

SOBRE EL IMPACTO DE LA INFRAESTRUCTURA PÚBLICA EN EL PRODUCTO Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO: COLOMBIA 1950-2000

Jorge Andrés Tenorio *

Resumen

Teniendo en cuenta el cambio estructural de la economía colombiana a partir de 1980, los efectos de escala de la educación sobre el capital humano, y el acervo de capital físico, se estima el impacto de la infraestructura pública en el PIB y en el crecimiento económico de Colombia. El análisis arroja evidencia significativa de complementariedades tecnológicas entre los factores privados y públicos. La tendencia decreciente de la PTF que se manifiesta desde la década de los sesenta, es una razón fundamental de la tendencia decreciente del crecimiento económico de largo plazo, que se manifiesta desde la década de los sesenta y se profundiza desde 1990.

Abstract

Bearing in mind the structural change from 1980, the scale effects of education on human capital, and the stock of physical capital, this paper estimates the impact of public infrastructure on GDP and economic growth of Colombia. The analysis yields significant evidence of technological complementarities between private and public factors. The diminishing trend of total factor productivity (TFP) since the 70's, is the main cause of the diminishing trend of economic growth in the long run, which begins in the 70's and is deepened in the 90's.

Palabras clave: Infraestructura pública, complementariedad tecnológica, productividad total de los factores (PTF), crecimiento económico. JEL clasificación: D24, O11, 047.

Key words: Public infrastructure, technological complementarity, total factor productivity (TFP), economic growth.

* Economista de la Universidad del Valle. Esta investigación se llevó a cabo en el marco del Grupo de *Crecimiento y Desarrollo Económico*, de la Facultad de Ciencias Sociales y Económicas de la Universidad del Valle

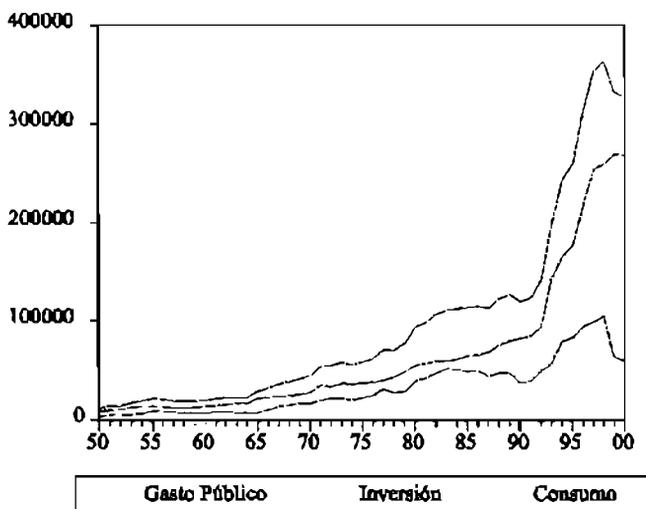
Artículo recibido el 1 de marzo de 2007.

Aprobado el 30 de marzo de 2007.

Introducción

Es de amplio conocimiento que uno de los problemas macroeconómicos de Colombia es el gran tamaño del déficit fiscal. Este desequilibrio tiene el riesgo de incidir negativamente sobre el crecimiento económico. El riesgo es mayor si se considera la manera en que los sucesivos gobiernos nacionales han venido enfrentando el problema: el recurso más socorrido para tratar infructuosamente de equilibrar las finanzas del gobierno central ha sido la reducción del gasto en inversión pública. Es natural: el gasto de consumo del sector público tiene tras de sí una legión de dolientes e intereses que lo hacen sumamente rígido. Es más fácil, desde el punto de vista político y en el corto plazo, hacerle recortes a la inversión pública. No obstante, como muestra la Gráfica 1, el consumo del sector público es el que más ha incidido en el aumento del gasto público, especialmente desde principios de la década de los noventa.

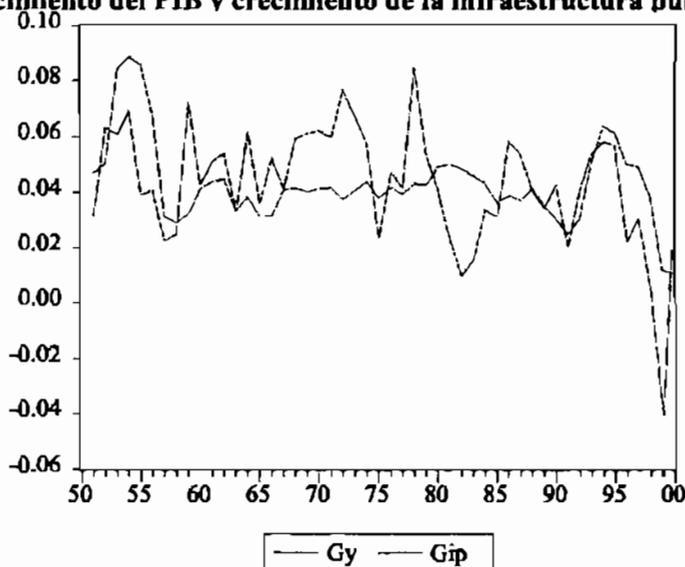
Gráfica 1
Series de gasto público



Fuente: Departamento Nacional de Planeación (DNP).

La teoría macroeconómica plantea que la inversión tiene un efecto multiplicador positivo sobre la actividad económica; de hecho, la contracción de la inversión pública es un factor entre otros que incidió definitivamente en la recesión de fin de siglo. Además, importantes desarrollos de la teoría del crecimiento endógeno plantean que el gasto público productivo puede ser una pieza fundamental del crecimiento económico sostenido (Barro, 1990). Este efecto de crecimiento puede potenciarse si la inversión pública se canaliza hacia la generación de activos que incidan directa o indirectamente en la productividad del sector privado: infraestructura pública, educación pública, capacitación tecnológica, saneamiento, salubridad, etc. El argumento no es sólo teórico: la Gráfica 2 muestra que la tasa de crecimiento del PIB (Gy) y la tasa de crecimiento del acervo estimado de la infraestructura pública (Gip) tienden a moverse coordinadamente en Colombia.

Gráfica 2
Crecimiento del PIB y crecimiento de la infraestructura pública



Fuente: DNP, cálculos propios.

Varios analistas han estudiado el aporte que realiza la infraestructura pública al crecimiento económico de Colombia. Entre los trabajos más conocidos sobre el tema se encuentran los de Sánchez (1993), Sánchez, Rodríguez y Núñez (1996), y Perdomo (2002).

Sánchez (1993) dividió la inversión pública en dos grupos: *a*) el capital público (el cual incluye el capital de las empresas y de las administraciones públicas); y *b*) la infraestructura pública núcleo (la cual comprende los acervos de capital en conexión eléctrica, acueductos, infraestructura de transporte, aeropuertos, carreteras, puertos). Este analista encontró que el capital público, especialmente la infraestructura núcleo, tiene un impacto positivo sobre la productividad, la tasa de inversión y, por consiguiente, el crecimiento económico. Además, sus resultados sugieren que la inversión pública es de vital importancia para determinar el curso de la inversión privada y el crecimiento económico. Por último, Sánchez encontró que el capital público no es sustituto del capital privado.

Sánchez *et al* (1996) realizaron un análisis global y sectorial para Colombia entre 1950-1994. En su análisis estiman que los factores privados combinados con los públicos (infraestructura) actúan bajo rendimientos constantes a escala, y que el capital humano actúa como externalidad. Entre sus hallazgos más importantes se encuentra que el efecto de las vías construidas sobre la productividad es positivo y significativo; de hecho, el número de kilómetros de vías construidas es la variable de infraestructura que tiene mayor impacto sobre la productividad total de los factores. Por otra parte, y a contravía de otros análisis, variables como la inflación, la tasa de homicidios, el sector externo y el grado de apertura no arrojaron resultados categóricos.

Perdomo (2002) encuentra que el flujo de inversión pública agregado no tiene un impacto considerable sobre el crecimiento económico. Sin embargo, según este autor, si se incrementa la inversión pública en electricidad, gas y agua, minería e industria manufacturera es posible obtener mayores niveles de producción. Su investigación arroja que las inversiones públicas en infraestructura complementaria (electricidad, gas y agua) y en educación generan un impacto considerable sobre el crecimiento económico. En su investigación la inversión pública en carreteras tiene un efecto levemente negativo sobre el crecimiento contrario a Sánchez *et al.*; pero Perdomo argumenta que este resultado seguramente resulta de que sus estimaciones se basan a desembolsos efectuados por el gobierno y no en una medida real de las carreteras existentes.

Cárdenas y Escobar (1995), y Ramírez y Esfahani (1999), también encuentran relaciones directas entre infraestructura departamental y crecimiento económico. Cárdenas, Escobar y Gutiérrez (1995), y Roa, Stevenson y Sánchez (1995) encuentran que la infraestructura pública afecta el crecimiento económico a nivel agregado y a nivel sectorial, en especial en los sectores industrial y agrario.

Esta investigación no se enfoca en el efecto de la infraestructura pública sobre el crecimiento económico sino sobre el nivel de producción (y de ingresos). Para alcanzar ese objetivo se utiliza el modelo desarrollado por Aschauer (1989). En esta metodología se utiliza una forma particular de medir la acumulación de capital humano. Trabajos similares han sido realizados por Sánchez (1993) y Roa *et al.* (1995).

El Modelo

El modelo de Aschauer (1989) se basa en una función de producción tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala. El producto agregado se supone función del capital privado, el capital humano y la infraestructura pública. Las variables incluidas en el modelo se definen como sigue:

Y_t : Es el producto interno bruto a precios constantes.

K_t : Corresponde al acervo de capital privado disponible en la economía.

L_t : Es el nivel de empleo de la economía.

H_t : Es la cantidad de trabajo aumentada productivamente por el nivel educativo. Dicho en otras palabras, el capital humano representa la capacidad productiva de los trabajadores como una función directa del promedio de años de estudio de la población, ε_t . Utilizando este indicador agregado, diferentes autores han estimado la eficiencia productiva de la fuerza laboral. Sánchez *et al.* (1996) la calculan de forma lineal: multiplican el nivel de escolaridad promedia del país, ε_t , por el empleo total, $H_t = \varepsilon_t L_t$. Por su parte, Cárdenas (2002) calcula el capital humano como sigue: $H_t = e^{\varepsilon_t} L_t$, lo cual supone que el capital humano crece exponencialmente con la educación. En este trabajo se supone que el capital humano se define de la siguiente manera: $H_t = \varepsilon_t L_t$. La característica más importante de esta forma funcional es que permite un efecto de escala en la educación. En Sánchez *et al.* se predetermina que $\phi = 1$; en la forma general propuesta la relación no es necesariamente lineal. Además, esta forma funcional presenta la ventaja de que permite estimar el parámetro ϕ , la elasticidad de la

eficiencia laboral por trabajador con respecto a los años de educación media.

I_t : Representa la infraestructura pública. La infraestructura pública se calcula por el método del inventario perpetuo: $I_t = I_{t-1}(1-\delta) + G_t$, donde G_t es el gasto de inversión pública en el periodo y δ es la tasa constante de depreciación.

Todas las variables se expresan en términos reales.

La función de producción se representa de la siguiente manera:

$$\ln Y_t = \ln A_t + \alpha \ln K_t + \beta H_t + (1 - \alpha - \beta) \ln I_t \quad (1)$$

Siguiendo el procedimiento propuesto, se reemplaza H_t por $\varepsilon_t^\dagger L_t$:

$$\ln Y_t = \ln A_t + \alpha \ln K_t + \phi \beta \ln \varepsilon_t + \beta \ln L_t + (1 - \alpha - \beta) \ln I_t \quad (2)$$

Redefiniendo la función de producción en términos de capital y eliminando el subíndice t por comodidad, se obtiene:

$$\ln \left(\frac{Y}{K} \right) = \ln A + \phi \beta \ln \varepsilon + \beta \ln \left(\frac{L}{K} \right) + (1 - \alpha - \beta) \ln \left(\frac{I}{K} \right) \quad (3)$$

Nótese que esta transformación es viable si y sólo si la función de producción exhibe rendimientos constantes a escala en los factores (la suma de las elasticidades producto del capital físico, el capital humano y la infraestructura pública es igual a 1). El parámetro A refleja el nivel tecnológico en cada momento del tiempo. En él se incluyen los efectos no considerados de otras variables y los efectos estocásticos que afectan la productividad. Así, se considera que la productividad se puede descomponer en un efecto sistemático y otro aleatorio: $\ln A = c + v$, donde c es el efecto sistemático de la productividad y v la perturbación específica de cada periodo. Por tanto, la ecuación a estimar es la siguiente:

$$\ln \left(\frac{Y}{K} \right) = c_1 + \eta_2 \ln \varepsilon + \eta_3 \ln \left(\frac{L}{K} \right) + \eta_4 \ln \left(\frac{I}{K} \right) + v_1 \quad (4)$$

La regresión correspondiente a la ecuación (4) permite calcular el impacto de la educación en el nivel total de la economía. Con la estimación del valor de ϕ ($= \eta_2 / \eta_3$), se estima el capital humano de la economía en cada periodo:

$$H_t = \varepsilon^\dagger L_t \quad (5)$$

Siguiendo el procedimiento de Aschauer (1989), se vuelve a la ecuación (1) y se redefinen las variables en unidad por de capital. De esta manera se obtiene la siguiente ecuación:

$$\ln \left(\frac{Y}{K} \right) = \ln A + \beta \ln \left(\frac{H}{K} \right) + (1 - \alpha - \beta) \ln \left(\frac{I}{K} \right) \quad (6)$$

Utilizando un procedimiento análogo al que se siguió arriba, la regresión que se estima es la siguiente:

$$\ln\left(\frac{Y}{K}\right) = c_2 + \theta_2 \ln\left(\frac{H}{K}\right) + \theta_3 \ln\left(\frac{I}{K}\right) + v_2 \quad (7)$$

Por último, se estima la Productividad Total de los Factores (PTF) para el total de la economía. La PTF se estima restandole a la tasa de crecimiento del producto la tasa de crecimiento ponderada del capital físico, el capital humano y la infraestructura pública:

$$PTF = \dot{g}_Y - \alpha \dot{g}_K - \beta \dot{g}_H - \gamma \dot{g}_I. \quad (8)$$

Análisis Empírico

La base de datos y las pruebas estadísticas que se mencionan en este capítulo no se incluyen por razones de espacio. Sin embargo, se encuentran disponibles en Tenorio (2003).

En 1980 la economía colombiana experimenta un cambio estructural. Se han expuesto varias razones para explicar este fenómeno: aumento de la violencia relacionada con el narcotráfico (Cárdenas, 2002), y desindustrialización (Ortiz, 2004). En cualquier caso, la economía colombiana experimenta una perturbación estructural que disminuye la tasa de crecimiento de largo plazo, especialmente después de 1990.

Para capturar este cambio estructural se incluye un regresor *spline* a partir de 1980¹. Las regresiones fueron corridas por Mínimos Cuadrados Ordinarios. Inicialmente se busca determinar el tipo de rendimientos a escala que presenta la función de producción. Para lo cual se estima la ecuación (2) y se aplica el test de Wald para verificar la escala de producción. Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 1. Las razones *t* se exponen entre paréntesis y los correspondientes niveles de significación se señalan entre corchetes.

Tabla 1. Resultados regresión 2.

<i>Ln Y</i>	-2.76	+0.43 <i>LnK</i>	+0.41 <i>Ln s</i>	+0.38 <i>Ln L</i>	+0.23 <i>Ln I</i>	-1.20 E-07 <i>Spline</i>
	(-1.78)	(2.36)	(2.11)	(2.37)	(1.66)	(-5.43)
	[0.08]	[0.02]	[0.04]	[0.02]	[0.10]	[0.00]
	Observaciones: 51		R ² : 0.998		D.W.: 0.601	

El modelo estimado indica que los residuales se comportan como un proceso autorregresivo de orden 1. El criterio CRDW indica que el modelo estimado no presenta el problema de perturbación no estacionaria. Se puede aplicar la corrección estándar incluyendo el efecto autorregresivo AR(1) en la perturbación, o utilizando el método de *Cochrane-Orcutt*. En cualquier caso, la corrección arroja coeficientes muy parecidos a los inicialmente estimados y la perturbación rezagada no resulta significativa. De lo anterior se concluye que la inferencia del modelo original es válida. El paso siguiente es hallar la escala de producción. La hipótesis nula es que la función de producción presenta rendimientos constantes a escala. Los resultados

¹ Una *spline* es una variable falsa que permite modelar un cambio en la tendencia.

indican que no se puede rechazar esta hipótesis.

Enseguida se corre la regresión asociada a la ecuación (4). Como se mencionó anteriormente, en esta etapa se estima la elasticidad de la eficiencia del trabajador típico con respecto a la educación. La Tabla 2 muestra los resultados regresión. Los signos y los coeficientes son los esperados. El estadístico Durbin-Watson cae en la región de autocorrelación positiva. Pero, como en el caso anterior, la corrección no afecta los signos ni la significación de los coeficientes asociados a las variables independientes.

Tabla 2. Resultados regresión 4.

<i>Ln (Y/K)</i>	- 2.14	+ 0.48 <i>Ln ε</i>	+ 0.33 <i>Ln(L/K)</i>	+ 0.28 <i>Ln (I/K)</i>	- 1.15 E-07 <i>Spline</i>
	(- 5.95)	(9.05)	(2.89)	(2.97)	(-6.37)
	[0.00]	[0.00]	[0.01]	[0.00]	[0.00]
Observaciones: 51		R ² : 0.850		D.W.: 0.582	

Para estimar la elasticidad mencionada se calcula la razón η_2/η_3 ($\eta_2 = \phi\beta$ y $\eta_3 = \beta$). De esta forma se deduce el valor estimado del parámetro ϕ . Este procedimiento arroja que la elasticidad de la eficiencia laboral por trabajador con respecto a la educación es igual a 1.45; es decir, un aumento del 1% en el número de años de educación de los trabajadores aumenta la eficiencia laboral en 1.45%. A continuación se contrasta estadísticamente la hipótesis nula de que la elasticidad de la educación es igual a uno ($\phi = 1$), contra la alternativa de que es mayor. La prueba rechaza la hipótesis nula a cualquier nivel de significación.

El siguiente paso es encontrar el nivel de capital humano en el total de la economía. Para ello se utiliza la ecuación (5). Luego, se corre la regresión asociada a la ecuación (1). Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados regresión 1.

<i>Ln Y</i>	- 2.17	+ 0.41 <i>Ln K</i>	+ 0.32 <i>Ln H</i>	+ 0.27 <i>Ln I</i>	- 1.17 E-07 <i>Spline</i>
	(- 9.05)	(2.42)	(4.42)	(2.88)	(-5.63)
	[0.00]	[0.02]	[0.00]	[0.01]	[0.00]
Observaciones: 51		R ² : 0.998		D.W.: 0.592	

Se observa que los signos y coeficientes son los esperados. También son altamente significativos. En el siguiente paso se aplica la restricción de rendimientos a escala y se estima la regresión asociada a la ecuación (7).

Tabla 4. Resultados regresión 7

<i>Ln (Y/K)</i>	-2.14	+ 0.33 <i>Ln (H/K)</i>	+ 0.28 <i>Ln (I/K)</i>	- 1.15 E-07 <i>Spline</i>
	(-16.51)	(13.05)	(3.03)	(-10.86)
	[0.00]	[0.00]	[0.00]	[0.00]
Observaciones: 51		R ² : 0.850		D.W.: 0.582

La Tabla 4 muestra los resultados. Los estimadores exhiben de nuevo los signos esperados, pero los estadísticos *t* son mucho mayores que en las anteriores regresiones las estimaciones son significativas a cualquier nivel-. Así, se estima que la elasticidad producto del capital

humano es 0.33 (un aumento del 1% en el capital humano aumenta el producto, si todo lo demás permanece igual, en 0.33%). La estimación de la elasticidad producto de la infraestructura es 0.28 (un incremento del 1% en el acervo de la infraestructura pública aumenta el producto, si todo lo demás permanece igual, en 0.28%). Como la suma de las diferentes elasticidades producto se restringe a 1, se estima que la elasticidad producto del capital es 0.39 (un aumento del 1% en el capital, *caeteris paribus*, aumenta el producto en 0.39%).

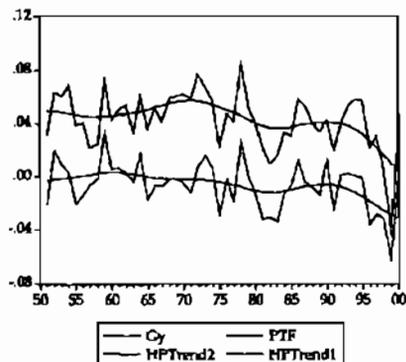
Estos resultados son coherentes con estimaciones obtenidas en otras investigaciones. Roa *et al* (1995) y Sánchez también encuentran una incidencia positiva y significativa de la infraestructura núcleo sobre la productividad, tanto en el agregado de la economía, como en el sector industrial y el sector agrícola. Sánchez *et al* (1996) también encuentra una incidencia significativa de la escolaridad sobre la productividad total de los factores.

Relación entre la tasa de crecimiento del PIB y la PTF

Para hallar la Productividad Total de los Factores (PTF) se utilizan la ecuación (8) y las estimaciones de las elasticidades producto del capital físico, el capital humano y la infraestructura. Los resultados se presentan en la Gráfica 3. La tasa de crecimiento del PIB también se grafica. Las tendencias de largo plazo se estiman aplicándoles a las series correspondientes el filtro de *Hodrick-Prescott*.

La Gráfica 3 muestra que las variaciones de la PTF determinan las variaciones de la tasa de crecimiento en el corto plazo. La tendencia decreciente (crecientemente negativa) de la PTF que se manifiesta desde la década de los sesenta (ver la línea de tendencia de la PTF), es una razón fundamental de la tendencia decreciente del crecimiento económico de largo plazo, que se manifiesta desde la década de los setenta y se profundiza desde 1990 (ver la línea de tendencia de la tasa de crecimiento).

Gráfica 3
Relación entre la tasa de crecimiento del PIB y la PTF.



Fuente: DNP y cálculos del autor.

Conclusiones y Recomendaciones

- La elasticidad de la eficiencia laboral por trabajador con respecto a los años de educación en Colombia se estima en 1.45. Un aumento del 1% en los años de educación de la población aumenta su eficiencia laboral media en 1.45%. Si esto es así, la generalización de la educación debe ser una política de estado. Los indicadores disponibles en esta investigación se concentran en factores cuantitativos: número de años de educación promedio. Es un indicador que apunta a la cobertura; pero no se puede descartar que también sea necesario mejorar la calidad de la educación como factor determinante del capital humano.
- La economía colombiana parece experimentar rendimientos constantes a escala en capital físico, capital humano e infraestructura pública. Las correspondientes elasticidades producto se estiman en 0.39, 0.33 y 0.28.
- La estimación de rendimientos constantes a escala es un indicio significativo de la existencia de complementariedades entre los factores privados y públicos en la economía colombiana. Ya Roa *et al* (1995) lo habían expuesto: *“La inversión en infraestructura pública aumenta la tasa de retorno marginal del capital privado e incentiva la inversión. A su vez, la inversión en infraestructura puede llegar a ser un prerrequisito indispensable para que una economía mediana, como la colombiana, alcance mayores niveles de desarrollo”*. Por su lado, Uribe (1992) concluye que para economías muy pequeñas, los mayores retornos a la inversión se obtienen con inversión en educación y que, a medida que se va progresando en la curva de ingreso, los mayores retornos se producen por inversión en infraestructura.
- Los resultados de la investigación indican que la infraestructura pública ejerce una influencia positiva y significativa sobre el desarrollo de nuestro país. Resulta claro que la política gubernamental no puede descuidar el flujo de inversión pública so pena de comprometer el nivel de actividad económica en el corto plazo y el crecimiento económico en el largo plazo.
- La tendencia decreciente de la PTF es la razón fundamental de la tendencia decreciente de la tasa de crecimiento económico, especialmente después de 1990.
- Se requieren más análisis sobre los determinantes de la PTF en Colombia para entender y, posiblemente, revertir la tendencia decreciente de la dinámica económica colombiana. No es lógico argumentar que el cambio tecnológico en Colombia es negativo; más probablemente existen otros factores, como violencia, conflicto armado, narcotráfico, desindustrialización, fuga de “cerebros” por migración masiva, etc., que inciden directa o indirectamente en la productividad multifactorial del país. Se requiere identificar estos efectos, medir su impacto y adoptar políticas económicas y sociales para contrarrestarlos.

Bibliografía

- ASCHAUER, D.A. (1989), "Is Public Expenditure Productive?", *Journal of Monetary Economics*, 23, 177-200.
- BARRO, Robert. 1990. "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth", *Journal of Political Economy*, 98(5), S103-117.
- CÁRDENAS, Mauricio. 2002. "Economic Growing Colombia: A Reversal of Fortune". *Archivos de Macroeconomía*, Doc. N° 179.
- , ESCOBAR, Andrés. 1995. "Infraestructura y Crecimiento Departamental 1950-1994", *Planeación y Desarrollo*, DNP, Vol. 26. N° 4.
- , -----, GUTIÉRREZ, Catalina. 1995. "La Contribución de la Infraestructura a la actividad Económica en Colombia 1950-1994", *Ensayos sobre Política Económica*. Banco de la República.
- GRECO. 2002. *El Crecimiento Económico Colombiano en el Siglo XX*. Banco de la República-Fondo de Cultura Económica.
- GREENE, William. 1999. *Análisis Econométrico*, 3ª Edición. Madrid, Pearson Educación.
- GUJARATI, Damodar. 2000. *Econometría*, 3ª Edición. Colombia, Mc Graw-Hill.
- HISPANO, Manlio. 2002. "Referencias sobre el Consenso de Washington". Revista: *Al Margen*.
- LANDES, David. 1999. *La Riqueza y la Pobreza de las Naciones*. España, Javier Vergara Editor.
- MANKIWI, Gregory, ROMER, David y WEIL, David. 1992. "A Contribution to the Empirics of the Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 107, 2.
- NUMPAQUE, Cielo y RODRÍGUEZ, Ligia. 1996. "Evolución y Comportamiento del Gasto Público en Colombia 1950-1994". *Archivos de Macroeconomía*, Doc. N° 45.
- ORTIZ, Carlos H. 2004. "An Economic Growth Model showing Government Spending with Reference to Colombia and Learning by Doing", *Colombian Economic Journal*, Vol. 2, No. 1. Bogotá, pp. 156-188.
- PERDOMO, Álvaro. 2002. "Inversión Pública Sectorial y Crecimiento Económico: una aproximación desde la metodología VAR". *Archivos de Macroeconomía*, No. 208.
- PETRAGLIA, Carmelo. 2003. "An Endogenous Growth Model with Productive Public Spending and Uncertain Lifetime Consumers". *Discussion Papers in Economics*, Doc. No. 2003/10.
- POSADA, Carlos y GÓMEZ, Wilman. 2002. "Crecimiento Económico y Gasto Público: Un modelo para el caso colombiano" *Borradores de Economía*, Banco de la República, Doc. No. 218.
- RAMÍREZ, María Teresa y ESFAHANI, Hadi. 1999. "Infrastructure and Economic Growth", *Borradores de Economía*, Banco de la República, Doc. No. 123.
- ROA, Néstor, STEVENSON, Claudia y SÁNCHEZ, Fabio. 1995. "Infraestructura, Productividad y competitividad", *Planeación y Desarrollo*, Vol. 26. No. 3.
- SÁNCHEZ, Fabio. 1993. "El Papel del Capital Público en la Producción, la Inversión y el Crecimiento Económico en Colombia", *Archivos de Macroeconomía*, Doc. No. 18.
- , RODRÍGUEZ, Jorge y NÚÑEZ, Jairo. 1996. "Evolución y Determinantes de la Productividad en Colombia: Un análisis global y sectorial, 1950-1994"; *Archivos de Macroeconomía*, Doc. N° 50.
- TENORIO, Jorge Andrés. 2003. *Influencia de la Infraestructura en el Crecimiento Económico Colombiano*, Trabajo de grado. Departamento de Economía, Universidad del Valle.
- URIBE, José Darío. 1992. "Infraestructura Física, Clubs de Convergencia y Crecimiento Económico: Alguna evidencia empírica". *Archivos de Macroeconomía*, Doc. N° 7.