

# Convergencia en producto per cápita: Evidencia para Suramérica

Molero Oliva, Leobaldo Enrique

## Resumen

El objetivo del presente artículo consiste en analizar la evidencia empírica para contrastar la hipótesis de convergencia en el producto per cápita de un grupo de diez economías pertenecientes a la región de Suramérica. En ese sentido, el estudio utiliza datos de series de tiempo, para el lapso comprendido entre 1951 y 2009, y corte transversal para diez países de Suramérica acerca del producto interno bruto per cápita de cada economía (en US\$ constantes de 2000) como medida del producto promedio per cápita a partir de la series dispuestas en *Penn World Tables 7.0* (Summer *et al.*, 2011). Con base en la teoría neoclásica del crecimiento económico, y en particular el modelo de Solow (1956) con rendimientos marginales decrecientes y cambio técnico exógeno, se contrasta la hipótesis de convergencia por medio de dos de los métodos comúnmente utilizados para tal fin como lo son la convergencia beta  $\beta$  absoluta y la convergencia sigma  $\sigma$  para el lapso 1951-2009, así como otros subperíodos, utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Los resultados obtenidos sugieren que, en promedio, si existe convergencia beta durante 1951-2009. Sin embargo, la evidencia por décadas muestra una tendencia a la convergencia hasta finales de 1980, que se revierte a partir de 1990.

**Palabras clave:** Convergencia, producto per cápita, teoría neoclásica, convergencia beta, convergencia sigma.

## *Convergence in Per Capita Output: Evidence for South America*

## Abstract

The objective of the present article is to analyze empirical evidence in order to compare the hypothesis of convergence in the per capita output of a group of ten economies belonging to the South American region. The study uses data from series over time, during the lapse between 1951 and 2009; it is a transversal study of ten South American countries regarding the gross domestic product per capita for every economy (in US\$ constants for 2000) as a measure of the average product per capita using the series set forth in *Penn World Tables 7.0* (Summer *et al.*, 2011). Based on the neoclassical theory of economic growth, and especially the model of Solow (1956) with diminishing marginal returns and exogenous technical change, the hypothesis of convergence is contrasted using two of the methods commonly employed for this purpose, which are the absolute beta convergence and the sigma convergence for 1951-2009, as well as other sub-periods, using ordinary least squares (OLS). Results suggest that, on the average, beta convergence existed during 1951-2009. Nevertheless, the evidence by decade shows a trend toward convergence until the end of 1980, which is reverted starting in 1990.

**Key words:** Convergence, per capita output, neoclassical theory, beta convergence, sigma convergence.

\* Economista (Universidad del Zulia). Magíster en Economía, mención Macroeconomía y Política Económica (LUZ). E-mail: [lmolerooliva@gmail.com](mailto:lmolerooliva@gmail.com).

Recibido: 13-11-20 • Aceptado: 14-04-26

## Introducción

“Una de las cuestiones que más interés ha suscitado en la literatura empírica sobre el crecimiento es si los países pobres tienden a crecer más rápidamente que los países ricos” (Romer, 2006:33). En el ámbito de la teoría del crecimiento económico esta cuestión es abordada por el campo de estudio conocido como convergencia, la cual plantea, en forma general, que al considerar un grupo de países o regiones  $\Lambda$  durante un lapso de tiempo  $\tau$ , desde  $\tau_0$  hasta  $\tau_T$  ( $\tau = 0, 1, 2, \dots, T$ ), los países que arranquen en  $\tau_0$  con niveles de producto per cápita más bajos, presentarán mayor crecimiento promedio, durante todo el periodo, que los países ubicados en la parte superior de la distribución inicial en  $\tau_0$ . Dados un conjunto de supuestos, discutidos más adelante, el modelo teórico garantiza que en el largo plazo el producto per cápita de los países pobres convergerá hacia los niveles dispuestos por los más ricos. Esta hipótesis, por sí misma tentadora, supone fuertes implicaciones para el bienestar económico mundial<sup>11</sup> así como para la comprensión de las desigualdades internacionales e interregionales. En tal sentido, y de acuerdo con Sala-i-Martin (2002), el interés en estudiar la convergencia se centra, después de todo, en saber si en el mundo la calidad de vida de los pobres tiende a mejorar más rápido que la de los ricos, o si los ricos mejoran y los pobres empeoran respecto a su situación inicial.

La hipótesis de convergencia encuentra antecedentes, en la década de los ochenta del siglo XX, en los trabajos pioneros de Baumol (1986) y De Long (1988). Luego, a partir de los aportes fundamentales de Barro (1991), Barro y Sala-i-Martin (1991, 1992 y 1995), y Sala-i-Martin (1996), con base en el modelo

de Solow, y el ingreso de conceptos como convergencia beta ( $\beta$ ) y convergencia sigma ( $\sigma$ ), durante la década de los noventa el estudio de la convergencia encontró un auge a nivel internacional, siendo hoy día una hipótesis popular dentro de las discusiones sobre macroeconomía y economía regional (Mavroudeas y Syriopoulos, 1998).

Los trabajos efectuados dentro de este campo han abarcado desde un conjunto de 98 países a nivel mundial hasta grupos menos numerosos y con características más homogéneas, como en el caso de países de la OCDE, Europa Occidental o Centroamérica, e incluso regiones dentro de un mismo país, como prefecturas en Japón, estados en Estados Unidos y/o provincias en España. Si bien la teoría económica predice convergencia, las pruebas empíricas han brindado sustento al debate (Barro y Sala-i-Martin, 1991) en torno a si los países pobres convergen hacia los países ricos, o más bien se han quedado atrasados con respecto a estos últimos. Por ejemplo, el trabajo de Barro y Sala-i-Martin (1991) para 48 estados o territorios de los Estados Unidos durante el lapso 1880-1988, con base en el modelo de Solow con rendimientos marginales decrecientes, encontró evidencia significativa y fuerte, desde el punto de vista estadístico, de convergencia para los estados que componen los Estados Unidos. Según este estudio, los 48 estados durante 1880-1988 estuvieron convergiendo en promedio a una tasa de 1,75% anual. Del mismo modo, Barro y Sala-i-Martin (1995) encontraron evidencia de convergencia para 91 regiones, pertenecientes a ocho países de Europa Occidental, durante el lapso 1950-1990, tal como lo predice la teoría neoclásica del crecimiento. La tasa de convergencia estimada fue, aproximadamente, 2%

anual, resultado compatible con los obtenidos para los Estados Unidos (Barro *et al.*, 1997).

Al extender el análisis de convergencia al caso de 98 países para los cuales se dispuso de datos para 1960-1985, Barro y Sala-i-Martin (1992) no encontraron evidencia de convergencia; es decir, no hallaron una relación significativa, y con el signo esperado, entre el producto per cápita inicial y la tasa promedio de crecimiento del periodo. Pero, al efectuar la regresión de convergencia para una submuestra de 20 países, del total de 98, pertenecientes a la OCDE, si encontraron una relación negativa entre el producto inicial y el crecimiento, de modo que para este caso si hubo convergencia durante 1960-1985, no obstante la tasa de convergencia para este grupo de países fue considerablemente menor (1%) a la estimada en el caso de los estados norteamericanos y las regiones europeas. Otros estudios también han rechazado evidencia de convergencia, lo cual ha planteado problemas significativos para el modelo teórico que subyace detrás de la hipótesis, por tanto el debate aún continúa. Tal parece que cuando se analizan países con características comunes si se encuentra que los mismos convergen, más cuando se efectúan regresiones para países heterogéneos la evidencia no muestra signos inequívocos de convergencia.

En el caso de América Latina se han efectuado estudios para las regiones (departamentos) que componen Colombia (Bonet y Meisel, 1999), Perú (Chirinos, 2008), México (Esquivel, 1999), municipios en Brasil (Laurini *et al.*, 2005 y Azzoni, 2001), entre otros<sup>2</sup>, pero también a nivel de países. Esto último se encuentra en Martín Mayoral (2010), quien empleó datos de 18 países de América Latina para estimar convergencia entre 1950 y 2008. Los resultados arrojados permitieron al autor concluir que el período comprendido entre los

años 1950 y 1985 se caracterizó por un lento proceso de convergencia hacia niveles comunes de producto per cápita entre los países analizados, y a partir de 1985, aumentó tanto la velocidad de convergencia beta como la dispersión en el producto per cápita (convergencia sigma).

Este trabajo toma en cuenta los antecedentes y la evidencia empírica disponible para verificar si las diez economías que componen Suramérica efectivamente han convergido, empleando datos para el lapso 1951-2009. En otros términos, interesa conocer si la evidencia empírica muestra signos de convergencia entre las economías en estudio, o si por lo contrario la región ha estado marcada por una divergencia en el producto per cápita de sus miembros. Es decir, acá se toma un subgrupo de países de América Latina, que por sus relaciones físicas, políticas, institucionales no es absurdo afirmar que parten de un estado estacionario similar, lo que es lo mismo disponen de más o menos parecidas dotaciones de capital, trabajo y tecnología, para luego mediante algunas regresiones estándar dentro de la literatura buscar evidencia que permita contrastar la hipótesis de convergencia. Las series de tiempo utilizadas corresponden a datos del producto per cápita en paridad de poder adquisitivo (PPA) expresadas en dólares de Estados Unidos a precios constantes del año 2000 dispuestas en *Penn World Tables* (PWT) en su versión 7.0 (Summer *et al.*, 2011). Si bien PWT dispone de datos a partir de 1950, para el caso de los países que abarca este trabajo el año en cuestión sólo muestra cifras de la variable de interés para siete de los diez (Chile, Ecuador y Paraguay a partir de 1951), por tanto, se dispone por conveniencia y facilidad 1951-2009 como el lapso de estudio, esto es 59 observaciones. Este lapso permite disponer

en cada momento  $\tau$  ( $\tau = 0, 1, 2, \dots, 59$ ) observaciones de cada país ( $i = 1, 2, \dots, 10$ ) bajo análisis.

## 1. Modelo de Solow e hipótesis de convergencia

En la literatura empírica sobre la convergencia existe un consenso general en ubicar las bases de esta hipótesis principalmente en el trabajo de Solow (1956), del cual se deriva, luego de ciertas manipulaciones algebraicas, una ecuación susceptible de ser estimada empíricamente que relaciona de manera inversa el crecimiento promedio per cápita y el nivel inicial de producto per cápita. Una relación inversa entre estas variables significa que los países pobres, a largo plazo, tienden a crecer más rápido que sus pares ricos, de modo tal que los niveles de producto per cápita convergerán hacia el nivel de producto medio mundial, acortándose con ello las diferencias en niveles de bienestar material entre los que inicialmente eran más ricos y los más pobres. El modelo de Solow parte de una función de producción general del tipo<sup>33</sup>:

$$Y_t = F\left(K_t, A_t H_t\right) \quad (1)$$

Donde el subíndice  $t$  denota el tiempo, e  $Y$  es el nivel de producto agregado que es una función positiva y creciente de dos factores: el stock de capital ( $K$ ) y el nivel agregado de factor trabajo ( $H$ ). Este último se encuentra multiplicado por la tecnología ( $A$ ), de modo que el progreso técnico incorporado es neutral en el sentido de Harrod. La función de producción descrita en (1) presenta rendimientos constantes a escala tanto en ( $K$ ) como en ( $AK$ ) (trabajo efectivo). Si se duplica la cantidad de capital y de trabajo efectivo, entonces también se du-

plica<sup>4</sup> (Romer, 2006). Luego, la función de producción puede ser convertida a su forma intensiva, por el supuesto de rendimientos constantes a escala. Denotando  $\gamma = \frac{1}{AH}$  entonces:

$$F\left[\left(\frac{1}{AH}\right)K, \left(\frac{1}{AH}\right)AH\right] = F\left(\frac{K}{AH}, 1\right) = \left(\frac{1}{AH}\right)F(K, AH) \quad (2)$$

Con  $\frac{K}{AH}$  como la cantidad de capital por unidad de trabajo efectivo, mientras  $F\left(\frac{K}{AH}, 1\right)$  es  $\frac{Y}{AH}$ , el producto por unidad de trabajo efectivo. Definiendo:  $k = \frac{K}{AH}$  y  $y = \frac{Y}{AH}$ , entonces (2) puede reescribirse como  $y = f(k)$ , que expresa la producción por unidad de trabajo efectivo como una función del capital por unidad de trabajo efectivo. El modelo supone que  $f(k)$  satisface las condiciones  $f(0) = 0$ ,  $f'(k) > 0$ ,  $f''(k) < 0$ .

Esto significa que la productividad marginal del capital es positiva, pero disminuye conforme aumenta la cantidad de capital (el capital presenta rendimientos marginales decrecientes). En términos gráficos, la curva que relaciona  $k$  e  $f(k)$  tiene pendiente positiva, y cualquier punto sobre esta curva representa la productividad marginal del capital por unidad de trabajo efectivo  $PMak$ . La relación positiva indica que a medida que el cociente  $\frac{K}{AH}$  aumenta, por un aumento de  $K$  (el trabajo efectivo  $AH$  se mantiene fijo), entonces también aumenta. Sin embargo cada aumento adicional de  $k$  originará un aumento cada vez me-

nor en  $y$ , por tanto la pendiente de la curva se hará menos empinada.

Este supuesto es importante para entender el proceso de convergencia entre países o regiones. En una economía desarrollada aumentos adicionales de capital por unidad de trabajo efectivo generaran rendimientos cada vez menores. Si no existen barreras a la movilidad de capitales, entonces lo anterior representa un incentivo para que el capital se desplace hacia economías menos desarrolladas, donde la productividad marginal del capital, y por tanto las ganancias, resultan mayores. Luego, en estas regiones el producto por unidad de trabajo efectivo debe converger hacia el nivel ostentando por los países desarrollados.

El modelo supone dadas las dotaciones iniciales de capital, trabajo y tecnología. Estas dos últimas variables crecen a tasas constantes  $\Delta H_t = nH_t$  y  $\Delta A_t = gA_t$ , con  $n$  y  $g$  como parámetros exógenos positivos. De este modo, el producto crece a una tasa igual a  $g + n^5$ .

Por otra parte, la producción ( $Y$ ) únicamente tiene dos destino: el consumo o a la inversión, de ahí que  $Y = C + I^6$ . Como por definición, bajo economía cerrada, el ahorro es igual a la parte del ingreso que no se consume, esto es  $S = Y - C$ , entonces tenemos la identidad ahorro igual a inversión  $S \equiv I$ . Esto sugiere que bajo una economía cerrada para acumular capital y ostentar crecimiento la economía debe posponer consumo (Barro *et al.*, 1997). Una economía cerrada implica que no existen transacciones con el sector externo (tanto de bienes y servicios como financieras) o, en otros términos, el superávit o déficit externo es irrelevante. En el caso de economías abiertas la igualdad  $S \equiv I$  no es necesariamente cierta, porque los saldos derivados de  $S \neq I$  pueden ser cubiertos mediante el saldo de la

balanza de pagos con el resto del mundo. Sin embargo, la evidencia empírica muestra que las diferencias entre ahorro e inversión en el largo plazo no son tan marcadas, por tanto considerar una economía cerrada, en realidad, no es un mal supuesto (De Gregorio, 2007).

La parte del producto destinada a la inversión, es decir, la parte del ingreso que las economías familiares deciden ahorrar, es una fracción constante (tasa de ahorro) de  $Y$ , que cumple  $0 < \phi < 1$ . Además, el capital se deprecia a una tasa constante y exógena  $\delta$ , tal que  $\delta > 0$ . Con estos supuestos, el modelo establece que:

$$\Delta K_t = \phi Y_t - \delta K_t = \phi F(K_t, A_t, H_t) - \delta K_t \quad (3)$$

Expresión que puede ser presentada en su forma intensiva (ecuación 4), suponiendo que la fuerza laboral y la población total crecen a la misma tasa.

$$\Delta k_t = \phi y_t = \delta k_t = i_t = \delta k_t \quad (4)$$

Ajustando en (4) por el crecimiento del trabajo efectivo  $g + n$ , es posible, luego de algunas operaciones algebraicas<sup>7</sup>, obtener la expresión fundamental de Solow:

$$\Delta k_t = \phi y_t - (g + n + \delta)k_t = \phi f(k_t) - (g + n + \delta)k_t \quad (5)$$

Esta expresión indica que la inversión neta es igual a la inversión bruta, la parte del ingreso que no se consume, menos la depreciación y la tasa de crecimiento del trabajo efectivo. Desde el punto de vista gráfico  $\Delta k$  es la diferencia entre la curva de la inversión bruta y la línea recta que representa la inversión de reposición, la necesaria para mantener constante el capital por trabajo efectivo. Si una economía parte de  $k(0)$ , la inversión bruta es mayor que la inversión de reposición en ese punto y  $\Delta k$  es positiva. De ahí, el acervo de capital por unidad de trabajo efectivo comienza

a aumentar en el tiempo, y continuará en tanto la inversión neta sea positiva  $\Delta k > 0$ . En otros términos,  $k$  aumentará en tanto  $k < k'$ , y  $k$  se acerque su valor en el estado estacionario  $k'$ . Cuando se alcance  $k = k'$  entonces  $\Delta k = 0$ . Así pues, independientemente de cuál sea su posición inicial,  $k$  converge a  $k'$ . La aproximación de  $k$  hacia  $k^*$  implica que  $y$  converge entonces hacia su valor de estado estacionario  $y^*$ , dado que  $y = f(k)$ . Por tanto, la bondad del modelo básico radica en que evaluando el comportamiento de  $k$  se está modelando la transición de  $y$  hacia su valor en el estado estacionario.

Finalmente, la tasa de crecimiento de  $k_t - k$  es aproximadamente constante e igual a  $-\lambda$ ,  $k_t - k^* \approx e^{-\lambda t} [k(0) - k^*]$  (Romer, 2006). Con ello es posible demostrar que  $y$  se aproxima a  $y^*$  a la misma tasa a la que  $k$  tiende a  $k^*$ . La tasa de crecimiento del proceso de transición desde cualquier valor de  $k$  y  $y$  hacia sus respectivos valores estacionarios depende de la función de producción, de la tasa de ahorro y de depreciación, de la tasa de crecimiento del trabajo (población), y de la tecnología.

## 2. Convergencia: Una precisión conceptual

Bajo el marco del modelo de Solow han sido expuestos y reconocidos tres tipos de convergencia (Mavroudeas y Syriopoulos, 1998). El primer concepto es el de convergencia beta  $\beta$  absoluta o no condicionada, que plantea una relación inversa entre producto per cápita inicial y crecimiento promedio per cápita:

$$\frac{1}{T} \ln \left( \frac{y_i, \tau T}{y_i, \tau 0} \right) = \frac{1}{T} (\ln y_i, \tau T - \ln y_i, \tau 0) = \alpha + \beta \ln(y_i, \tau 0) + \varepsilon_i, \tau T \quad (6)$$

Donde es el producto per cápita del  $i$ -ésimo país o región en  $\tau$  ( $\tau = 0, 1, 2, \dots, T$ ), y el lado izquierdo representa el crecimiento del producto per cápita entre el momento  $\tau_0$  y  $\tau_T$ . Esta especificación si da como resultado un coeficiente de regresión sobre el producto per cápita inicial menor que cero  $\beta < 0$ , significaría que los países en estudio convergieron. Alternativamente,  $\beta > 0$  está indicando que, en promedio, los inicialmente ricos crecieron a tasas relativamente superiores con respecto a los países pobres del grupo, por tanto existe divergencia en la distribución. Bajo convergencia  $\beta$  se parte del supuesto que los países en análisis presentan el mismo estado estacionario o, lo que es lo mismo, parten con parecidos valores en los parámetros del modelo teórico: tasa de ahorro, tasa de depreciación, acceso a la tecnología, tasa de crecimiento de la población y tasa de crecimiento de la fuerza laboral. Otra forma de ver (6) es en su forma no lineal propuesta por Barro y Sala-i-Martin (1991) para dar cuenta explícitamente la dinámica de transición de (5) al estado estacionario:

$$\begin{aligned} \frac{1}{T} (\ln y_i, \tau T - \ln y_i, \tau 0) &= \chi + \frac{1}{T} (1 - e^{-\lambda T}) \\ & (\ln y_i^*, \tau 0 - \ln y_i, \tau 0) + \varepsilon_i, \tau T \\ \frac{1}{T} (\ln y_i, \tau T - \ln y_i, \tau 0) &= \chi + \left[ \left( \frac{1}{T} \right) (1 - e^{-\lambda T}) (\ln y_i^*, \tau 0) \right] - \\ & \left[ \left( \frac{1}{T} \right) (1 - e^{-\lambda T}) (\ln y_i, \tau 0) \right] + \varepsilon_i, \tau T \quad (7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{T} (\ln y_i, \tau T - \ln y_i, \tau 0) &= \alpha + \left[ - \left( \frac{1}{T} \right) (1 - e^{-\lambda T}) \right] \\ & (\ln y_i, \tau 0) + \varepsilon_i, \tau T \quad (8) \end{aligned}$$

Donde  $\alpha$  es una forma de presentar el término  $X + \left[ \left( \frac{1}{T} \right) (1 - e^{-\lambda T}) (\ln y_i^*, \tau 0) \right]$ , mientras la expresión que premultiplica al producto inicial en el lado derecho de la ecuación (la expresión entre corchete en 8),

$-\left(\frac{1}{T}\right)(1 - e^{-\lambda T})$  no es más que  $\beta$  en (6) con  $\lambda$  como la velocidad de convergencia (si  $\lambda > 0$  entonces existe convergencia).

El concepto de convergencia beta-absoluta encontró enseguida críticas desde el lado de los teóricos de los modelos de crecimiento endógeno<sup>8</sup>. Para estos autores las previsiones del modelo teórico en cuanto a la convergencia en producto per cápita se encontraban alejadas de la realidad, a la luz de los datos de la economía internacional, particularmente a partir de la década de los setenta, que mostraban más bien divergencia entre los países ricos y los pobres<sup>9</sup>. Según estos modelos, algunos tipos de capital, como el capital humano, presentan rendimientos marginales crecientes, o en otras palabras, a medida que la economía se desarrolla y se acerca a su estado estacionario no necesariamente el rendimiento de algunos bienes de capital disminuyen, por lo que la economía podría crecer indefinidamente.

Del lado de la teoría del crecimiento exógeno la respuesta fue que sus modelos no intentaban predecir convergencia entre todos los países, sino más bien entre aquellos con el mismo valor de estado estacionario, lo que implica que tengan la misma función de producción e iguales valores de tasa de depreciación, tasa de ahorro, tasa de crecimiento de la población y de la fuerza laboral, además del acceso a las mismas tecnología. Bajo este caso, el modelo con rendimientos marginales decrecientes predice que el capital se trasladará a los países con niveles bajos de razón capital/población, que son aquellos inicialmente pobres (menor razón producto/población). Para controlar por diferencias en los parámetros fundamentales, y ser aplicable al conjunto heterogéneo de países a nivel mundial, surge el concepto de convergencia  $\beta$  condicionada o relativa:

$$\frac{1}{T}(\ln y_{i,\tau T} - \ln y_{i,\tau 0}) = \alpha + \left[ -\left(\frac{1}{T}\right)(1 - e^{-\lambda T}) \right] (\ln y_{i,\tau 0}) + \psi X_{i,\tau T} + \varepsilon_{i,\tau T} \quad (9)$$

Donde  $X_{i,\tau T}$  es un vector de variables para controlar por diferencias en el estado estacionario. Este vector de variables representa la única diferencia entre las ecuaciones (8) y (9). De acuerdo a Barro *et al.* (1997) es posible entonces que la convergencia relativa ayude a explicar el no cumplimiento de la convergencia en algunos casos, por ejemplo, el estudio de Barro y Sala-i-Martin (1992).

A pesar de este nuevo planteamiento las críticas a los modelos neoclásicos y sus hipótesis de convergencia, absoluta o condicional, no cesaron en este punto. Autores como Quah (1993) enfatizaron varias críticas, entre ellas la debilidad intrínseca del modelo debido a la presencia de raíces unitarias en las series de producto per cápita. En ese sentido, Quah (1993) alega que “las interpretaciones habituales dadas en estudios empíricos sufren de una falacia clásica en los estudios de regresión” (1993)<sup>10</sup>, y que durante el periodo de postguerra los datos y la evidencia muestra que los países ricos continuaron siendo los más ricos, los inicialmente pobres continuaron siendo más pobres, y un grupo inicialmente de ingresos medio ha tendido a desaparecer.

Desde el lado de los autores neoclásicos la respuesta fue dada en forma de un nuevo concepto de convergencia, llamado convergencia sigma ( $\sigma$ ), el cual mide la desviación estándar de la distribución del producto a través del tiempo (Sala-i-Martin, 1996). Si la desviación estándar muestra una tendencia a la baja conforme avanza el tiempo entonces esto es evidencia de convergencia entre los países. Usualmente este tipo de convergencia es estimada por medio de una relación de la forma:

$$SDy_{\tau} = \left[ \left( \frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n (\ln y_{i,\tau} - \ln \bar{y}_{\tau})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

Donde  $SDy_{\tau}$  indica desviación estándar del logaritmo del producto per cápita  $y$ . La desviación estándar en  $\tau$  es igual a la raíz cuadrada de la varianza en  $\tau$ , o la varianza elevada al exponente  $\frac{1}{2}$ . La varianza se estima como la sumatoria, desde 1 hasta  $n$ , de las diferencias al cuadrado del producto per cápita del  $i$ -ésimo país o región ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) menos el producto promedio, dividido por el tamaño muestral.

Como se mencionó anteriormente, en la actualidad el debate en torno a la convergencia continúa. En el siguiente aparte se estima la ecuación (6) mediante mínimos cuadrados ordinarios para verificar si existe evidencia de convergencia en Suramérica. Luego los resultados obtenidos se complementan con la estimación de la desviación estándar de la distribución de producto per cápita como medida de convergencia sigma (ecuación 10).

### 3. Convergencia beta ( $\beta$ ) no condicionada y sigma ( $\sigma$ ) $\beta$ : Estimaciones

#### 3.1 Convergencia beta $\beta$

Antes de abordar la presentación de los resultados de la regresión conviene presentar brevemente algunos datos referidos a las variables y a los países en estudio. Esta cuestión se realiza principalmente para obtener una aproximación del comportamiento del crecimiento (%) per cápita entre estos diez países y con ello ver si, por lo menos, los inicialmente más pobres presentaron durante el lapso de estudio tasas más altas de crecimiento que sus pares ricos de la región. En ese sentido, el

Cuadro I presenta algunas estadísticas que sirven para obtener una visión general del desempeño de estos países.

Así pues, el Cuadro I expone algunos datos referidos a los niveles de producto per cápita en los años extremos de la serie, y el crecimiento per cápita promedio de los países en estudio entre 1951-2009, y por décadas.

Un primer acercamiento a la información presentada permite mencionar que algunos países pobres en 1951 (Brasil y Colombia) muestran las mayores tasas de crecimiento entre 1951-2009. Sin embargo, la evidencia muestra que otros países, también inicialmente más pobres, como es el caso de Paraguay, apenas crecieron por debajo de la media del conjunto de diez países. El caso de Brasil es resalante, y ya ha sido reportado por Martín Mayoral (2010). Siendo el segundo más pobre de la región en 1951, este país pudo cuadruplicar su nivel de producto per cápita entre 1951 y 2009, lo que se traduce en una tasa de crecimiento del producto per cápita del 2,6% promedio anual, significativamente mayor a la del resto de los países del cuadro (173% superior a la media del grupo). Por su parte, Paraguay apenas obtuvo una tasa media mayor a la de Bolivia y Venezuela, aun siendo inicialmente pobre.

La evidencia presentada en el cuadro sugiere en líneas generales el cumplimiento de la hipótesis de convergencia en el grupo, más o menos homogéneos, de países de Suramérica. Esta evidencia también se encuentra en De Gregorio (2007), quien encontró convergencia entre grupos similares de países, entre ellos un grupo de América Latina.

En el caso de los datos presentados en el cuadro anterior, países como Brasil, Chile y Colombia, ciertamente disfrutaron un mayor crecimiento promedio en el lapso 1951-2009, lo que propició que mejoraran significativamente su posición dentro de la distribución, y se acercaran

**Cuadro I**  
**Suramérica. PIB per cápita 1951 y 2009, y tasa de crecimiento medio**

	PIB per cápita 1/		Crecimiento						
	1951	2009	51-59	60-69	70-79	80-89	90-99	00-09	51-09
Argentina	5.869,8	11.983,1	0,1	2,0	1,1	-2,2	3,1	2,7	1,2
Bolivia	3.450,8	3.815,0	-2,8	0,6	2,2	-2,0	1,5	1,6	0,2
Brasil	1.798,3	8.144,0	3,5	3,5	5,3	-0,7	0,5	1,6	2,6
Chile	3.284,8	12.093,7	0,7	2,1	0,6	0,8	4,7	2,4	2,2
Colombia	2.144,5	7.504,3	1,2	1,7	2,9	0,8	2,0	2,5	2,1
Ecuador	2.225,6	6.179,8	1,9	0,9	5,5	-1,4	-0,1	2,4	1,7
Paraguay	1.779,4	3.742,0	0,3	0,8	5,7	0,4	-1,0	0,9	1,3
Perú	3.157,0	7.228,1	0,4	3,1	0,4	-0,6	1,9	3,6	1,4
Uruguay	4.848,1	11.037,9	-0,5	0,0	2,4	-2,6	3,5	2,5	1,4
Venezuela	5.797,3	9.100,0	2,9	2,3	1,6	-2,7	0,6	0,9	0,8
Promedio	3.435,6	8.082,8	0,8	1,8	2,4	-1,2	1,9	2,2	1,5

1/ Producto interno bruto per cápita medido en US\$ constantes de 2000.

Fuente: Elaboración propia (2012) a partir de *Penn World Tables 7.0* (2011).

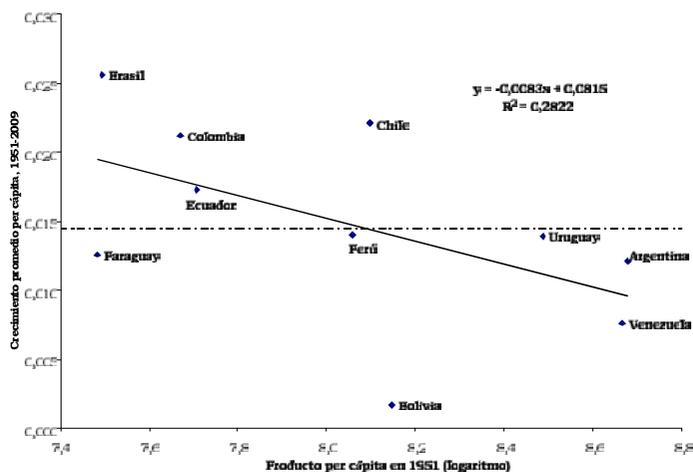
a los niveles de ingresos de los inicialmente ricos, como Venezuela, Argentina y Uruguay. Sin embargo, también es posible ver que otros países pobres, por lo contrario, no crecieron al ritmo esperado bajo el marco teórico.

Para obtener resultados más concluyentes utilizamos los datos disponibles para probar la validez de la teoría y verificar la hipótesis de convergencia  $\beta$ . En este punto es necesario comentar un aspecto relacionado con la forma en que por lo general se estima la convergencia  $\lambda$ . En ese sentido, y de acuerdo a Esquivel (1999), la tasa o velocidad de convergencia  $\lambda$ , puede ser estimada de forma directa a través de la relación no lineal descrita en (8), por lo general utilizando mínimos cuadrados no lineales, o estimando  $\beta$  en (6) con mínimos cuadrados ordinarios y, luego, transformando el resultado se obtiene una estimación de  $\lambda$  por medio de la expresión  $\lambda = -\left(\ln \frac{1-\beta\tau}{\tau}\right)$ . En este artículo optamos por esta segunda forma, de manera tal que mediante MCO estimamos  $\beta$ , y luego por despeje  $\lambda$ .

El Gráfico 1 presenta la relación entre el crecimiento per cápita promedio de diez

países de Suramérica para 1951-2009 y el producto per cápita inicial. La línea discontinua horizontal representa el crecimiento promedio de los diez países para 1951-2009 (1,45%). La línea continua representa la recta de regresión o ajuste de los datos. La evidencia empírica permite observar que en Suramérica se dio un proceso leve de convergencia entre 1951 y 2009.

El gráfico en análisis muestra una correlación inversa, aunque no muy fuerte, entre crecimiento per cápita promedio para 1951-2009 y producto per cápita inicial. En concreto, el coeficiente de correlación simple estimado es negativo (-0,532), aunque no tan alto como para concluir que la asociación entre las dos variables haya sido tan fuerte, en promedio, para el lapso completo. Sin embargo, en general, la ecuación de convergencia estimada, la cual se muestra dentro del gráfico en descripción, apoya la evidencia de convergencia absoluta. La recta dibujada entre el conjunto de datos o puntos que relacionan el crecimiento promedio de 1951-2009 con el producto per cápita inicial es una representación, en cierta forma, de la relación media entre estas dos va-



Fuente: Elaboración propia (2012) a partir de *Penn World Tables 7.0* (2011).

**Gráfico 1. Suramérica. Convergencia: Crecimiento promedio 1951-2009 vs. PIB per cápita 1951.**

riables, observándose claramente que la pendiente estimada de la regresión es negativa. No obstante la primera evidencia, la bondad de ajuste resultó baja (0,28), lo cual invita a tomar los resultados, y las posibles conclusiones que se deriven, con mucha cautela. El conjunto de resultados de la estimación de (6) para 1951-2009 y varios otros subperíodos y décadas son resumidos en el Cuadro II.

Para el período completo, 1951-2009, la velocidad de convergencia se estimó en poco más del 1%. En línea con los hallazgos de Martín Mayoral (2010) para una mayor muestra de países (18 en total), entre ellos los diez de este trabajo, el proceso de convergencia fue más fuerte hasta la década de los ochenta. Luego, las dos últimas décadas, 1990-1999 y 2000-2009, muestran signos claros de divergencia entre las economías de la región.

### 3.2 Convergencia sigma ( $\sigma$ )

Este punto presenta la evolución en el tiempo de la convergencia sigma ( $\sigma$ ) para 1951-2009. La convergencia sigma se repre-

senta por la desviación estándar de la distribución del producto per cápita en cada año para la muestra de economías. La desviación se calcula sobre la base del logaritmo del producto per cápita de cada economía previamente normalizado con respecto a la media (producto per cápita promedio) en cada instante de tiempo. Una menor desviación estándar en los datos refleja un mayor acercamiento o convergencia entre el grupo de países en estudio. Por el contrario, si los datos reflejan un aumento de la desviación estándar en un período en particular o en un lapso de tiempo entonces existe evidencia de una mayor dispersión en los niveles de producto de los países, o lo que es lo mismo una mayor divergencia. El Gráfico 2 expone el desempeño de la convergencia sigma para el grupo de países que estudiamos (junto a su tendencia lineal y el promedio).

La desviación estándar del producto per cápita en logaritmo, que mide la dispersión del producto per cápita proporcional al producto per cápita promedio del grupo, va desde 0,432 en 1951 hasta 0,294 en 1989, va-

**Cuadro II  
 Resultados**

Período	$\beta$	$\alpha$	$R^2$	e.e.	$\lambda$
1. 1951-2009	-0,008*** (0,005) t = -1,773	0,082** (0,038) t = 2,164	0,282	0,006	1,140
2. 1951-1959	-0,010*** (0,013) t = -0,719	0,085*** (0,108) t = 0,788	0,061	0,018	1,004
3. 1960-1969	0,005*** (0,009) t = 0,5375	-0,023*** (0,075) t = -0,309	0,035	0,012	-0,480
4. 1970-1979	-0,029* (0,011) t = -2,505	0,267* (0,096) t = 2,789	0,440	0,016	3,383
5. 1980-1989	-0,018*** (0,012) t = -1,508	0,149*** (0,106) t = 1,410	0,221	0,013	2,036
6. 1990-1999	0,015*** (0,019) t = 0,762	-0,109*** (0,165) t = -0,659	0,068	0,018	-1,369
7. 2000-2009	0,005*** (0,007) t = 0,613	-0,018*** (0,064) t = -0,281	0,045	0,009	-0,442
8. 1951-1977	-0,013*** (0,009) t = -1,499	0,128*** (0,072) t = 1,765	0,219	0,012	1,675
9. 1978-2009	-0,009*** (0,009) t = -0,977	0,086*** (0,077) t = 1,109	0,107	0,011	1,027

\* Al 5%

\*\* Al 10%

\*\*\* No es significativo, ni al 10%

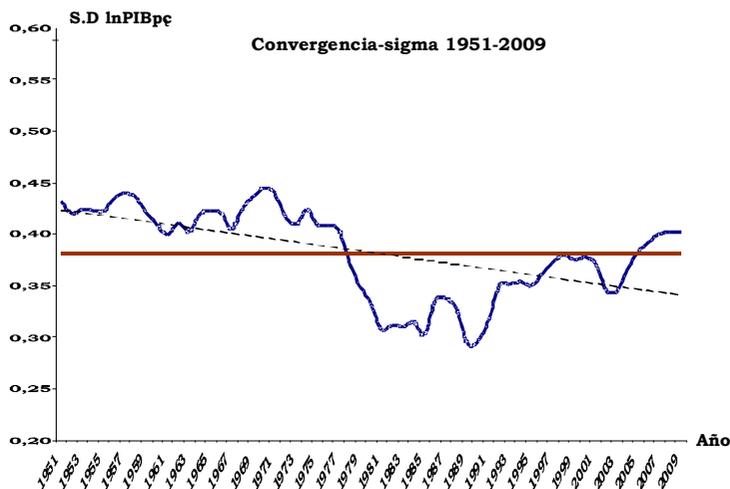
Entre paréntesis error típico del coeficiente

Fuente: Elaboración propia (2011) a partir de *Penn World Tables 7.0* (2011).

lor mínimo de la serie, con un breve lapso de incremento (divergencia) entre, más o menos, 1969 y 1975. Así mismo, a partir del valor mínimos de la serie (año 1989) comienza de nuevo una tendencia ascendente, lo que significa que en los últimos veinte años, a raíz de esta evidencia, puede mencionarse que las diferencias en niveles de producto per cápita entre las diez principales economías de Suramérica han aumentado.

#### 4. Conclusiones

Una parte importante de la literatura sobre el crecimiento económico se ha enfocado, con especial énfasis a partir de los años noventa del siglo pasado, en verificar si los países pobres tienden a crecer a mayores tasas respecto a los países ricos en línea con los postulados de la teoría. El tema de la convergencia económica



Fuente: Elaboración propia (2011) a partir de *Penn World Tables 7.0* (2011).

**Gráfico 2. Suramérica. Convergencia sigma.**

entre los países ha concentrado parte de la atención de los economistas en los últimos treinta años. Este artículo estuvo dirigido a examinar, de manera general, la cuestión para el caso de diez economías que conforman la región de Suramérica. Mediante la metodología de mínimos cuadrados se estimó convergencia absoluta, hallándose que, en promedio, el producto per cápita de estos países estuvieron acercándose hacia valores comunes de producto per cápita durante 1951-2009. Esta tendencia es más marcada hasta finales de los años ochenta, y se revierte a partir de la década de los noventa del siglo pasado. Evidencia parecida fue hallada mediante el gráfico de los datos de la convergencia sigma.

Sin embargo, los resultados hallados pueden considerarse, en cierta forma, globales. Una limitación de este trabajo es que no tomó en cuenta explícitamente el desenvolvimiento individual de cada país en la distribución del producto. Posteriores estudios deben ahondar en concepto de convergencia más amplios, que muestren la movilidad de los

países dentro de la distribución, lo que significa evaluar el ranking de posiciones que ocupan los mismos dentro de un horizonte temporal. Esto en parte a que, si bien globalmente la evidencia sugiere que los países estuvieron convergiendo durante el lapso analizado, el análisis individual de cada uno enseña diferentes comportamientos en cuanto a crecimiento económico se refiere.

## Notas

1. Existe un consenso generalizado en cuanto que “las enormes diferencias en los niveles de vida a lo largo del tiempo y entre los países tiene consecuencias de primer orden en el bienestar de las poblaciones y están directamente relacionadas con las importantes diferencias existentes en alimentación, tasa de alfabetización, mortalidad infantil, esperanza de vida y otros indicadores de bienestar” (Romer, 2006:8).
2. Ver Cuervo González (2004) para una descripción detallada de cerca de 20 trabajos escritos en algunos países de América Latina sobre el tema de la convergencia, y los resultados encontrados.

3. Este punto se basa principalmente en Romer (2006), Barro *et al.* (1997) y en De Gregorio (2007).
4. Esto es,  $F(\gamma K, \gamma AH) = \gamma F(K, AH)$  para todo  $\gamma \geq 0$ . Multiplicar ambos factores por una constante positiva es igual al nivel de producción multiplicado por el mismo factor.
5. La tasa de crecimiento de una variable compuesta por la multiplicación de dos términos es igual a la sumatoria de las tasas de crecimiento de sus componentes.
6. El modelo sencillo prescinde del papel del Estado en la economía, mediante la política fiscal y el gasto público, como puede verse en la ecuación  $Y = C + I$ .
7. El lector interesado puede encontrar el tratamiento algebraico en Romer (2006).
8. Los modelos de crecimiento endógenos no tratan el término eficacia del trabajo o tecnología como exógeno, sino más bien lo interpretan como conocimiento o capital humano y desarrollan sus modelos con esta variable como endógena, es decir, describiendo a partir del modelo su evolución a lo largo del tiempo (Romer, 2006). Un modelo típico dentro de este enfoque es el modelo. Entre los autores de este enfoque destacan Paul Romer y Robert Lucas.
9. Entre 1970-2009 el crecimiento promedio del producto per cápita para una serie de regiones fueron: América Latina y el Caribe (ALC) 1,82%; África Subsahariana (AS) 1,88%; Asia Meridional (AM) 2,82%; Asia Oriental y el Pacífico (AOP) 1,96%; OCDE 2,07%; y, Oriente Medio y Norte de África (OMNA) 0,53%. En una serie de ejercicios efectuados, que acá no se presentan, para 146 países con datos de 1970-2009, no se encontró evidencia de convergencia, pero sí entre los países cuando estos fueron agrupados por regiones (se encontró una fuerte evidencia de convergencia entre 27 países de la OCDE, y entre 12 de OMNA, una relación de convergencia menos fuerte entre 22 países de AOP, y entre 32 pertenecientes a ALC, y una nula convergencia entre 45 países de AS, y entre los de AM (8 en total).
10. Se refiere a la Falacia de Galton. Ver Francis Galton (1886). "Regression towards mediocrity

in hereditary stature," *Journal of the Anthropological Institute*, No. 15. Pp. 246-263.

## Bibliografía citada

- Azzoni, Carlos (2001). "Economic growth and regional income inequality in Brazil". *The Annals of Regional Science*. Vol. 35. No 1. Pp. 133-152.
- Barro, Robert (1991). "Economic growth in a cross section of countries". *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 106. No. 2. Pp. 407-443.
- Barro, Robert; Grilli, Vittorio y Febrero, Ramón (1997). *Macroeconomía. Teoría y política*. Editorial Mc Graw-Hill. Madrid. España.
- Barro, Robert y Sala-i-Martin, Xavier (1991). "Convergence across states and regions", *Brookings Papers on Economic Activity*. Vol. 1991. No 1. Pp. 107-182.
- Barro, Robert y Sala-i-Martin, Xavier (1992). "Convergence". *The Journal of Political Economy*. Vol. 100. No. 2. Abril. Pp. 223-251.
- Barro, Robert y Sala-i-Martin, Xavier (1995). *Economic growth*. McGraw-Hill. New York.
- Baumol, William (1986). "Productivity growth, convergence, and welfare: What the Long-Run Data Show". *American Economic Review*. Vol. 76. No. 5. Pp. 1072-1085.
- Bonet Morón, Jaime y Meisel Roca, Adolfo (1999). "La convergencia regional en Colombia: Una visión de largo plazo, 1926-1995". Centro de Estudios Económicos Regionales. Banco de la República. Documentos de Trabajo sobre Economía Regional. No 8. Pp. 1-50.
- Chirinos, Raymundo (2008). "¿Convergen las regiones en el Perú? Evidencia empírica

- ca para el período 1994-2007”. Banco Central de Reserva del Perú. Departamento de Indicadores de la Actividad Económica. Gerencia Central de Estudios Económicos. Lima. Perú.
- Cuervo González, Luis Mauricio (2004). “Estudios de convergencia y divergencia regional en América Latina: balance y perspectivas”. **Investigaciones Regionales**. Asociación Española de Ciencia Regional. No. 5. Pp. 29-65.
- De Gregorio, José (2007). *Macroeconomía. Teoría y Política*. 1ra Edición. Santiago de Chile. Editorial Pearson-Educación. Chile.
- De Long, Bradford (1988). “Productivity growth, convergence, and welfare: comment”, **American Economic Review**. Vol. 78. Pp. 1138-1154.
- Esquivel, Gerardo (1999). “Convergencia regional en México, 1940-1995”. **Centro de Estudios Económicos**. Colegio de México. Serie Documento de trabajo, No. IX. México. Pp. 1-41.
- Laurini, Márcio; Andrade, Eduardo & Valls Pereira, Pedro (2005). “Income convergence clubs for Brazilian Municipalities: a non-parametric analysis”. **Applied Economics**. Vol. 37. No. 18. Pp. 2099-2118.
- Martín Mayoral, Fernando (2010). “América Latina ¿convergencia o divergencia?”. **Revista Principios**. No. 16. Pp. 37-54.
- Mavroudeas, Stavros & Syriopoulos, Costas (1998). “Testing convergence and divergence: the data from Greece”, **Journal of Applied Business Research**, Vol. 14. N° 1.
- Quah, Danny (1993). “Galton’s fallacy and tests of the convergence hypothesis”. **Scandinavian Journal of Economics**. Vol. 95. No. 4. Pp. 427-443.
- Romer, David (2006). **Macroeconomía Avanzada**. Editorial Mc Graw-Hill. Madrid. España.
- Sala-i-Martin, Xavier (1996). “The Classical Approach to Convergence Analysis”. **The Economic Journal**. Vol. 106. No. 437.
- Sala-i-Martin, Xavier (2002). “La nueva economía del crecimiento: ¿qué hemos aprendido en quince años?”. **Revista Economía Chilena**. Vol. 5. No. 2 agosto. Pp. 5-15.
- Solow, Robert (1956). “A Contribution to the theory of economic growth”. **Quarterly Journal of Economics**. Vol. 70 (1). Pp. 65-94.
- Summers, Robert; Heston, Alan & Aten, Bettina (2011). “Penn World Table Version 7.0”, **Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania**. Disponible en: <http://pwt.econ.upenn.edu/>. Consulta realizada el 10 de febrero de 2012.