



Publito cafetero - Pereira

Relación bidireccional entre salud y economía en Colombia. Caso regional

SÍNTESIS:

El objetivo del presente informe final de investigación “Relación bidireccionalidad entre salud y economía en Colombia. Caso regional”, fue analizar la relación salud y crecimiento económico para las regiones colombianas con dos enfoques: 1) micro y 2) macroeconómico.

1) Información Encuesta Nacional de Calidad de Vida (DANE-ECV/2008) en nueve regiones, corte transversal [metodología Becker y Chiswick (1966); Mincer (1974)], ampliada con salud. No se comprobó bidireccionalidad salud y salario por hora; se encontró correlación entre ellas. El tránsito de un estado de salud mal-regular a otro bueno-muy bueno, incrementó salario por hora 15% en promedio. 2) Información Cuentas Nacionales (DANE), -panel de 25 departamentos y 5 periodos quinquenales, 1990-2010; modelo Solow extendido (MRW, 1992) ampliado con salud, función de producción agregada -Cobb-Douglas- (Barro, 1996a). Se encontró correlación significativa entre gasto-salud, PIB, total de activos, gasto-educación y PEA, coeficientes superiores a 0,86; baja correlación gasto-salud, tasa bruta de mortalidad, esperanza de vida y tasa de mortalidad infantil, con valores inferiores a 0,45. El crecimiento económico de los departamentos aumenta e incrementa nivel de esperanza de vida; no obstante, después de cierto nivel, el comportamiento de la curva de la esperanza de vida se aplana (Preston, 1975).

PALABRAS CLAVE:

Crecimiento Económico, Microeconometría, Macroeconometría, Modelos Truncados y Censurados, Variables Instrumentales.

Clasificación JEL: I1, F43, O4, D00, C81, C82, N1

ABSTRACT:

The purpose of this final report of the investigation “bidirectional relationship between health and economics at Colombia. Regional event “was to analyze the health and economic growth relationship for Colombian regions with two approaches: 1) micro and 2) macroeconomic.

1) Information National Survey of Quality of Life (DANE-CVD/2008) in nine regions, cross-section [methodology Becker and Chiswick (1966); Mincer (1974)], extended with health. Bidirectional health and hourly wage was not proven; correlation was no found between them. The transition from a state of ill-health regulate other good-very good hourly wage increased 15% on average. 2) Information National Accounts (DANE), -Panel 25 departments and five year periods, 1990-2010; extended Solow model (MRW, 1992) expanded health, aggregate production function Cobb-Douglas (Barro, 1996a) production. Significant correlation between spending-health, GDP, total assets, expense-education and PEA, coefficients above 0,86 was found; Low-cost health, crude death rate, life expectancy and infant mortality, with values lower than 0,45 correlation. When economic growth increases departments, increased level of life expectancy; however, after a certain level, the behavior of the curve flattens life expectancy (Preston, 1975).

KEY WORDS:

Economic Growth, Microeconometrics, Macroeconometrics, Truncated and Censored Models, Instrumental Variables.

JEL Classification: I1, F43, O4, D00, C81, C82, N1

Relación bidireccional entre salud y economía en Colombia. Caso regional¹



Armando Gil Ospina²
 Harold Martínez Jaramillo³
 Gerardo Buchelli Lozano⁴
 Hilda Marulanda Buriticá*
 Luz Aida Villalobos Tamayo*
 Lizeth Carolina Echeverri Russo*

Bidirectional relationship between health and economy in Colombia. Regional case

Primera versión recibida el 12 de junio de 2014. Versión final aprobada el 12 de noviembre de 2014.

Para citar este artículo: Gil O., Armando A. (et al) (2014). "Relación bidireccional entre salud y economía en Colombia. Caso regional". En: *Gestión y Región* N°. 17 (Enero-Julio 2014); pp. 55-86.

Tanto intuitiva como empíricamente, la calidad del capital humano (educación y salud) contribuye de forma significativa al crecimiento económico. Los trabajadores con mejores estados de salud son más productivos y perciben salarios más altos (Strauss y Thomas, 1997). También son menos propensos a ausentarse del trabajo debido a una enfermedad personal o familiar.

De manera agregada, la buena salud mejora el potencial productivo de la economía y se podría esperar que se reflejara en el PIB de manera estable y creciente. Sin embargo, estos beneficios no se producen de manera generalizada en los distintos países; en este sentido, es posible que aquellos con mejores estados de salud y bajo nivel de ingreso generen un crecimiento económico relativamente

1 *Information National Survey of Quality of Life (DANE-CVD / 2008) in nine regions, cross-section [methodology Becker and Chiswick (1966); Mincer (1974)], extended with health. Bidirectional health and hourly wage was not proven; correlation was found between them. The transition from a state of ill-health regulate other good-very good hourly wage increased 15% on average. 2) Information National Accounts (DANE), -Panel 25 departments and five year periods, 1990-2010; extended Solow model (MRW, 1992) expanded health, aggregate production function Cobb-Douglas (Barro, 1996a) production. Significant correlation between spending-health, GDP, total assets, expense-education and PEA, coefficients above 0,86 was found; Low-cost health, crude death rate, life expectancy and infant mortality, with values lower than 0,45 correlation. When economic growth increases departments, increased level of life expectancy; however, after a certain level, the behavior of the curve flattens life expectancy (Preston, 1975). Producto de investigación derivado del Informe Técnico radicado en la Dirección de Investigaciones e Innovación (DII) de la Universidad Católica de Pereira (UCP). Investigación: Análisis bidireccional y correlacional entre salud y crecimiento económico en Colombia. Caso regional, 1990-2010, financiada por la DII durante el período enero 2011-junio 2012.*

2 *Docente del Programa de Economía. Integrante del Grupo de Investigación "Crecimiento Económico y Desarrollo. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la UCP.*

3 *Docente del Programa de Economía. Integrante del Grupo de Investigación "Crecimiento Económico y Desarrollo". Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la UCP.*

4 *Docente del Programa de Economía. Integrante del Grupo de Investigación "Crecimiento Económico y Desarrollo". Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la UCP.*

Participaron tres estudiantes bajo la modalidad de residencia en línea (en la primera etapa del enfoque microeconómico), para optar el título de economistas:

* *Estas tres estudiantes participaron en la primera etapa del enfoque microeconómico del estudio, en la modalidad de residencia en línea, para optar por el título de Economistas en el programa de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la UCP.*

más rápido a medida que se ajusta su ingreso. El análisis comparativo llevado a cabo en varios países indica que el buen estado de salud aporta a la expansión del crecimiento. De hecho, se ha determinado que la salud inicial de una población es uno de los mayores factores de impulso del crecimiento, además de los niveles iniciales del ingreso per cápita y la educación, la ubicación geográfica, el entorno institucional, la política económica y las inversiones en infraestructura social, en general, Bloom, Canning y Sevilla (2004) observaron que un año adicional de esperanza de vida aumenta el PIB per cápita en estado estable en un 4%.

El presente artículo representa el informe final (ejecutivo) de la investigación “Relación bidireccionalidad entre salud y economía en Colombia. Caso regional”, la cual planteó, como objetivo general, el análisis de los efectos bidireccionales entre la salud y el crecimiento económico para las regiones colombianas, según clasificación del departamento administrativo nacional de estadística (DANE), desde dos enfoques: 1 Microeconómico; y 2. Macroeconómico. Para el primero, se utilizó la información suministrada por la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV/2008), segmentada en nueve regiones del territorio nacional; ello permitió realizar un análisis de corte transversal, aplicando la metodología desarrollada por Becker y Chiswick (1966) y Mincer (1974), ampliada con la variable salud.

Según las estimaciones realizadas en este trabajo, no se comprobó la relación bidireccional entre las variables de análisis para las regiones colombianas, en el año 2008, o sea, entre salud y productividad, representadas en las variables proxy el estado de salud y el salario por hora, respectivamente.

En cambio, se encontró una correlación entre las variables; vale decir, se presentó la unidireccionalidad entre la productividad como variable dependiente o expresada en función de la salud como variable independiente. Los datos permiten afirmar que el tránsito de un estado de salud mal-regular a otro bueno-muy bueno, incrementa el salario por hora -en promedio- 15%.

En relación con el segundo, se utilizó la información suministrada por el DANE para la serie 1990 y 2010 por períodos quinquenales, organizada en un panel de datos de 25 departamentos y 5 periodos.

Metodológicamente se basó en el modelo de Solow extendido (MRW, 1992) y ampliado con la variable salud, para explicar la bidireccionalidad entre las variables salud y crecimiento económicos, a partir de las variables esperanza de vida (Proxy de Salud) explicada por mortalidad infantil, mortalidad materna, fecundidad, gasto en salud y el comportamiento del PIB (Proxy de Crecimiento Económico), de los diferentes departamentos. Para este caso, se considera una economía estándar con una función de producción agregada de tipo Cobb-Douglas, asumida por Barro (1996a).

A partir de la información organizada en el panel de 25 departamentos y 5 periodos, entre 1990 y 2010 por períodos quinquenales, se encontró una correlación significativa entre las variables gasto en salud, producto interno bruto, total de activos, gasto en educación y población económicamente activa, con coeficientes superiores a 0,86. De manera contraria, se presentó una baja correlación ente gasto en salud, tasa bruta de mortalidad, esperanza de vida y tasa de mortalidad infantil, con valores inferiores a 0,45.

Respecto a la relación entre la esperanza de vida y el PIB de los 25 departamentos de Colombia considerados en la muestra, se observó que cuando el crecimiento económico de los departamentos colombianos aumenta, también lo hace el nivel de la esperanza de vida. No obstante, después de cierto nivel, el comportamiento de la curva de la esperanza de vida se aplana (Preston, 1975), explicado por el proceso biológico de envejecimiento de la población.

Este artículo se ha estructurado en tres apartados. El primero se refiere a la introducción; el segundo contiene el enfoque microeconómico a través del análisis de la bidireccionalidad entre las variables proxys de salud (estado de salud) y salarios (productividad laboral); y el tercero presenta el enfoque macroeconómico planteado como asociación bidireccional entre las variables proxys de salud (esperanza de vida) y crecimiento económico (Producto Interno Bruto).

Descripción del problema

La probable relación de interdependencia entre salud y crecimiento-desarrollo ha sido objeto de muchas investigaciones desde los enfoques microeconómico y macroeconómico, tanto teórico como empírico, y ha sido medida y comprobada cuantitativamente en distintos grupos de países y a nivel mundial.

Preston (1975) encontró una fuerte y positiva asociación entre los niveles de ingreso nacionales y la esperanza de vida en los países más pobres; también demostró diferentes significancias en esta relación de acuerdo con el conjunto de países estudiados -grados de sensibilidad distintos de acuerdo a niveles de ingresos-. El análisis de la relación entre esperanza de vida e ingreso en el período 1900-1930 y durante el decenio de los años 60, permitió encontrar una asociación positiva y significativa (London, Temporelli y Monterubblanesi, 2009).

Estas relaciones teóricas plantean un problema de bidireccionalidad de las variables, si se acepta intuitivamente que una persona con mejores ingresos puede acceder a una mayor canasta de bienes y servicios para mejorar su estado de salud, y a la vez, el mejor nivel de salud le brinda la capacidad de generar ingresos más altos.

La articulación del capital humano en el modelo del crecimiento endógeno, en el cual se explicita la salud, generó un debate referido al sentido de la relación entre el nivel económico de la población (medido por el ingreso per cápita) como determinante de la situación de salud en un país -a través de sus efectos sobre la pobreza-. La teoría del crecimiento endógeno interpreta la productividad del trabajo a través del conocimiento y la ampliación de capital -capital humano- por medio de la acumulación de conocimiento, educación y salud- para explicar el impacto en el crecimiento económico, aplicando el modelo extendido de RMW (1992).

En los trabajos de Mankiw et al. (1992), Fogel (1994), Aghion & Howitt (1998) y Barro & Sala-i-Martin (1995) se empezó a considerar el rol que podría jugar la salud como determinante del crecimiento. Así, la mayor parte de estos estudios basan la relación tras la idea de que trabajadores más sanos tienen menos problemas de concentración; están más atentos y con más ánimo, y por lo tanto, son más productivos y ganan salarios mayores (Villalobos, 2007, p.5).

A nivel microeconómico, los efectos de la salud en la productividad laboral se pueden percibir en el corto y largo plazo. En el primer caso, la asociación entre salud e ingresos se evidencia en forma directa por la presencia de enfermedades que aumentan el ausentismo y reducen su participación y productividad laboral y, consecuentemente, la generación de ingresos (Rivera y Currais, 2005); en el segundo caso, a través del ciclo de vida de las personas o de los efectos intergeneracionales, según sean las dotaciones iniciales de salud en el hogar; en este marco, se definirá la capacidad de mejorar el nivel de vida de los integrantes del hogar y de las generaciones futuras.

Desde el enfoque macroeconómico e institucional, existe una relación positiva entre los sistemas económicos y de salud. La evidencia internacional demuestra que hay una relación directa entre el gasto público que los países destinan a la salud y el tamaño de la economía o Producto Interno Bruto per cápita -PIBpc- (Arreola, Knaul, Méndez, Borja y Vega, 2001, p.18).

Referentes conceptuales y evidencias micro y macroeconómicas

En la literatura económica se encuentran evidencias empíricas alrededor de la existencia de los impactos de la salud sobre la productividad laboral. En general, existen trabajos a nivel macroeconómico: asociación de la esperanza de vida y el crecimiento económico; y también a nivel microeconómico: relación de la nutrición con el salario; el estado de salud con la productividad de un individuo, entre otras.

Bhargava, Jamison, Lau y Murray (2000) demostraron que el incremento en el estado de salud mejora el nivel de ingreso y este incide, a su vez, en las mejoras en la salud de acuerdo con los distintos niveles de ingreso. Utilizando

la relación entre esperanza de vida e ingreso analizado por Preston (1975), en los modelos especificados por Barro y Sala-i-Martin (1995) para el crecimiento económico, se encontró un efecto mayor del mejor estado de salud sobre el crecimiento en los países de ingresos más bajos.

Bloom, Canning y Sevilla (2004) observaron que un año adicional de esperanza de vida aumenta el PIB per cápita en estado estable en un 4%. Barro (1997) mostró que la esperanza de vida está significativamente correlacionada con el posterior crecimiento económico. Basándose en datos de los años que siguieron a la Segunda Guerra Mundial, Barro estimó que el 10 % de aumento en la esperanza de vida fue capaz de aumentar 0,4 % por año el crecimiento económico (Flores, 2006, p.3).

Ribero (2000) estudió los determinantes de un buen estado de salud de las personas y su incidencia sobre la productividad laboral en Colombia, en los sectores urbano, rural y por género. Su objetivo fue conocer la relación entre los indicadores básicos de salud y productividad, y analizar la manera en que el gasto público en salud podría mejorar la productividad de las personas.

El autor utilizó una función de ingresos tipo minceriana para introducir las variables e indicadores de salud. Empleó información suministrada por la Encuesta Nacional de Hogares (ENH-91), la Encuesta de Caracterización Socioeconómica (CASEN-93), el Ministerio de Salud y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Los resultados obtenidos se resumen en los siguientes términos: la enfermedad es más frecuente entre las mujeres, las personas mayores, en las zonas rurales y entre las personas con menor nivel educativo. Los hombres más educados tienen 6 centímetros más de estatura en relación con aquellos sin ninguna escolaridad, mientras que para las mujeres la diferencia es de 4 centímetros.

Se estimó una función de ingresos por hora tipo Mincer, utilizando como variables del capital humano el número de días incapacitado y la estatura, consideradas como endógenas y estimando el modelo con el método de variables instrumentales, los coeficientes resultaron significativos y con los signos acertados: negativo para la primera variable y positivo para la segunda. Simulaciones de los modelos indican que un centímetro más de estatura incrementaría en 12% los ingresos masculinos y en 5% los femeninos, aproximadamente.

Para Colombia, Mora (1997) analizó, de forma empírica, el efecto del capital salud sobre el crecimiento económico en dos niveles geográficos. Primero, para un conjunto de países latinoamericanos, usando los indicadores disponibles de mortalidad infantil como variable de salud. Segundo, para un subconjunto de países de la región, a saber: Brasil, Colombia y México (por departamentos o estados del país).

Además de contrastar los resultados obtenidos con los alcanzados por Barro (1996a) y analizar su “robustez” mediante límites extremos del tipo Levine y Renelt (1992), se realizaron mediciones más precisas de salud correspondientes a las tasas de mortalidad y/o a los años perdidos por muerte prematura (APMP). Como resultado más relevante, se encontró que los APMP tiene altas significancia en la regresión base y en el límite superior. No obstante, el signo del coeficiente cambia en el límite superior; razón por la cual no supera la prueba de límites extremos. Lo mismo ocurrió con las tasas de mortalidad por causas y por grupos de edad, aunque en este caso la significancia es menor que para los APMP.

En general, se encontró en la literatura especializada amplia evidencia empírica, de la cual se presenta una selección de algunos de los trabajos más pertinentes para la presente investigación, a nivel agregado.

La tabla 1 indica la relativa similitud de algunos resultados, independientemente de la metodología empleada. Para los análisis para un grupo amplio de países, el efecto marginal de la salud sobre el ingreso presentó valores -en todos los casos- entre 3% y 4%. El análisis para los estados de la India arrojó un valor de 6% debido, posiblemente, a dos razones: 1) las características propias de este país; y 2) la serie de datos para el análisis fue menor (1980-1998). Por lo anterior, se puede afirmar que desde el análisis económico, existe consenso a la hora de evaluar el efecto de salud sobre el crecimiento, no solo en cuanto a la existencia de un efecto positivo y significativo, sino también en cuanto a la magnitud del mismo (Monterubbiansi, 2010, p.22).

Tabla 1. Resultados comparativos del efecto de la salud sobre el crecimiento (Monterubbiansi, 2010).

Autor (s)	Variable de salud	años	países	Efecto marginal de la salud sobre el ingreso
Contabilidad del crecimiento económico				
Bloom, Canning y Sevilla (2001, 2004)	Esperanza de vida al nacer	1960-1990	Grupo amplio de países	4%
Bloom y Canning (2005)	Esperanza de vida al nacer	1990-2005	Grupo amplio de países	3%
Enfoque “a la Barro”				
Barro (1998)	Esperanza de vida al nacer	1960-1990	Grupo amplio de países (100 países)	4%
Bhargava, Jamison, Lau y Murray (2001)	Tasa de supervivencia en la adultez / Esperanza de vida al nacer	1965-1990	Grupo amplio de países de bajos ingresos	4%
Jamison, Lau y Wang (2004)	Tasa de supervivencia masculina	1965-1990 (datos cada 5 años)	Grupo amplio de países	4%
Duraisami y Mahal (2005)	Esperanza de vida al nacer	1980-1998	Estados de India	6%

Tabla 2. Resultados comparativos del efecto de la salud sobre el crecimiento (Bloom, Canning y Sevilla, 2004).

Autor (s)	Medición salud (en log)	Coefficiente (error estándar)	Efecto del crecimiento por aumento de esperanza de vida por 5 años	Datos	Estimador
Barro (1996)	Esperanza de vida	0.042 (0.014)	0.33	3 períodos 1965–75, n = 80; 1975–85, n = 87; 1985–90, n = 84	3 etapas de mínimos cuadrados Uso de valores rezagados de varias regresiones con efectos aleatorios
Barro y Lee (1994)	Esperanza de vida	0.073 (0.013)	0.58	2 períodos n = 85 para 1965–75, n = 95 para 1975–85	Ecuaciones aparente/ no relacionadas con efectos aleatorios de los países
Barro y Sala-i-Martin (1995)	Esperanza de vida	0.058 (0.013)	0.46	Dos períodos n = 87 para 1965–75, n = 97 para 1975–85	Ecuaciones aparente/ no relacionadas con efectos aleatorios de los países
Bhargava, Jamison, Lau y Murray (2001)	Tasa supervivencia adultos Log PIBpc	0.358 (0.114) - 0.048 (0.016)	NA	25 años panel con intervalos de 5 años, 1965–1990, N= 92	Efectos aleatorios dinámicos
Bloom, Canning, y Malaney (2000)	Esperanza de vida	0.063 (0.016)	0.50	25 años panel con intervalos de 5 años, 1965–1990, n = 391	Mínimos cuadrados ordinarios
Bloom y Malaney (1998)	Esperanza de vida	0.027 (0.107)	0.21	25 años corte transversal, 1965–1990, n = 77	Mínimos cuadrados ordinarios
Bloom et al. (1999)	Esperanza de vida	0.019 (0.012)	0.15	25 años corte transversal, 1965–1990, n = 80	2 Mínimos cuadrados ordinarios
Bloom and Sachs (1998)	Esperanza de vida	0.29	0.29	25 años corte transversal, 1965–1990, n = 65	Mínimos cuadrados ordinarios
Bloom y Williamson (1998)	Esperanza de vida	0.040 (0.010)	0.32	25 años corte transversal, 1965–1990, n = 78	Mínimos cuadrados ordinarios

Caselli, Esquivel, y Lefort (1996)	Esperanza de vida	- 0.001 (0.032)	0.00	25 años panel con intervalos de 5 años, 1960–1985, n = 91	Método generalizado de momentos Método de Arellano-Bond
Gallup and Sachs (2000)	Esperanza de vida	0.030 (0.009)	0.24	25 años corte transversal, 1965–1990, n = 75	Mínimos cuadrados ordinarios
Hamoudi y Sachs (1999)	Esperanza de vida	0.072 (0.020)	0.57	15 años corte transversal, 1980–1995, n = 78	Mínimos cuadrados ordinarios
Sachs y Warner (1997)	Esperanza de vida Esperanza de vida al cuadrado	45.48 (17.49) - 5.40 (2.24)	0.06	25 años corte transversal, n = 79	Mínimos cuadrados ordinarios

La tabla 2 muestra una selección de los trabajos que incluyen la salud como un determinante del crecimiento económico y la magnitud del efecto sobre el crecimiento. No obstante, estas regresiones no indican si la salud incide de manera directa sobre el crecimiento económico o si es solamente un sustituto de otros factores que no se consideraron o fueron medidos de manera incorrecta, tal como lo sugieren Barro y Sala-i-Martin (1995).

Enfoque microeconómico

Los desarrollos teóricos de mayor uso en la investigación económica relacionada con el capital humano recaen en Becker y Chiswick (1966)⁵. Estos autores propusieron las ecuaciones que sustentan el modelo propuesto:

[1]

$$\ln W_t = \alpha + \beta s + \varepsilon$$

Mincer (1974) incorporó la variable experiencia laboral en la relación que establece el modelo y genera una forma funcional explícita a la razón de la inversión post-escolar, ello permitió elaborar la función salarial de capital humano, la cual se expresa en la siguiente ecuación:

[2]

$$\ln W_t = \alpha + \beta s + \delta_0 X + \delta_1 X^2 + \varepsilon$$

5 Mincer (1958) abordó la relación entre los ingresos y el capital humano usando diferencias compensadas; no obstante, retomó el método de Becker y Chiswick en las posteriores investigaciones (Alejos, 2006).

La relación entre la productividad y el estado de la salud se puede modelar utilizando el modelo de Becker y Chiswick (1966) ampliándolo con la inclusión de la inversión en salud ($C_t = C_s + C_H$), donde C_s y C_H corresponden a inversión en capacitación y salud respectivamente; por lo tanto, ($R_t = R_s + R_H$), llegando a la siguiente expresión:

$$\ln W = \alpha + \beta_1 S + \beta_2 H + \varepsilon \quad [3]$$

Recurriendo a Mincer (1974), la ecuación a estimar se convierte en la “función salarial del capital humano” ampliada con la variable de salud:

$$\ln W_i = \alpha + \beta_1 S_i + \beta_2 H_i + \delta_1 x_i + \delta_2 x_i^2 \quad [4]$$

donde i , W , S , H y x corresponden al i -ésimo individuo⁶, el salario, los años de escolaridad, el estado de la salud y la experiencia laboral respectivamente.

Los datos

Se usaron los datos de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV/2008, DANE). Su potencial de desagregación incluye las nueve regiones geográficas de Colombia a nivel urbano y rural. La información permitió realizar el análisis de corte trasversal de 38.048 individuos, de los cuales 20.578 trabajan y 17.470 no lo hacen. El resumen de las variables se muestra en la tabla 1⁷

⁶ Por motivos de simplificar la notación se suprimirá la i que hace referencia al individuo i .

⁷ Según la legislación colombiana, las personas en este rango se encuentran en capacidad de trabajar; no obstante, para el estudio se seleccionó el grupo etario 18-70.

Tabla 3. Resumen de las variables (con base en la ECV, 2008).

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
logsala	38048	2.929369	5.310352	0	17.32107
ES	38048	2.765086	.6555861	1	4
salud	38048	.7050305	.456035	0	1
trab	38048	.5408431	.4983356	0	1
pat	38048	.2189077	.4135113	0	1
emp	38048	.3219354	.4672245	0	1
esc	38048	7.004231	4.564696	0	36
esc2	38048	69.89516	77.63713	0	1296
exp	38048	22.50152	19.08227	0	91
exp2	38048	870.4421	1173.68	0	8281
cat_ocu	38048	1.240249	.7876301	0	2
atlan	38048	.1401125	.3471083	0	1
orien	38048	.1348823	.3416023	0	1
pac1	38048	.1599821	.3665943	0	1
bog	38048	.0789792	.2697098	0	1
sanam	38048	.0253364	.1571468	0	1
amaz	38048	.0375315	.1900628	0	1
antio	38048	.1350399	.3417707	0	1
valle	38048	.1414529	.3484927	0	1
sexo	38048	.4737174	.4993153	0	1
edad	38048	36.8407	18.3807	12	103
horas	38048	96.28869	106.284	0	480
piso	38048	.0975347	.2966884	0	1
hab	38048	3.496347	1.431591	1	20
sanitario	38048	.8372582	.3691348	0	1
agua	38048	.8377576	.3686779	0	1
zona	38048	.8500053	.357071	0	1
aseg	38048	.8782328	.4489572	0	9
prev	38048	.5430509	.4981497	0	1
enf_cro	38048	.1400599	.3470538	0	1
enf_30d	38048	.1454479	.3525564	0	1
dias_inca	38048	1.012694	6.783211	0	120

La muestra

La muestra a utilizar en este estudio se extrajo de la base de datos de la ECV2008, la cual cuenta con un total de 50.542 personas y al hacer la depuración por edad de trabajar la muestra total es de 33.628, la cual se compone por las siguientes variables:

- En este estudio, se utilizó como variables *proxys* de salud: 1) el estado de salud (*ES*), es categórica y representa la declaración de los individuos de su percepción del estado de salud (Muy bueno, Bueno, Regular y Malo); 2) salud (*Salud*), la cual asume los siguientes valores (*Salud* = 0 si *ES* 1 ó 2 o *Salud* = 1 si 3 ó 4), 3) *enfermedad crónica* (*enf_cro*): se refiere la existencia de una patología permanente reportada por la persona encuestada. Salario (*Sal*): Corresponde al nivel de salario mensual declarado por la persona encuestada; en este se incluye el salario recibido en especie y valorado en unidades monetarias. El 55% de la muestra declara un salario igual a cero (\$0.00) cuyo origen puede ser: 1) la persona no trabaja, 2) la persona trabaja sin remuneración. Este tipo de información se incluyó en la muestra debido a que un trabajador no remunerado es productivo y una persona que no

trabaja puede hacerlo por decisión propia y no porque no sea productivo. Al incluir esta información en la muestra se debe tener en cuenta la censura incidental resultante a la hora de realizar las estimaciones. Horas laboradas (horas) (total de horas laboradas en el mes): se construyó teniendo en cuenta las horas laboradas en la semana pasada reportadas por la persona el día de la encuesta y se multiplicó por cuatro (4) para aproximar su valor mensual.

- Salario por hora (*salhor*): Es el valor en pesos que recibe el individuo por una hora de trabajo.
- Zona (donde habita la persona): 0 = Rural; 1 = Urbano.
- Región (Re) (en la cual vive la persona): 1 = Atlántica; 2 = Oriental; 3 = Central; 4 = Pacífica; 5 = Bogotá; 6 = San Andrés; 7 = Amazonía y Orinoquia; 8 = Antioquia y 9 = Valle.
- Enfermedad últimos 30 días (*enf_30d*): La persona reporta enfermedades, accidentes, problemas odontológicos u otros quebrantos de salud que no haya implicado hospitalización.
- Edad (años cumplidos por la persona encuestada).
- Sexo: Es el género de la persona: 0 = Mujer; 1 = Hombre.
- Piso: (tipo de material del piso la vivienda: 0 = Piso firme; 1 = Piso en tierra o arena.
- Nivel de Educación (*nivedu*) (según reporte del encuestado): 1 = ninguno; 2 = preescolar; 3 = primaria; 4 = secundaria y media; 5 = técnico; 6 = tecnológico; 7 = profesional sin título; 8 = profesional con título; 9 = postgrado sin título y 10 = **postgrado con título**.
- Años de Escolaridad (*esc*) (según reporte del encuestado): 1 a 5: primaria; 6 a 11: secundaria y media; más de 11: superior⁸
- Experiencia Laboral (*exp*) (años de experiencia en el campo laboral): Se calculó de acuerdo a⁹:

⁸ Aunque la ECV2008 contempla la secundaria y media de 6 a 13, el porcentaje de personas que reportaron una educación media asta 12 o 13 es muy pequeño y se homogenizo a 11 para evitar problemas en la descripción y modelación, es decir, una persona con 11, 12 o 13 en años de escolaridad se encontraba en el nivel de educación media.

⁹ La edad para ingresar al sistema educativo es en promedio 6 años y se asume que una vez se termina la época escolar, se inicia la experiencia laboral.

$Exp = Edad - 6 - \text{Años de Escolaridad} \geq 0$

$Exp = Edad - 12$, si $\text{Años de Escolaridad} < 7$ ¹⁰

Aseguramiento (aseg) (vinculación a un régimen de salud: subsidiado, contributivo o especial, como cotizante o beneficiario): 0 = no asegurado y 1 = si asegurado.

Prevención (prev) (consulta médica u odontológica preventiva, de la persona encuestada, en el último año): 0 = no consultó y 1 = si consultó.

Categoría Ocupacional (cat_ocu) (si la persona es empleado o empleador/independiente): 0 = empleador / independiente y 1 = empleado.

Trabaja (trab): (participación o no de la persona en el mercado laboral): 0 = no trabaja y 1 = si trabaja.

Agua: (la persona accede de manera adecuada al agua que consume¹¹): 0 = inadecuada y 1 = adecuada.

Sanitario: (la persona accede de manera adecuada al sanitario que usa¹²): 0 = inadecuado y 1 = adecuado.

Habitaciones (hab): Se refiere al número de habitaciones de la vivienda que ocupan las personas que conforman el hogar.

Diseño metodológico Especificación

El logaritmo del salario se puede expresar en la siguiente función (Becker y Chiswick, 1966; Mincer, 1974):

$$\ln W = f(\text{Años de escolaridad } (S), \text{Experiencia laboral } (x), \text{Salud } (H))$$

En términos econométricos, dicha función se expresa de la siguiente forma¹³:

$$\ln W = \alpha + \beta_1 S + \beta_2 H + \delta_1 x + \delta_2 x^2 + \varepsilon \quad [5]$$

¹⁰ Este condicionante se usa para que la edad de iniciar laboralmente sea 12 y no menor.

¹¹ Se consideró que las alternativas acueducto público, acueducto comunal, pozo con bomba, pozo sin bomba y agua embotellada son de acceso y calidad adecuada. Ver pregunta C20 del manual de recolección.

¹² Se consideró que las alternativas inodoro conectado a alcantarillado e inodoro conectado a pozo séptico es un acceso y calidad adecuada. Ver pregunta C9 del manual de recolección.

¹³ Para todos los modelos utilizados: los signos positivos no indican el signo esperado, sino una generalización.

$$\ln W = \alpha + \beta_1 S + \beta_2 H + \delta_1 x + \delta_2 x^2 + \varepsilon \quad [6]$$

donde $\varepsilon \sim iid N(0, \sigma^2)$ recoge aquellos factores no explícitos que afectan la variabilidad del salario, y se asume que en promedio, su valor esperado es igual a cero.

Teniendo en cuenta el desarrollo teórico y empírico revisado, se sabe que dicho modelo presenta algunos problemas implícitos, que como resultado, generan unos parámetros sub o sobre estimados; por lo tanto, se requiere profundizar en cada uno de dichos problemas y en su posible solución, para obtener resultados consistentes y adecuados; entre estos problemas se mencionan: sesgo de habilidad; errores de medición y decisión de participación o no en el mercado laboral.

En la estimación del modelo 6 se utilizarán las siguientes metodologías:

1. Mínimos cuadrados ordinarios (MCO)
2. Técnica de variables instrumentales
3. Método de Heckman (1979)

La utilización de variables instrumentales se justifica por la endogeneidad de la variable categórica estado de salud H , que se espera sea corregida. Por su parte, la utilización del método de Heckman se debe a que se presenta sesgo incidental. Con base en lo anterior, se puede afirmar que si se estima la productividad por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) se obtienen estimadores inconsistentes. Lo anterior se debe al problema “Decisión de participación o no en el mercado laboral” y a la “endogeneidad simultánea” entre productividad y salud.

Estimación

Debido a la bidireccionalidad entre la variable salud y la productividad, se establece la siguiente metodología de estimación:

a. El modelo estructural se puede expresar de acuerdo a la siguiente ecuación¹⁴:

$$\ln W_i^* = \alpha + X_{i1}\beta + X_{i2}\gamma + \delta H_i + u_i \quad [7]$$

$X_{i1} = f(\text{edad, sexo, escolaridad, experiencia, categoría ocupacional, } p. \text{ laboral})$

$X_{i2} = f(\text{zona, región})$

¹⁴ La estimación de la función 3 considerando a la variable H como exógena, indicaría el efecto correlacional entre salud y productividad, es decir, relación unidireccional.

donde:

i : Se refiere al i -ésimo individuo

$\ln(W_i)$: es el logaritmo natural del salario del i -ésimo individuo

X_{i1} : es un vector de características individuales incluyendo mediciones de habilidad como escolaridad y experiencia

X_{i2} : es un vector de características de la vivienda

H_i : es una variable categórica indicando estado de la salud

b. Modelo reducido

$$H_i = \alpha^* + X_{i1}\beta^* + X_{i2}\gamma^* + Z_i\delta^* + v_i \quad [8]$$

$Z_i = f(\#_habitaciones, \text{aseguramiento}, \text{piso}, \text{agua}, \text{sanitario}, \text{prevención}, \text{enfermedad crónica})$

donde:

i : Se refiere al i -ésimo individuo

Z_i : es un vector que incluye a las variables instrumentales

X_{i1} : es un vector de características individuales incluyendo mediciones de habilidad, como escolaridad y experiencia.

X_{i2} : es un vector de características de la vivienda.

H_i : es una variable categórica indicando estado de la salud.

Y se asume:

$$E v_i = 0 \text{ y } Cov Z_i v_i = 0$$

Las ecuaciones (7) y (8) componen el método de MCO en dos Etapas (2SLS por sus siglas en inglés).

La estimación de la ecuación (7) se hace de acuerdo a lo sugerido por Mincer (1974) y, por lo tanto, se tiene en cuenta la presencia de una ecuación que explica la participación laboral (9), que debe permitir la corrección del problema de sesgo de selección de la función de salarios, para ello se recurre a Heckman (1979).

$$L_i = \alpha^* + X_{i1}\beta^* + X_{i2}\gamma^* + Z_i\delta^* + \varepsilon_i \quad [9]$$

La primera etapa de este método consiste en realizar la estimación de la ecuación reducida a través de un modelo Probit, para obtener los valores ajustados de .

La segunda etapa consiste en hacer una regresión sustituyendo los valores ajustados, obtenidos durante la primera etapa, en la ecuación estructural.

Análisis de resultados

En la Tabla 3 se observan los resultados de los modelos estimados recurriendo a diferentes metodologías, para aprovechar las ventajas de cada una de ellas y

poder establecer el modelo que mejor se ajusta a los datos. Se relacionan los siguientes seis modelos: 1) mínimos cuadrados ordinarios con variable salud exógena sin corrección de sesgo (*OLS EX_SCS*), 2) mínimos cuadrados ordinarios con variable salud exógena con corrección de sesgo (*OLS EX_CS*), 3) mínimos cuadrados ordinarios en 2 etapas con variables instrumentales (para salud) sin corrección de sesgo (*2SLS IV_SCS*), 4) mínimos cuadrados ordinarios en 2 etapas con variables instrumentales (para salud) con corrección de sesgo (*2SLS IV_CS*), 5) Heckman estimado por máxima verosimilitud con variables instrumentales (para salud) (*HECKMAN IV*) y 6) Heckman estimado por máxima verosimilitud con variable salud exógena (*HECKMAN EX*).

Tabla 4. Resultados de seis modelos propuestos

Variable	(1) OLS EX_SCS	(2) OLS EX_CS	(3) 2SLS IV_SCS	(4) 2SLS IV_CS	(5) HECKMAN IV	(6) HECK- MAN EX
LN (SALARIO *HORA)						
Salud	0.198***	0.156***	0.275***	-0.053	-0.033	0.150***
Escolaridad	0.077***	0.072***	0.075***	0.074***	0.078***	0.074***
Experiencia	0.038***	0.021***	0.038***	0.019***	0.011***	0.013***
Experiencia ²	-0.001***	-0.000***	-0.001***	-0.000***	-0.000***	-0.000***
Atlántico	-0.250***	-0.214***	-0.255***	-0.200***	-0.244***	-0.256***
Oriental	-0.066	-0.068	-0.068	-0.064	-0.071	-0.072*
Pacífico	-0.233***	-0.237***	-0.225***	-0.257***	-0.320***	-0.291***
Bogotá	0.211***	0.235***	0.207***	0.248***	0.316***	0.301***
San Andrés y Prov.	0.088	0.065	0.076	0.097	0.129	0.092
Amazonas	0.02	0.004	0.02	0.004	-0.017	-0.013
Antioquia	-0.032	-0.025	-0.031	-0.03	-0.04	-0.032
Valle	-0.109**	-0.05	-0.113**	-0.037	0.006	-0.01
Ind. Trabajo		-0.604***		-0.632***		
Constante	6.493***	7.012***	6.433***	7.197***	7.416***	7.234***
Exp. de Max. Produc.	34	38	34	34	27	32
athrho					-0.594***	-0.565***
Insigma					0.061***	0.052***
Pruebas de Sobreidentificación de Restricciones						
Sargan (score) chi2(2)			0.15939	3.73944		
Basmann chi2(2)			0.15909	3.73364		
Prueba de Endogeneidad; Ho: La variable (Salud) es Exógena						
Durbin (score) chi2(1)			0.927439	6.30817**		
Wu-Hausman F(1,7907)			0.925908	6.30122**		
* p<.1; ** p<.05; *** p<.01						

El indicador de trabajo (Ind. Trabajo) se construyó a través de la metodología Probit para generar el inverso de Mills (Heckman, 1979) (ver Anexo B) y utilizar o no, en los modelos el sesgo de selección. De igual manera, la variable salud se insertó en los modelos de manera exógena o endógena¹⁵; en el primer caso, se refiere a la variable construida a partir de la información reportada por cada individuo sobre su estado de salud, tal que, si el estado reportado es bueno-muy bueno o malo-regular, la variable salud asume el valor 1 o 0 respectivamente; en el segundo caso, la variable salud es estimada en función de los instrumentos endógenos y exógenos (ver Anexo A)¹⁶

En los resultados de la Tabla 4 también se puede observar que la variable escolaridad tiene signo positivo y es estadísticamente significativa en todos los modelos. En cuanto a las variables experiencia y experiencia al cuadrado, el signo es positivo y negativo respectivamente, y ambas tienen significancia estadística; estos resultados eran los esperados para estas variables. Por otra parte, cada modelo reportó los años de experiencia de máxima productividad (Exp. de Max. Produc.). También se puede observar que la región Central es la única que no se incluye dentro de la estimación, debido a que se usa como base y es la de interés para el análisis. Las regiones Atlántico, Pacífico y Bogotá son estadísticamente significativas y las dos primeras tienen signo negativo.

La variable salud presentó significancia estadística y signo positivo en aquellos modelos donde se consideró exógena y en el modelo 2SLS IV_SCS; sin embargo, este modelo no hace la corrección del sesgo de selección. En aquellos en que se considera endógena y se corrige el sesgo de selección, la salud es negativa pero no reporta significancia estadística.

Con el fin de determinar el modelo que mejor se ajusta a los datos, se procedió de la siguiente manera: en primer lugar, se verificó si el sesgo de selección existe o no, para ello se recurrió a la estimación por Heckman¹⁷ de este modo, la salud se asumió tanto exógena como endógena, y se realizó la prueba de razón de verosimilitud de independencia, cuya hipótesis nula asume que el parámetro ρ es cero (ver Anexos C.5 y C.6).

La prueba indicó que la hipótesis nula no se acepta, es decir, existe el sesgo de selección; ante este resultado, los modelos (1) y (3) se descartaron; en segundo lugar, se contrastó si la variable salud es o no endógena y si los instrumentos utilizados eran adecuados, para esto se estimaron los modelos (3) y (4), en los que se consideró a la salud como variable endógena y exigen el uso de los

¹⁵ De forma exógena para determinar relación correlacional y de manera endógena para determinar relación bidireccional.

¹⁶ En los modelos 2SLS se hizo uso del comando `ivregress 2SLS` en STATA 12. El cual permite hacer la regresión en dos etapas haciendo uso de los instrumentos exógenos y endógenos.

¹⁷ La estimación se hizo a través de máxima verosimilitud debido a las características (dummies y categóricas) de las variables independientes.

instrumentos; de éstos el modelo (3) fue descartado debido a que no involucra el sesgo de selección, y el modelo (4) indicó que los instrumentos utilizados son adecuados (pruebas Sargan y Basman)¹⁸ y que la variable salud era endógena (pruebas Durbin y Wu-Hausman). Se sabe que el sesgo de selección existe y que la salud es endógena, de este modo, los modelos (4) y (5) satisfacen ambas condiciones para explicar bidireccionalidad, mientras que los modelos (2) y (6) explicaron unidireccionalidad (de salud a productividad).

Con el fin de elegir uno de cada pareja de modelos se recurrió a la prueba de Hausman, la cual indica que los estimadores de HECKMAN IV - 2SLS IV_CS y HECKMAN EX - OLS EX_CS no son significativamente diferentes (H_0). Por tanto, cuando se rechazó H_0 , se indicó que los estimadores sí serían diferentes, y se podría concluir que HECKMAN IV y HECKMAN EX prevalece sobre 2SLS IV_CS y OLS EX_CS respectivamente. Los resultados de la prueba (ver Anexo D) indican que el modelo (ν) prevalece sobre el (4) y que el (6) lo hace sobre el (2).

Finalmente, se estableció que los modelos resultantes para el análisis fueron (5) y (6); en estos se tiene que un año adicional de escolaridad incrementa el salario por hora en 7,8% y 7,4%; un año adicional de experiencia aumenta el salario por hora en 1,1% y 1,3%, llegando a la productividad máxima a los 27 y 32 años de experiencia laboral; de ahí en adelante, el efecto es negativo. De igual manera, los resultados indican que pasar de la región central a la región atlántica o pacífica, disminuye el salario por hora en 24,4%, 25,6% y 32%, 29,1% respectivamente, en cambio, pasar a la región Bogotá, aumenta el salario por hora en 31,6% y 30,1%; las demás regiones no representan cambios frente a la región central (nota: los cambios porcentuales son datos promedio).

Para la variable salud se encontró que el modelo (5) tiene signo negativo y no es estadísticamente significativo, lo que indica que en las distintas regiones colombianas, durante el año 2008 no hay evidencia empírica que demuestre la bidireccionalidad entre las variables salud y productividad laboral. En el modelo (6), por su parte, se halló que el coeficiente es positivo y estadísticamente significativo, es decir, se demuestra que existe relación de correlación positiva entre dichas variables (de salud a productividad laboral). Por tanto, pasar de un estado de salud mal-regular a otro bueno-muy bueno, incrementa el salario por hora -en promedio- 15%.

Enfoque macroeconómico

Con la incorporación del capital humano (educación) en el modelo estándar de Solow, se elaboró el nuevo modelo de Mankiw *et al* (MRW, 1992), el cual parte

18 Cuando se aplica el método generalizado de los momentos (MGM), se utiliza la prueba estándar de Sargan y Basman para determinar la validez de los instrumentos.

de las siguientes situaciones e identidades:

$$Y_t = (K_t)^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha}; \quad 0 < \alpha < 1$$

$$L_t = L_{t-1} (1 + n)$$

$$A_t = A_{t-1} (1 + G)$$

$$S = s Y; \quad S \equiv i_t$$

$$K_t = K_{t-1} (1 + \delta) + I_t$$

Para formalizar esta nueva relación se utiliza MRW (1992) teniendo en cuenta, también, la variable salud al explicar la variación de la productividad entre países. Para ello, se considera una economía estándar con una función de producción agregada del tipo Cobb-Douglas (Ogunleye y Eris, 2008, 114).

El modelo de Solow ampliado con las variables educación y salud:

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta A_t L_t^{1-\alpha-\beta} \quad [10]$$

$$\alpha > 0; \quad \beta > 0; \quad \alpha + \beta \leq 1$$

donde,

Y = producto

K = *stock* de capital físico

L = número de trabajadores

A = nivel de la tecnología

H = *stock* de capital humano

En este modelo se asumen retornos constantes para las variables K , H y L ; los supuestos que se indican a continuación, están referidos a la dinámica de trabajo, capital, conocimiento y capital humano:

$$a) K_t = S_k Y_t; \quad b) L_t = \eta L_t; \quad c) A_t = g A_t; \quad d) H_t = S_H Y_t$$

Expresando (10) por unidad de producción efectiva de trabajo:

$$y_t = k_t^\alpha h_t^\beta \quad [11]$$

donde,

S_k = es la fracción de capital dedicado a la acumulación de capital físico

S_H = es el porcentaje de recursos dedicado a la acumulación de capital humano

η = es la tasa de crecimiento de la población

g = es la tasa de crecimiento de conocimiento.

En relación con el modelo de crecimiento económico endógeno y los nuevos desarrollos teóricos sobre la incidencia de la salud como variable explicativa, Barro (1996)¹⁹ elaboró un modelo donde: el producto depende de los insumos capital físico K_t , nivel de educación de los trabajadores S_t , capital salud de los trabajadores H_t , (este recoge la productividad de los trabajadores y la disminución en el ausentismo) y la cantidad de horas trabajadas L_t .

Barro (1996) asume una función de producción Cobb-Douglas del siguiente tipo:

$$Y_t = (A K_t)^\alpha (S_t)^\beta (H_t)^\gamma (L_t e^{xt})^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad [12]$$

Aplicando el método de estimación de mínimos cuadrados en tres etapas, Y_t se define como variable dependiente: crecimiento PIB per cápita, y como variables independientes o explicativas: PIB (log); escolaridad masculina secundaria y superior; expectativa de vida al nacer (log); PIB (log)* escolaridad masculina; tasa de fertilidad (log); consumo del gobierno; índice de estado de derecho; términos de intercambio; índice de democracia; índice de democracia al cuadrado y tasa de Inflación.

Metodología

Partiendo de las discusiones evidenciadas en los antecedentes de investigación y del marco teórico, se tiene un sistema que relaciona la bidireccionalidad entre crecimiento económico y salud de tal forma que:

$$Y_t = f(L_t, K_t, H_t, S_t)$$

$$S_t = f(MI_t, MM_t, FEC_t, NAT_t, GASALUD_t, Y_t)$$

En donde Y_t hace referencia al crecimiento del producto, L, K, H y S, son las variables observadas desde el modelo de Solow ampliado a salud, es decir, Mano de Obra, Capital, Capital Humano y Salud, respectivamente. De igual forma, el sistema considera que la Salud (Esperanza de Vida) se explica por variables como Mortalidad Infantil (MI), Mortalidad Materna (MM), Fecundidad (FEC), Natalidad (NAT), Gasto en Salud (GASALUD) y del comportamiento en el Crecimiento Económico (Y).

A partir del anterior sistema, se deben considerar las siguientes funciones:

$$Y_t = A_t^\alpha L_t^\beta K_t^\gamma H_t^\epsilon S_t^\zeta \quad [13]$$

¹⁹ Existe un trabajo adicional al del Barro y es el desarrollado por Knowles y Owen (1997); ellos construyen un modelo de crecimiento económico de trabajo efectivo con salud y educación y hacen las estimaciones para las ecuaciones estructurales allí desarrolladas. Se encuentra que la salud es más significativa que la educación para explicar el desempeño del producto (Gallego, 2001, p.10).

$$S_t = A_t^\eta MI_t^\theta MM_t^\phi FEC_t^\lambda NAT_t^\xi GASALUD_t^\rho Y_t^\rho \quad [14]$$

Para ello se requiere de un proceso en dos etapas: en la primera se anida el comportamiento del crecimiento económico y sus determinantes de la ecuación (13) sobre la ecuación (14); posteriormente se estiman los valores de la variable correspondiente a la salud, y como segunda etapa se realiza la estimación de la ecuación (14), con el fin de establecer el impacto de la salud sobre el crecimiento económico, anidándola sobre la ecuación (13).

En otros términos, la forma reducida quedará expresada cómo:

$$\ln Y_t = A_t + \beta \ln L_t + \gamma \ln K_t + \varepsilon \ln H_t + \zeta \ln S_t + \varepsilon_t \quad [15]$$

En el análisis econométrico y siguiendo a Wooldrige (2006), se considera una función general desde la estructura Datos de Panel; en tal sentido, se cuenta con el enfoque simple en donde se omiten las dimensiones de espacio y tiempo, calculando los estimadores desde el método usual de Mínimos Cuadrados Ordinarios -MCO- a partir de la expresión:

$$Y_{it} = X_{it} \beta + \mu_{it} \quad [16]$$

Con el subíndice i expresando cada uno de los Departamentos, t el año y ε correspondiente al ruido estadístico.

Desde la perspectiva econométrica, el interés se centra en la determinación de los efectos parciales de las variables explicativas x_i sobre la explicada y desde una función de regresión con la forma $E(y / x_1, x_2, \dots, x_k, c)$ y bajo un modelo lineal en el que la constante entra de manera aditiva sobre los x_i se llegará a la expresión:

$$E(y, x, c) = \beta_0 + X\beta + c \quad [17]$$

La discusión anterior gira en torno al componente c_i , en la medida que se puede abordar desde la perspectiva de efectos fijos o efectos aleatorios; inicialmente se consideró que el intercepto se podría abordar como una variable aleatoria o simplemente un parámetro a estimar. De manera tradicional en la literatura de Panel Data (Wooldrige, 2006) c_i se denomina “Efectos Aleatorios” cuando se trata de una variable aleatoria y “Efectos Fijos” cuando se trata de un parámetro a estimar para cada observación de corte transversal (i). Para ello, se utilizará la variación porcentual del PIB como proxy de crecimiento económico; población económicamente activa como proxy de mano de obra; valor de los activos en libros como proxy de capital; gasto en educación como proxy de capital humano; esperanza de vida como proxy de salud; tasa de mortalidad infantil; tasa de mortalidad materna; tasa de fecundidad; tasa de natalidad; y gasto en salud, para cada uno de los 25 departamentos considerados en la muestra y con un periodo de 1990 a 2010 con periodos quinquenales de la información.

Tabla 5: Estadística descriptiva: Variables utilizadas en el modelo

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Tasa de Fecundidad	3.1	0.6	1.9	4.8
Tasa Bruta de Nacimiento	25.5	4.8	16.7	37.0
Tasa Bruta de Mortalidad	6.3	1.0	4.1	8.9
Esperanza de Vida	70.2	3.0	62.5	77.1
Tasa de Mortalidad Infantil	35.9	11.4	16.0	68.1
PEA	960,317	975,162	32,078	5,100,000
Gasto en Salud	54,393	81,853	1,728	400,560
Gasto en Educación	42,809	73,571	639	430,989
Total Activos	2,020,000,000	3,300,000,000		16,000,000,000
Producto Interno Bruto	3,018,892	4,017,673	159,705	21,500,000

Resultados empíricos

En esta sección se presentan los resultados de la estimación correspondiente a las 2 etapas de las diferentes fases que determina la bidireccionalidad entre salud y crecimiento económico descrita en la sección anterior (Ecuaciones 13 y 14). Teniendo en cuenta que las observaciones del modelo consideran un panel de datos de 25 departamentos y 5 periodos entre 1990 y 2010 de manera quinquenal; en las diferentes etapas se requiere la estimación de modelos agrupados, de efectos fijos y efectos aleatorios. Para seleccionar el modelo más apropiado de los dos, se emplea la prueba de Hausman y la prueba Breush-Pagan. El modelo de efectos aleatorios se estima utilizando mínimos cuadrados generalizados (MCG) y métodos de máxima verosimilitud (MV). En las estimaciones de MV se utiliza la distribución de media normal.

1 Fase: Impacto de la Salud sobre el crecimiento económico

Una vez establecido el valor de la esperanza de vida como medida proxy de la salud (ver Anexo G), se incorpora en la siguiente ecuación para determinar su efecto sobre el crecimiento económico:

$$\ln Y_{it} = \alpha + \beta \ln L_{it} + \gamma \ln K_{it} + \varepsilon \ln H_{it} + \zeta \ln S_{it} + \varepsilon_{it}$$

Tabla 6. Modelos para estimar el crecimiento económico

Lpibp	Datos Agrupados	Efectos	
		Fijos	Efectos Aleatorios
Lpea	0.9799*** (0.1261)	0.7733** (0.1833)	0.5482** (0.14310)
Ledup	-0.3321* (0.1007)	0.2100** (0.0620)	0.1589* (0.07661)
Ltactp	0.0333 (0.0189)	0.0336 (0.0274)	0.03521 (0.02816)
Levhat	5.9539*** (0.7730)	1.1736 (0.8503)	2.4834** (0.87123)
Cons	-21.4182*** (3.2354)	-3.6794 (2.0631)	-5.7628* (2.30253)
$\sigma\mu$		0.4260	0.2895
$\sigma\varepsilon$		0.0989	0.0989
ρ		0.9488	0.8954

Nota: Errores estándar entre paréntesis (*), (**) y (***) denotan significancia estadística al 10, 5 y 1%, respectivamente.

A partir del test de “*Breusch and Pagan*” para efectos aleatorios y prueba “*F restrictive*”, se encuentra evidencia a favor del modelo de efectos aleatorios y Efectos fijos, respectivamente, de igual forma, con el test de Hausman “*Fixed Random*” se demuestra que el modelo de mejor ajusta a los datos obedece al de efectos aleatorios.

Los resultados indican que la salud ejerce una relación positiva al crecimiento económico, es decir, en la medida que se mejoren las condiciones de salud en la población colombiana, se favorece el crecimiento económico, se destaca tanto la significancia estadística, como el nivel de impacto que ejerce la esperanza de vida como proxy de salud sobre el crecimiento económico.

De igual forma, la población económicamente activa y el gasto en educación resultan ser determinantes en el crecimiento económico con efectos positivos sobre el mismo, es coherente con la intuición económica que a mayor fuerza laboral, mayores efectos se tendrá sobre el crecimiento económico, con el mismo comportamiento por parte del capital humano.

Desde la perspectiva conceptual se reconoce que la salud es un componente básico del capital humano y con ello se presentan estímulos al crecimiento económico, encontrando evidencia a favor para el caso colombiano durante el periodo considerado en el estudio. Se entiende entonces que las mejores condiciones

en la esperanza de vida de la población en los diferentes departamentos considerados en el estudio, afecta las condiciones macroeconómicas tal como lo proponen Rivera y Currais (2005).

En este sentido, los resultados se encuentran en la misma línea del Banco Mundial (1993), en el sentido que la tasa de mortalidad infantil y las tasas de fecundidad favorecen las características de la salud y con ello se presentan mejores niveles en la esperanza de vida de la población colombiana, tal como lo indican los determinantes de la salud en la primera etapa del ejercicio de medición.

2 Fase: Impacto del crecimiento económico sobre la Salud

Una vez establecido el valor del crecimiento económico (ver Anexo G), se incorpora en la siguiente ecuación para determinar su efecto sobre la salud:

$$\begin{aligned} \ln Si_t = & A_{it} + \theta \ln MI_{it} + \vartheta \ln MM_{it} + \lambda \ln FEC_{it} + \xi \ln NAT_{it} \\ & + \rho \ln GASALUD_{it} + \rho \ln Y_{it} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

Tabla 7. Modelos para estimar la salud

	Datos Agrupados	Efectos Fijos	Efectos Aleatorios
Ltmi	-0.0307** (0.0089)	-0.087*** (0.0095)	-0.0438** (0.0114)
Ltbn	-0.1840*** (0.0108)	-0.1046*** (0.0135)	-0.1564*** (0.0281)
Lfec	0.1168** (0.0348)	-0.0875* (0.0345)	0.0043 (0.0498)
Ltbn	-0.2029*** (0.0345)	0.1045** (0.0340)	-0.0945* (0.0514)
Lgasal	-0.0198** (0.0045)	-0.0115** (0.0030)	-0.0089* (0.0048)
lpibphat	0.0252** (0.0046)	0.0847*** (0.0149)	0.0146** (0.0059)
_cons	5.0587*** (0.0869)	3.4129*** (0.2461)	4.8721*** (0.1715)
$\sigma\mu$		0.0686	0.0104
$\sigma\varepsilon$		0.0081	0.0081
ρ		0.9864	0.6252

Nota: Errores estándar entre paréntesis (*), (**) y (***) denotan significancia estadística al 10, 5 y 1%, respectivamente.

Una vez realizadas las pruebas de “Breusch and Pagan”, “F restrictive” y Hausman “Fixed Random” se constató que el modelo de mejor ajuste a los datos corresponde al de efectos fijos. A partir de estos resultados se observó que el crecimiento económico favorece las condiciones de salud, en la medida que su relación resulta positiva, es decir, en la medida que se presente un mayor crecimiento económico, se mejoran las condiciones de salud en la población colombiana.

De manera contraria a Casas (2000), se encontró que los cambios en el PIB de Colombia como proxy de crecimiento económico, explica de manera significativa la variación en la esperanza de vida al nacer con impactos similares, es decir, en la medida que el producto se incrementa en promedio un 10%, la esperanza de vida se asocia con un año extra de esperanza de vida del 0,14% más alta.

De igual forma, se observó que aquellas variables relacionadas con la mortalidad ejercen una relación significativa pero negativa con la esperanza de vida: en la medida que disminuyan la tasa de mortalidad infantil y la tasa bruta de mortalidad, entonces se presenta un mayor nivel de esperanza de vida, además, se espera un mayor impacto desde la tasa bruta de mortalidad.

En síntesis y en consonancia con Barro (1996b) y Devlin y Hansen (2001), se encontró evidencia -en los departamentos de Colombia- de una relación bidireccional entre economía y salud, en otros términos, mejores condiciones de salud tienden a favorecer el crecimiento económico, por su parte, mayor crecimiento económico genera incrementos en la acumulación en salud.

Conclusiones

El estudio planteó el análisis de la relación de bidireccionalidad entre la salud y la economía. Para el enfoque microeconómico se definieron como variables proxys el estado de salud y el salario por hora, respectivamente. Según las estimaciones realizadas en este trabajo, no existe evidencia empírica de la relación bidireccional entre las variables de análisis para las regiones colombianas, en el año 2008.

Se encontró, en cambio, que existe una relación de correlación entre las variables de salud (estado de salud) y productividad (salario por hora); vale decir, se presentó la unidireccionalidad entre la productividad como variable dependiente o expresada en función de la salud como variable independiente. Los datos permiten afirmar que el tránsito de un estado de salud mal-regular a otro bueno-muy bueno, incrementa el salario por hora -en promedio- 15%. En general, se encontró que un año adicional de escolaridad y experiencia incrementan, en promedio, 7,6 % y 1,23% el nivel de salario por hora. Además, la productividad se hace máxima con 30 años de experiencia laboral, aproximadamente. Respecto al análisis interregional, resultó que la migración

desde la región Central hacia la de Atlántico y/o Pacífico, el salario por hora disminuye; en tanto que hacia Bogotá, aumenta.

El análisis del modelo Probit (Anexo A) permitió corroborar la relación positiva entre la salud y las variables escolaridad y consulta preventiva, lo cual es coherente con la teoría; asimismo, hallar una relación negativa entre la salud y las variables días de incapacidad, enfermedad crónica y experiencia laboral. También se encontró que habitar en las regiones Pacífica, Oriental, Amazonía y Antioquia, disminuye la probabilidad de tener un estado de salud bueno-muy bueno; por su parte, Valle y San Andrés, aumentan dicha probabilidad.

Además, el análisis del modelo Probit (Anexo B), igualmente permitió identificar la relación positiva entre trabajo y las variables sexo, edad y jefe, es decir, ser hombre, aumentar años de vida y ser jefe de hogar, aumenta la probabilidad de participar en el mercado laboral, mientras que las variables días de incapacidad, reportar enfermedad en los últimos 30 días, enfermedad crónica, años de experiencia laboral y poseer propiedad raíz (χ^2), disminuye dicha probabilidad.

A partir de la información organizada en el panel de 25 departamentos y 5 periodos entre 1990 y 2010 por períodos quinquenales, se encontró una correlación significativa entre las variables gasto en salud, producto interno bruto, total de activos, gasto en educación y población económicamente activa, con coeficientes superiores a 0,86. De manera contraria, se presentó una baja correlación ente gasto en salud, tasa bruta de mortalidad, esperanza de vida y tasa de mortalidad infantil, con valores inferiores a 0,45.

De lo anterior se puede inferir que las mejores condiciones de salud favorecen el desempeño económico -evidencia a favor de la bidireccionalidad entre salud y crecimiento económico-, en la medida en que el modelo de efectos aleatorios empleado en la primera fase arrojó una relación positiva y significativa entre dichas variables, es decir, la proxy esperanza de vida generó efecto directo sobre las condiciones económicas de los 25 departamentos considerados en la muestra. De igual forma, en el modelo de efectos fijos de la segunda fase se encontró una relación positiva y estadísticamente significativa entre las variables referenciadas, con la relación causal del otro sentido, es decir, el crecimiento económico resultó positivo en el momento de explicar las condiciones de salud, medida a partir de la esperanza de vida -para el caso colombiano- durante el periodo de análisis.

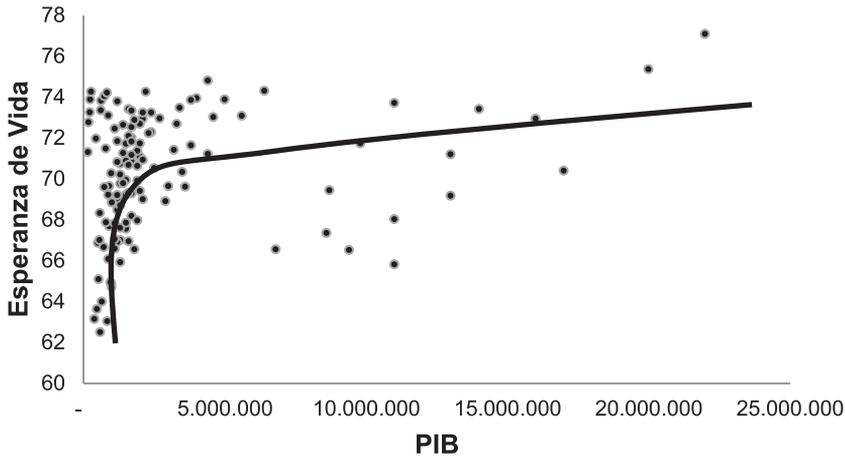


Figura 1. Curva de Preston. Relación positiva entre esperanza de vida y PIB.

La relación bidireccional, que se refiere a un carácter acumulativo en términos de Bloom *et al* (2004), se interpreta en este caso como mejores condiciones de salud en los departamentos de Colombia que favorecen el crecimiento económico y de manera simultánea, este último permite mejorar los niveles de salud, medida desde la esperanza de vida, con una estabilización a partir de cierto nivel, explicado por el proceso natural de envejecimiento, como se observa en la figura 1.

De igual forma, se encontró evidencia a favor de la relación propuesta por Preston (1975), en la que se plantea una fuerte y positiva asociación entre los niveles de ingreso nacionales y la esperanza de vida en los países más pobres, medida en el presente estudio a partir de la esperanza de vida y el PIB de los 25 departamentos de Colombia considerados en la muestra. Se observó que cuando el PIB de los departamentos en Colombia aumenta, el nivel de la esperanza de vida también se incrementa; no obstante, después de cierto nivel, el comportamiento de la curva de la esperanza de vida se aplana, explicado por el proceso biológico de envejecimiento de la población.

Asimismo, se determinó que la esperanza de vida presentó una relación inversa y estadísticamente significativa con la tasa de mortalidad infantil y la tasa bruta de mortalidad, de manera particular, el gasto en salud indicó efectos inversos sobre la esperanza de vida, pero dicha relación no es estadísticamente significativa; similar comportamiento se observó con el gasto en educación.

Desde esta perspectiva, los resultados son coherentes con la evidencia del Banco Mundial (1993), en el sentido que las tasas de mortalidad infantil y fecundidad favorecen las características de la salud, y estas inciden a través de mejores niveles de esperanza de vida de la población colombiana, tal como lo indican los determinantes de la salud en la primera etapa del ejercicio de medición.

Frente a los determinantes del crecimiento económico, se halló que la población económicamente activa (PEA) ejerció, durante el período de estudio, una relación positiva; cuando la PEA se incrementó en una unidad porcentual, se mejoró el crecimiento económico cerca del 0,7% con una relación fuerte desde la perspectiva estadística. A su vez, se encontró evidencia en los modelos de crecimiento endógeno, debido a que el gasto en educación indicó una relación positiva y con significancia estadística. De acuerdo con los resultados del estudio y a la evidencia señalada por Barro (1996b) y Devlin y Hansen (2001) se confirmó que en los departamentos de Colombia existe una relación bidireccional entre economía y salud: mejores condiciones de salud tienden a favorecer el crecimiento económico, por su parte, mayor crecimiento económico genera incrementos en la acumulación en salud.

Con base en los resultados más relevantes que arrojó este estudio, los autores recomiendan, en términos de política social en salud, incrementar el gasto público hacia la cultura de consulta preventiva y elevar la cobertura y calidad de la educación.

Las presentes conclusiones, si bien son finales del estudio, se pueden considerar a la vez de carácter parcial, toda vez que esta problemática no presenta resultados concluyentes cuando se comparan la teoría y las evidencias empíricas, tanto en el ámbito nacional como internacional, circunstancia que incentiva la realización de nuevas investigaciones.

Referencias

- Aghion, Philippe and Howitt, Peter (1998). *Endogenous Growth Theory*. Cambridge, MA. MIT. Press. EUA.
- Alejos, Alejandro (2006). La elección del sector laboral y los retornos a la educación en Guatemala. *Estudios Sociales / Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales (IDIES)*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, *Revista Estudios Sociales* No. 75.
- Arreola, Héctor; Knaul, Felicia; Méndez, Oscar; Borja, Christian y Vega, Margarita (2001). *Pobreza y salud: una relación dual*. Recuperado en: www.imss.gob.mx/publicaciones/salud/.../Economía1191.pdf
- Barro, Robert y Sala-i-Martin, Xavier (1995). *Crecimiento Económico*. Mc Graw-Hill, 539 pp. EUA.
- Barro, Robert (1996a). *Determinants of Economic Growth: a cross country empirical study*. National Bureau Economic Research (NBER) Working Paper 5698. Series. EUA.
- Barro, Robert (1996b). "Health and Economic Growth." Harvard University, Cambridge, MA. Processed. EUA.

- Barro, Robert (1997). *Determinants of Economic Growth*. Cambridge: MIT Press. EUA.
- Becker, Gary and Chiswick, Barry (1966). Education and the distribution of earnings. En: *American Economic Review*, Vol. 56, No. 1/2. Citado por Alejandro Alejos (2006), en: *La elección del sector laboral y los retornos a la educación en Guatemala*. *Revista Estudios Sociales* No. 75.
- Bhargava, Alok; Jamison, Dean; Lau, Lawrence and Murray, Christopher (2000). "Modeling the Effects of Health on Economic Growth". WHO/GPE Discussion Paper Series: No. 33.
- Bloom, David E., David Canning y J. Sevilla, 2004, "The Effect of Health on Economic Growth: A Production Function Approach", *World Development*, vol. 32, págs. 1-13. Elsevier Ltd. Printed in Great Britain. Recuperado de: www.elsevier.com/locate/worlddev
- DANE. Encuesta de Calidad de Vida. 2008. Disponible en el Programa de Economía. UCP.
- Devlin, Nancy y Paul, Hansen (2001). "Health Care Spending and Economic Output: Granger Causality", en *Applied-Economics-Letters*, vol. 8, N° 8. Nueva York: Routledge, pp.561-64.
- Flores, Gretchen (2006). La salud como factor de crecimiento económico. Recuperado de: webpages.ull.es/users/jfmartin/SALUD.pdf
- Fogel, Robert (1994): *Economic growth, population theory, and physiology: the bearing of long-term processes on the making of economic policy*, Nobel lecture. NBER Working Paper No. 4638 (Also Reprint No. r1909). Recuperado de: www.econ.iastate.edu/.../EconomicGrowthPopulatio...
- Gallego, Juan (2001). "Aspectos teóricos sobre la salud como un determinante del crecimiento económico". *Lecturas de Economía*, 54, pp.35-55. Universidad de Antioquia. Colombia.
- Heckman, James (1979), "Sample Selection Bias as a Specification Error", *Econometrica*, Vol. 47, N° 1, pp. 153-162. Recuperado de: www.aep.org.ar/anales/works/works2010/monterubbianes.pdf
- Knowles, Stephen and Owen, Dorian (1997). Education and health in an effective-labour empirical growth model. *Economic Record*, 73, pp. 314-28. Nueva Zelanda.
- London, Silvia; Temporelli, Karina y Monterubblanesi, Pablo (2009). Vinculación entre salud, ingreso y educación. Un análisis comparativo para América Latina. *Economía y Sociedad*, Vol. XIV, Núm. 23, pp. 125-146. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

- Levine, Ross and Renelt, David (1992). A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions. *American Economic Review* 82: 942–963. En: Mora (1997). La salud en el crecimiento económico de América Latina.
- Mankiw, Gregory; Romer, David and Weil, David (MRW, 1992). “A contribution to the empirics of economic growth”, *Quarterly Journal of Economics*. En: Antonio Pulido y Julián Pérez (2006). Las causas del crecimiento económico. Un tema para debate. *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 24, núm, pp.94–103. Asociación Internacional de Economía Aplicada. Valladolid. España.
- Mincer, Jacob (1958). Investment in human capital and personal income distribution. En: *Journal of Political Economy*, Vol. 66, No. 4. pp. 281–302. Citado por Alejandro Alejos (2006), en: La elección del sector laboral y los retornos a la educación en Guatemala. *Revista Estudios Sociales* No. 75
- _____ (1974). Schooling, experience, and earnings. New York: National Bureau of Economic Research. Citado por Alejandro Alejos (2006), en: La elección del sector laboral y los retornos a la educación en Guatemala. *Revista Estudios Sociales* No. 75.
- Monterubbiansi, Pablo (2010). Una aproximación al análisis económico de la relación entre salud y crecimiento. *Anales. Asociación Argentina de Economía Política. XLV Reunión Anual*. Recuperado de: www.aiep.org.ar/anales/works/works2010/monterubbianses.pdf
- Mora, Humberto (1997). La salud en el crecimiento económico de América Latina. En: *Salud, crecimiento y distribución en Latinoamérica y el Caribe: Un estudio de determinantes y comportamiento regional y local*. CIDE-FEDESARROLLO-FUNSAUD. Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C. EUA.
- Ogunleye, Eric and Eris, Bilge (2008). A human capital and economic growth: comparative analysis of the impact of knowledge and health on economic growth in Nigeria and Turkey. *The Journal of Knowledge Economy & Knowledge Management*, Volume III Spring. Recuperado de: www.beykon.org/2008/EOgunleye-BEris.pdf
- Preston Samuel (1975): “The changing relation between mortality and level of economic development”. *Population Studies*, 29, 231–48. Oxford, University.
- Ribero, Rocío. (2000). Salud y productividad laboral en Colombia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, N° 45. CEDE. Universidad de Los Andes. Bogotá. Colombia.
- Rivera, Berta y Currais, Luis (2005). La inversión en salud como gasto público productivo: un análisis de su contribución al crecimiento económico. Universidad de La Coruña. *Presupuesto y Gasto Público*. Secretaría General de Presupuestos y Gastos. Instituto de Estudios Fiscales. España. Recuperado de: www.ief.es/.../publicaciones/...gasto_publico/39_InversionSalud.pdf

Strauss, John and Thomas, Duncan (1997). "Health and wages: Evidence on men and women in urban Brazil". *Journal of Econometrics* 77 (1): 159-186.
Recuperado de: www.rand.org/content/dam/rand/.../DRU1089.pdf

Villalobos, Pablo (2007). ¿Cómo afectan a los salarios distintas dimensiones de la Salud? Instituto de Economía. Pontificia Universidad Católica de Chile.
Recuperado de: www.economia.puc.cl

Wooldridge, Jeffrey (2006). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. The MIT. Press, Cambridge, Inglaterra.