
- GALVIS, L. A. (2001). ¿Qué determina la productividad agrícola en Colombia? *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, (19).
- GALLUP, J., GAVIRIA, A. y LORA, E. (2003). *América Latina: ¿condenada por su geografía?* Bogotá: Alfaomega.
- GALLUP, J. y SACHS, J. (2000a). Agriculture, climate, and technology: why are the tropics falling behind? *American Journal of Agricultural Economics*, (82).
- GALLUP, J. y SACHS, J. (2000b). The Economic Burden of Malaria. *Center for International Development Working Paper*, n.º 52.
- GALLUP, J., SACHS, J. y MELLINGER, A. (1998). *Geography and development. Annual World Bank Conference on Development Economics*. Washington D.C.: The World Bank.
- GALLUP, J., SACHS, J. y MELLINGER, A. (1998, diciembre). Geography and Economic Development. *NBER Working Paper*, n.º w6849. Recuperado de <http://ssrn.com/abstract=145013>
- GOOGLE MAPS. Recuperado de <https://maps.google.com/>, visitada el 20 de julio de 2012.
- LANDES, D. (1998). *La riqueza y la pobreza de las naciones. Por qué algunas naciones son tan ricas y otras tan pobres*. Nueva York: W.W. Norton y Company.
- ROSAS, A. y MENDOZA, J. (2004). The economic effects of geography: Colombia as a case of study. *Documentos de Economía*, (11).
- SACHS, J. (2001, febrero). Tropical underdevelopment. *NBER Working Paper Series*, n.º 8119. Recuperado de <http://www.nber.org/papers/w8119>

SÁNCHEZ, F. y NÚÑEZ, J. (2000). Geography and economic development in Colombia: a municipal approach. *Research Network Working Paper IDB*, n.º R-408. Recuperado de <http://www.iadb.org/res/laresnetwork/files/pr70finaldraft.pdf>

SAPPINGTON, J. M., LONGSHORE, K. M. y THOMPSON, D. B. (2007, julio). Quantifying Landscape Ruggedness for Animal Habitat Analysis: A Case Study Using Bighorn Sheep in the Mojave Desert. *The Journal of Wildlife Management*, 71(5), 1419-1426.

## ANEXO 1. VARIABLES

CUADRO A1. VARIABLES

Variable	Unidad	Definición	Fuente
Temperatura	Grados centígrados	Temperatura promedio en el municipio	IDEAM
Altitud	Kilómetros	Altitud promedio por municipio	Cálculos propios
Precipitación	Milímetros	Precipitación promedio por municipio	IDEAM
Humedad	Porcentaje	Humedad relativa promedio en el municipio	IDEAM
Población	Unidades	Logaritmo de la población en el Censo de 2005	Censo 2005, DANE
Mínima distancia a los 13 principales municipios	Kilómetros	Distancia en kilómetros desde cualquier municipio hasta el municipio	Google Maps
Distancia a Bogotá	Kilómetros	Distancia en kilómetros desde cualquier municipio hasta Bogotá	Google Maps
Tasa de asistencia de 5 a 16 años 2005	Porcentaje	Tasa de asistencia de 5 a 16 años	MEN
Secundaria o más	Porcentaje	Población mayor o igual a 12 años que tiene al menos educación básica secundaria completa	Censo 2005, DANE
Nivel educativo técnico y profesional 2005	Porcentaje	Nivel educativo técnico y profesional	Censo 2005, DANE
Índice de calidad de vida 2003	Porcentaje	Índice de calidad de vida	PNUID
Mortalidad infantil	Número	Defunciones de menores de un año por cada mil nacidos vivos	Censo 2005, DANE
Unidades comercio p.c. 2005	Número unidades por habitante	Unidades comerciales	Censo 2005, DANE



Variable	Unidad	Definición	Fuente
Categoría municipal 2003	Categoría (1-7)	Categoría que depende del grado de complejidad del municipio	DNP
Ingresos promedio 2003-2010	Porcentaje	Promedio de ingresos que corresponden a transferencias 2003-2010	DNP
Porcentaje de ingresos que corresponden a recursos propios 2003	Porcentaje	Porcentaje de ingresos que corresponden a recursos propios	DNP
Transferencias/Ingreso	Porcentaje	Porcentaje de ingresos que corresponden a transferencias	DNP
Indicador de desempeño fiscal 2003	Índice	Indicador de desempeño fiscal	DNP
Cobertura acueducto 2005	Porcentaje	Cobertura acueducto total	Censo 2005, DANE
Cobertura eléctrica en cabeceras 2005	Porcentaje	Cobertura alcantarillado total	Censo 2005, DANE