

Análisis de la productividad total de los factores en América del Sur en el período 1950-2014

**Ángelo Diomar Villalobos Valencia, Leobaldo Enrique Molero
Oliva y Alberto Gregorio Castellano Montiel**



Ángelo Diomar Villalobos Valencia, Leobaldo Enrique Molero Oliva
y Alberto Gregorio Castellano Montiel

Análisis de la productividad total de los factores en América del Sur en el período 1950-2014

Resumen: *El objetivo de esta investigación consistió en analizar la productividad total de los factores en la región de América del Sur aplicando el modelo Solow-Swan ampliado, siguiendo la propuesta de Mankiw et al. (1992). En este sentido, se utilizó la función de producción bajo el enfoque del modelo mencionado, para obtener las elasticidades del producto con respecto a los factores productivos, para su uso posterior en la contabilidad del crecimiento. Los resultados obtenidos sugieren que dichas elasticidades, en su mayoría, son consistentes con los supuestos de Mankiw et al. (1992), quienes argumentan que incluir al capital humano al modelo de Solow (1956) tendría como resultado que la participación del capital físico y del crecimiento poblacional tendrían un impacto mayor sobre el producto o ingreso de la población. Por otra parte, el análisis de la contabilidad del crecimiento demuestra que la principal fuente del crecimiento en la región ha sido la acumulación de factores productivos, mientras que, la productividad no ha sido un factor determinante en cuanto a la experiencia del crecimiento en Suramérica durante el período de estudio.*

Palabras clave: *crecimiento económico; contabilidad del crecimiento; productividad total de los factores; modelo de Solow-Swan.*

Clasificación JEL: O40, O47.

Analysis of the Total Factor Productivity in South America 1950-2014

Abstract: *The aim of the research was to analyze the total productivity of the factors in the region of South America applying the expanded Solow-Swan model according to the proposal of Mankiw et al. (1992). In this sense, the production function was used under the approach of the expanded Solow-Swan model, to obtain the elasticities of the product with respect to the productive factors, for their further use in growth accounting. The results obtained suggest that these elasticities are mostly consistent with the assumptions of Mankiw et al. (1992), who argue that the result of including human capital in the Solow model (1956) would be that the participation of physical capital and population growth would have a greater impact on the population product or income. On the other hand, the growth accounting analysis shows that the main source of growth in the region has been the accumulation of productive factors, while productivity has not been a determining factor in terms of growth experience in South America during the studied period.*

Keywords: *economic growth; growth accounting; total factor productivity; Solow-Swan model.*

<http://doi.org/10.17533/udea.le.n94a341253>



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la revista *Lecturas de Economía* bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Analyse de la productivité totale des facteurs en Amérique du Sud pour la période 1950-2014

Résumé: *L'objectif de cette recherche était d'analyser la productivité totale des facteurs dans la région sud-américaine en appliquant le modèle de Solow-Swan élargi, tel que proposé par Mankiw et al. Dans ce sens, la fonction de production a été utilisée selon l'approche dudit modèle, afin d'obtenir les élasticités du produit par rapport aux facteurs de production, pour son utilisation ultérieure dans la comptabilité de la croissance. Les résultats obtenus suggèrent que ces élasticités sont conformes, pour la plupart, aux hypothèses de Mankiw et al. (1992), qui soutiennent que l'inclusion du capital humain dans le modèle de Solow (1956) aurait pour conséquence que la participation du capital physique et la croissance de la population auraient un impact plus important sur la production ou le revenu de la population. Par ailleurs, l'analyse de la comptabilité de la croissance montre que la principale source de croissance dans la région a été l'accumulation des facteurs productifs, alors que la productivité n'a pas été un facteur déterminant dans l'expérience de la croissance en Amérique du Sud au cours de la période étudiée.*

Mots clés: *croissance économique; comptabilité de la croissance; productivité totale des facteurs; modèle de Solow-Swan.*

Cómo citar / How to cite this item:

Villalobos-Valencia, Ángel D., Molero-Olivo, L. E. & Castellano, A. G. (2021). Análisis de la productividad total de los factores en américa del sur en el período 1950-2014. *Lecturas de Economía*, 94, 127-163.

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n94a341253>

Determinantes del rendimiento académico de la educación media en el Departamento de Nariño, Colombia

Ángelo Diomar Villalobos Valencia ^a
Leobaldo Enrique Molero Oliva ^b y Alberto Gregorio Castellano
Montiel ^c

Introducción. –I. Revisión de la literatura. –II. Modelo econométrico. –III. Estimación de las elasticidades del producto respecto a los factores productivos capital y trabajo. –IV. Análisis de la productividad total de los factores en la región de América del Sur. –Conclusiones.
–Agradecimientos. –Referencias.

Primera versión recibida el 20 de febrero de 2020; versión final aceptada el 06 de noviembre de 2020

Introducción

El problema principal que se enfrenta al intentar comprender el crecimiento y desarrollo económico no es entender el proceso por el cual una economía incrementa su tasa de ahorro y la acumulación de capital físico. Lo cierto es que, aunque la acumulación de factores productivos se considera la principal fuente de empuje para el crecimiento económico, existe “algo más” que nos ayuda determinar las diferencias de crecimiento del PIB e ingresos *per cápita* entre países, incluso cuando se toma en cuenta el capital físico y humano. A ese factor se le conoce como productividad total de los factores (PTF) (Easterly y Levine, 2001; Koutun y Karabona, 2013).

La PTF es la fracción de la producción agregada que no se explica por los cambios en los factores productivos dentro de la función de producción

^a *Ángelo Diomar Villalobos Valencia*: analista, Unidad de Información y Estadística, Cámara de Comercio de Maracaibo, Venezuela. Dirección electrónica: angdiomar@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9391-2388>

^b *Leobaldo Enrique Molero Oliva*: profesor, Universidad del Zulia, Escuela de Economía, Venezuela. Dirección electrónica: lmolerooliva@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4024-7441>

^c *Alberto Gregorio Castellano Montiel*: profesor de planta, Universidad de Sucre, Programa de Economía, Colombia. Dirección electrónica: alberto.castellano@unisucra.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-0824-3202>

(Comin, 2006; Van Ark, 2014; Bejarano et al., 2018; Huggett, 2018). Desde su incorporación a la literatura del crecimiento por parte de Robert Solow (1957), el cálculo en forma de residual de la PTF y la medición de esta se han mantenido vigentes como objeto de estudio e investigación cuya finalidad es determinar el desempeño económico de las naciones. Es por ello que la PTF se ha convertido sin duda en el residuo más famoso y celebrado en la ciencia económica, así como lo demuestran los innumerables artículos académicos, reseñas y libros dedicados al tema, sin mencionar los millones de horas invertidas en la conceptualización, medición e interpretación de la PTF por parte de la comunidad científico-académica mundial (Canarella y Pollard, 2003; Van Ark, 2014).

A partir de lo anterior, puede que surja la pregunta ¿por qué está la ciencia económica tan interesada en la productividad?, la respuesta yace en que la productividad es una de las razones fundamentales por la cual existen grandes diferencias en los niveles de vida a nivel mundial, ya que sin productividad las economías desacelerarían lentamente hasta estancarse y, además, es la única fuente de crecimiento a largo plazo que no sufre de retornos decrecientes como lo hacen los factores productivos homogéneos (Van Ark, 2014). Por ello, la finalidad del presente artículo fue analizar la productividad total de los factores en la región de América del Sur, subregión de mucha importancia en el crecimiento del continente americano en su totalidad, en el período 1950-2014 aplicando el modelo Solow-Swan ampliado, según la propuesta de Mankiw et al. (1992), aportando conocimientos para Suramérica que pueden ser comparados con otras investigaciones en el área neurálgica del crecimiento económico. El artículo se divide en cuatro partes comenzando por la revisión de la literatura, continuando con el modelo econométrico a ser utilizado para especificar, posteriormente, la estimación de las elasticidades del producto respecto a los factores productivos capital y trabajo en la región, lo cual es un insumo para el propósito de analizar la productividad total de los factores de esta bajo el enfoque del modelo de Solow-Swan ampliado, finalizando con las conclusiones propuestas.

No obstante, debemos destacar que este estudio no intenta argumentar que la acumulación de factores no es importante en términos generales o negar que sea posiblemente importante para diversos países en distintas

coyunturas. La PTF no tiene la capacidad de explicarlo todo, en todas partes o en todo momento. En su lugar, esta investigación argumenta que existen factores fuera de la acumulación que juegan un rol importante a la hora de explicar las diferencias de desempeño económico entre países (Easterly y Levine 2001; Canarella y Pollard, 2003; Koutun y Karabona 2013).

I. Revisión de la literatura

A. Función de producción Cobb-Douglas

Desarrollada por el matemático Charles Cobb y el economista Paul Douglas (Briones et al., 2018), es la función de producción más utilizada en economía para describir la cantidad de producto que genera la utilización de los factores capital (K) y trabajo (L) en el proceso de producción. Es por ello por lo que esta función es muy útil, debido a que arroja una descripción muy precisa de la economía y es fácil trabajarla algebraicamente (Acemoglu, 2009). La función entonces tiene la siguiente forma:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta, \quad (1)$$

donde:

Y_t = Producción agregada

A_t = Progreso tecnológico o Productividad Total de los Factores (PTF)

K_t = Stock de capital

L_t = Número de trabajadores ocupados

α = Elasticidad de la producción agregada con respecto al factor capital

β = Elasticidad de la producción agregada con respecto al factor trabajo

Adicionalmente, esta función posee tres características que facilitan la explicación de fenómenos y teorías macroeconómicas:

- Exhibe rendimientos constantes a escala: los rendimientos a escala miden la variación de la producción ante un cambio proporcional en todos los factores, es decir, si $\alpha + \beta = 1$, se obtienen retornos constantes

a escala. Si $\alpha + \beta > 1$, se obtienen retornos crecientes a escala y, por último, si $\alpha + \beta < 1$, se obtienen retornos decrecientes a escala.

- Exhibe productividad marginal positiva y decreciente. Esta propiedad refleja la ley de rendimientos decrecientes de los factores, la cual indica que a medida que uno de los factores de producción aumenta, mientras que el resto se mantiene constante, entonces su productividad marginal va decayendo.
- Exhibe elasticidad de producción constante. La elasticidad de producción mide la variación porcentual de la producción ante un cambio en los insumos utilizados. En este caso es constante e igual a α para el capital y β para el trabajo. Dentro de este contexto, la función de producción Cobb-Douglas a su vez mantiene las mismas características que la función de producción neoclásica básica. Es decir que presenta rendimientos a escala constantes, los productos marginales del capital y del trabajo son positivos, los productos marginales son decrecientes y se satisfacen las condiciones de Inada (Sala-i-Martin, 2000).

B. Modelo Solow-Swan ampliado

El modelo Solow-Swan clásico propone que se estudie el crecimiento económico asumiendo una función de producción estándar con rendimientos decrecientes en el factor capital (K), tomando las tasas de ahorro y de crecimiento de la población como exógenas. Solow demostró que estas dos variables determinarían el ingreso *per cápita* durante el estado estacionario, debido a que las tasas de crecimiento del ahorro y la población varían entre países, y por ello llegan a diferentes estados estacionarios. La conclusión básica sería entonces que mientras más altas sean las tasas de ahorro más ricos serán los países (mayor nivel de ingreso *per cápita*), y mientras más altas sean las tasas de crecimiento de la población más pobres serán los países (menor nivel de ingreso *per cápita*) (Solow, 1956; Mankiw et al., 1992).

Basándose en ello, los autores Mankiw, Romer y Weil (Mankiw et al., 1992), describen que las predicciones del modelo de Solow-Swan (1956) no son más que una primera aproximación consistente con la evidencia empírica. Al examinar datos para 1992 sobre un gran número de países, Mankiw et al.

(1992) encontraron que el crecimiento del ahorro y de la población, afecta directamente el ingreso *per cápita* en la dirección que Solow predijo. Inclusive, más de la mitad de las diferencias del ingreso *per cápita* entre países puede ser explicada por esas variables solamente.

Sin embargo, no todo va bien en el Modelo Solow-Swan porque, aunque predice correctamente la dirección de los efectos del crecimiento del ahorro y de la población, no predice correctamente las magnitudes en las que lo hace, ya que en la data usada los efectos de ambas variables sobre el ingreso son demasiado grandes. Es por ello que, para entender la relación entre ahorro, población y crecimiento, se debe ir más allá del modelo Solow-Swan clásico, lo cual proveería una excelente herramienta para la descripción y el análisis de la data concerniente a las diferencias de ingreso *per cápita* entre países (Mankiw et al., 1992).

A partir de ello, Mankiw et al. (1992), basándose en el modelo de 1956, desarrollaron lo que se denominaría modelo Solow-Swan ampliado o MRW (en referencia a los nombres de los autores), por medio de la inclusión de la acumulación de capital humano (H) y de capital físico (K). En este contexto, por capital humano se entiende el conjunto de conocimientos, habilidades, cualidades y destrezas que poseen y utilizan los trabajadores (L) de la economía en sus actividades profesionales, dando a espacio a que aumenten su productividad y sus remuneraciones por encima del promedio poblacional (Blanchard et al., 2012). Argumentando la exclusión del capital humano (H) en el modelo Solow-Swan clásico, potencialmente, explica las razones por las cuales la influencia estimada de las tasas de crecimiento del ahorro y la población resulta demasiado grande:

Primero, a cualquier tasa dada de acumulación de capital humano (H), mayor tasa de ahorro o menor tasa de crecimiento de la población conlleva a niveles más altos de ingreso y por ello a niveles más altos de capital humano (H). Entonces, la acumulación de capital físico (K) y crecimiento de la población tienen un mayor impacto sobre el ingreso, cuando la acumulación de capital humano (H) se toma en cuenta (Mankiw et al., 1992).

Segundo, la acumulación de capital humano (H), puede estar correlacionada con las tasas de ahorro y las tasas de crecimiento de la población, lo que

implicaría que omitir la acumulación de capital humano (H) influye sobre los coeficientes estimados sobre el ahorro y el crecimiento de la población (Mankiw et al., 1992).

En el mismo orden de ideas, una vez se incluye el capital humano en la ecuación, partiendo de una función de producción Cobb-Douglas, el modelo toma la forma de:

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta [A_t L_t]^{1-\alpha-\beta}, \quad (2)$$

donde:

Y_t = Producción agregada

K_t = Stock de capital

H_t = Stock de capital humano

A_t = Cambio tecnológico, o Productividad total de los factores (PTF)

L_t = Número de trabajadores

α = Elasticidad de la producción agregada con respecto al factor capital

β = Elasticidad de la producción agregada con respecto al factor trabajo

Este modelo asume que, por medio de la función de producción, cualquier unidad de consumo puede ser transformada sin esfuerzo a una de capital físico (K) o capital humano (H), mientras que ambos factores de capital (K y H) se depreciaren a tasas iguales. Adicionalmente, se asume que $\alpha + \beta < 1$, lo cual implicaría que existen rendimientos decrecientes en ambos factores de capital. Si $\alpha + \beta = 1$, entonces existirán rendimientos constantes a escala en los factores reproducibles, lo cual significa que no existe un estado estacionario para el modelo (Mankiw et al., 1992). Así, este modelo de crecimiento tiene diversas implicaciones:

En primer lugar, la elasticidad del ingreso con respecto al stock de capital físico (K) no es sustancialmente diferente de la participación de los capitales en el ingreso. En otras palabras, no existen externalidades sustanciales para la acumulación de capital físico (K) (Mankiw et al., 1992).

En segundo lugar, a pesar de la ausencia de externalidades, la acumulación de capital físico (K) tiene un mayor impacto sobre el ingreso *per cápita* de lo que implica el modelo estándar de Solow-Swan. Mayores tasas de ahorro

llevan a un mayor nivel de ingresos en el estado estacionario, lo que a su vez resulta en un nivel más alto de capital humano (H), incluso si el nivel de acumulación de capital humano (H) permanece constante. Mayores niveles de ahorro, entonces, aumentarán la PTF como suele medirse (Solow, 1956; Mankiw et al., 1992).

En tercer lugar, el crecimiento de la población también presenta un mayor impacto sobre el ingreso *per cápita* de lo que indica el modelo estándar, debido a que en estos altos niveles de crecimiento de la población, tiene como resultado que se reduzca el ingreso *per cápita*, ya que las cantidades del capital físico (K) y humano (H) disponibles deberán repartirse de forma cada vez menor sobre el total de la población (Mankiw et al., 1992).

En el modelo ampliado el capital humano (H) también debe distribuirse de manera más escasa, lo que implica que mayores tasas de crecimiento de la población reducirá la PTF medida (Mankiw et al., 1992; Solow, 1956).

Por último, el modelo tiene implicaciones para la dinámica de la economía cuando esta no se encuentra en el estado estacionario, prediciendo que los países con niveles de tecnología (A), tasas de acumulación y de crecimiento de la población similares deberían converger en sus ingresos *per cápita*, sin embargo, esta convergencia ocurre más lentamente de lo que el modelo Solow-Swan de 1956 sugiere, ya que este implica que una economía alcanzara la mitad de su estado estacionario dentro del modelo en alrededor de 17 años. Mientras que el modelo ampliado implica ese punto se alcanzara en alrededor de 35 años (Solow, 1956; Mankiw et al., 1992).

C. Contabilidad del crecimiento en el marco del modelo de Solow-Swan ampliado

A través de otro de sus trabajos pioneros Solow (1957) proporcionó una metodología con la cual es posible medir la contribución de los distintos factores de producción y del crecimiento del avance tecnológico o PTF sobre la tasa de crecimiento de la producción agregada de la economía, la cual se le denomina contabilidad del crecimiento (Sala-i-Martin, 2000; Barro y Sala-i-Martin, 2009; Romer, 2012).

La contabilidad del crecimiento divide el crecimiento de la producción de una firma o un país en dos partes. La primera corresponde al de la producción, que puede atribuirse al crecimiento de los distintos factores productivos, manteniendo a la tecnología como constante, mientras que la segunda parte es el crecimiento que puede atribuirse solo al incremento o disminución en la tecnología (Huggett, 2018). En este contexto, el análisis de la contabilidad del crecimiento inicia a partir de la función de producción neoclásica (3) que se reproduce aquí (Huggett, 2018):

$$Y_t = A_t F(K_t, L_t). \quad (3)$$

Aplicando diferenciación total y parcial con respecto al tiempo en la ecuación 3 se tiene:

$$\dot{Y}_t = \dot{A}_t F(K_t, L_t) + A_t F_K(K_t, L_t) \dot{K}_t + A_t F_L(K_t, L_t) \dot{L}_t. \quad (4)$$

Ahora, derivando Y con respecto a las variables A , K y L se obtiene:

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\dot{A}_t F(K_t, L_t)}{Y_t} + \frac{A_t F_K(K_t, L_t) \dot{K}_t}{Y_t} + \frac{A_t F_L(K_t, L_t) \dot{L}_t}{Y_t} \quad (5)$$

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\dot{A}_t}{A_t} + \frac{A_t F_K(K_t, L_t) K_t \dot{K}_t}{Y_t K_t} + \frac{A_t F_L(K_t, L_t) L_t \dot{L}_t}{Y_t L_t}. \quad (6)$$

Denotando la expresión $\frac{A_t F_K(K_t, L_t) K_t}{Y_t}$ con el símbolo α_t , y la expresión $\frac{A_t F_L(K_t, L_t) L_t}{Y_t}$ con el símbolo β_t , se obtiene:

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\dot{A}_t}{A_t} + \alpha_t \frac{\dot{K}_t}{K_t} + \beta_t \frac{\dot{L}_t}{L_t} \quad (7)$$

Donde, α_t representa la participación del factor capital dentro de la producción total y β_t representa la participación del factor trabajo dentro de la producción total. Posteriormente se hace la aproximación de las tasas de crecimiento graduales sujetas a estudio, con respecto a otras tasas de crecimiento de períodos de tiempo inmediatos a estas aplicando primeras diferencias. Es decir:

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \quad (8)$$

$$\frac{\dot{A}_t}{A_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} = \frac{A_{t+1} - A_t}{A_t} \quad (9)$$

$$\frac{\dot{K}_t}{K_t} = \frac{\Delta K_t}{K_t} = \frac{K_{t+1} - K_t}{K_t} \quad (10)$$

$$\frac{\dot{L}_t}{L_t} = \frac{\Delta L_t}{L_t} = \frac{L_{t+1} - L_t}{L_t}. \quad (11)$$

Obteniendo así la ecuación fundamental de la contabilidad del crecimiento de Solow:

$$\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha_t \frac{\Delta K_t}{K_t} + \beta_t \frac{\Delta L_t}{L_t}, \quad (12)$$

donde:

$\frac{\Delta Y_t}{Y_t}$ = Tasa de crecimiento de la producción agregada

$\frac{\Delta A_t}{A_t}$ = Cambio tecnológico, o productividad total de los factores (PTF)

$\frac{\Delta K_t}{K_t}$ = Tasa de crecimiento del stock de capital físico

$\frac{\Delta L_t}{L_t}$ = Tasa de crecimiento del factor trabajo

En este sentido, la ecuación 12 indica que el crecimiento de la producción agregada de la economía es igual a la suma de la tasa de crecimiento tecnológico $\frac{\Delta A_t}{A_t}$ (o PTF), la tasa de crecimiento del capital multiplicado por α_t , y la tasa de crecimiento del factor trabajo multiplicado por β_t (Huggett, 2018).

Conforme a ello, la contabilidad del crecimiento considera que la tecnología se puede representar con una función de producción agregada. Sin embargo, algunos autores alegan que la misma no tiene la capacidad de explicar cómo o por qué crece el nivel de tecnología en las economías

(Huggett, 2018; Jiménez, 2011; Acemoglu, 2009). No obstante, Solow (1957) sostuvo que existe la necesidad de medir la tasa de crecimiento de la tecnología $\frac{\Delta A_t}{A_t}$, entre períodos de forma residual, resultado de la diferencia entre la producción agregada y el crecimiento de los factores productivos observados. Es decir:

$$\frac{\Delta A_t}{A_t} = \frac{\Delta Y_t}{Y_t} - \alpha_t \frac{\Delta K_t}{K_t} - \beta_t \frac{\Delta L_t}{L_t}. \quad (13)$$

Esta ecuación, que posteriormente se denominaría como “Residuo de Solow”, implica que el crecimiento observado de $\frac{\Delta A_t}{A_t}$, es una medida efectiva del avance tecnológico debido a que por medio de esta se recopila cualquier error ocurrido en las estimaciones de todas las demás variables que entran en la ecuación de la contabilidad del crecimiento (Solow, 1957), es decir que la PTF es la fracción de la producción agregada que no está explicada por los cambios en los factores productivos dentro de la función de producción (Comin, 2006; Huggett, 2018).

Ahora bien, en el marco del modelo Solow-Swan ampliado, una manera alternativa de estimar la contabilidad del crecimiento se puede lograr a través de una función de producción en forma intensiva, es decir en términos por trabajador. Sea la función Cobb-Douglas:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha (HL_t)^\beta, \quad (14)$$

donde:

Y_t = Producción agregada

K_t = Stock de capital

HL_t = Factor trabajo (ajustado por una medida de capital humano)

A_t = Cambio tecnológico, o PTF

α = Elasticidad de la producción agregada con respecto al factor capital

β = Elasticidad de la producción agregada con respecto al factor trabajo

De igual manera, existe otro modo de realizar el ejercicio de la contabilidad del crecimiento, el cual consiste en llevar la función de

producción Cobb-Douglas a términos por trabajador, es decir dividiendo la función entre el factor trabajo (HL):

$$\frac{Y_t}{(HL_t)} = A_t \frac{(K_t)^\alpha (HL_t)^\beta}{(HL_t)}, \quad (15)$$

obteniendo así la función de producción Cobb-Douglas en su forma intensiva, conforme a lo establecido por Mora (2006):

$$y_t = Ak^\alpha, \quad (16)$$

donde:

y_t = Producto por trabajador (medido con un ajuste por capital humano)

A_t = Cambio tecnológico o PTF

k_t = Stock de capital físico por trabajador (medido con un ajuste por capital humano)

Tomando logaritmos de ambos lados de la ecuación 16, y diferenciando con respecto al tiempo, se obtiene la ecuación fundamental de la contabilidad del crecimiento, pero en términos intensivos bajo el enfoque del modelo Solow-Swan ampliado, debido a la inclusión del capital humano como medida de ajuste al factor trabajo:

$$\frac{\Delta y_t}{y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha \frac{\Delta k_t}{k_t}, \quad (17)$$

donde:

$\frac{\Delta y_t}{y_t}$ = Tasa de crecimiento del producto por trabajador (medido con un ajuste por capital humano)

$\frac{\Delta A_t}{A_t}$ = Cambio tecnológico o PTF

$\frac{\Delta k_t}{k_t}$ = Tasa de crecimiento del stock de capital físico por trabajador (medido con un ajuste por capital humano)

α = Elasticidad de la producción agregada con respecto al factor capital

Por último, a la hora de estimar el residuo de Solow, o el crecimiento de $\frac{\Delta A_t}{A_t}$, la ecuación resultante es:

$$\frac{\Delta A_t}{A_t} = \frac{\Delta y_t}{y_t} - \alpha \frac{\Delta k_t}{k_t} \quad (18)$$

II. Modelo econométrico

Los datos empleados se tomaron de la *Penn World Table* (PWT, por sus siglas en inglés) versión 9.0 la cual es una base de datos con información sobre niveles relativos de ingresos, producción, insumos y productividad, que cubre 182 países entre 1950 y 2014 (Feenstra, Inklaar y Timmer, 2015), empleando para su análisis el paquete econométrico *Eviews*.

El modelo para aplicar la contabilidad del crecimiento será de regresión lineal bajo el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), con datos en series de tiempo a partir de la función de producción Cobb-Douglas en términos intensivos con la adición del capital humano según la propuesta de Mankiw et al. (1992).

Sin embargo, existe una restricción impuesta por el primer supuesto para la estimación de modelos de regresión lineal, el cual establece que se requiere partir de una función lineal en los parámetros (Gujarati y Porter 2010). Dado que la ecuación base de esta investigación es la función Cobb-Douglas, esta condición no se cumple por lo que es necesaria linealizarla. Dado esto, sea la función (19):

$$y_t = A_t k_t^\alpha, \quad (19)$$

donde:

y_t = Producto por trabajador (medido con un ajuste por capital humano sobre la base de años de escolaridad)

A_t = Cambio tecnológico o PTF

k_t = Stock de capital físico por trabajador (medido con un ajuste por capital humano sobre la base de años de escolaridad)

α = Elasticidad del producto con respecto al capital físico

En orden de obtener una función lineal, se recurrirá a transformarla en una función Cobb-Douglas log-linealizada, a través de la implementación de logaritmos naturales, aprovechando las propiedades de suavización y las propiedades que presenta este método matemático como, lo establecen Chiang y Wainwright (2007):

$$\text{Ln } y_t = \text{Ln } A_t + \alpha \text{Ln } k_t, \quad (20)$$

donde:

$\text{Ln } y_t$ = Logaritmo natural del producto por trabajador (medido con un ajuste por capital humano sobre la base de años de escolaridad).

$\text{Ln } k_t$ = Logaritmo natural del stock de capital por trabajador (medido con un ajuste por capital humano sobre la base de años de escolaridad).

$\text{Ln } A_t$ = Productividad total de los factores.

Por otra parte, se procede a aplicar primeras diferencias a la serie de datos en el período abarcado por el estudio (1950-2014), para calcular las tasas de crecimiento de las variables en dicho período para cada país, obteniendo:

$$\text{Ln } y_t - \text{Ln } y_{t-1} = \text{Ln } A_t - \text{Ln } A_{t-1} + \alpha (\text{Ln } k_t - \text{Ln } k_{t-1}) \quad (21)$$

$$\Delta \text{Ln } y_t = \Delta \text{Ln } A_t + \alpha \Delta \text{Ln } k_t. \quad (21a)$$

Ahora especificamos el modelo econométrico como:

$$\Delta \text{Ln } y_t = \Delta \text{Ln } A_t + \beta_0 \Delta \text{Ln } k_t + \mu_t. \quad (22)$$

Sin embargo, persiste el problema de poder observar directamente el crecimiento de la tecnología o PTF. Es por ello que se recurre a medirla a través de la metodología suministrada por Solow (1957) discutida en secciones anteriores, teniendo como resultado la ecuación se transforme en:

$$\Delta \text{Ln } A_t = \Delta \text{Ln } y_t - \beta_0 \Delta \text{Ln } k_t - \mu_t, \quad (23)$$

donde:

$\Delta \text{Ln } A_t$ = Productividad total de los factores

$\Delta \text{Ln } y_t$ = Tasa de crecimiento del producto por trabajador (medido con un ajuste por capital humano sobre la base de años de escolaridad)

$\Delta \text{Ln } k_t$ = Tasa de crecimiento del capital por trabajador (medido con un ajuste por capital humano sobre la base de años de escolaridad)

β_0 = Elasticidad del producto con respecto al capital físico

μ_t = Término de error o perturbación

III. Estimación de las elasticidades del producto respecto a los factores productivos capital y trabajo

Se especificó un modelo sobre la base de la función de producción Cobb-Douglas en términos intensivos con la adición del capital humano (Mankiw et al., 1992):

$$d \text{Ln } A_t = d \text{Ln } y_t - \beta_0 d \text{Ln } k_t - \mu_t. \quad (24)$$

Por otra parte, la investigación fue dependiente de la disponibilidad de datos sobre las variables sujetas a estudio, los cuales ahora provienen de la PWT 9.0 (Feenstra et al., 2015). A partir de ello se realizaron diversos cálculos y transformaciones desde las series originales para construir las variables y series: Producto Interno Bruto real agregado por trabajador ocupado (ypt), y el stock de capital físico por trabajador ocupado (kpt), con un ajuste previo por capital humano sobre la base de años de escolaridad. A su vez, se realizaron transformaciones en las series obtenidas previamente, expresando logaritmos naturales y las primeras diferencias en los logaritmos con la finalidad de contar con una aproximación a las tasas de crecimiento de las variables sujetas a estudio.

Sin embargo, al tratarse de variables en series de tiempo, se procedió a determinar el orden de integración de las variables según las pruebas Dickey-Fuller aumentadas (ADF) y Phillips-Perron (PP) (Gujarati y Porter, 2010) mediante las rutinas de *Eviews* 10. En este sentido, los resultados obtenidos a través de las pruebas ADF y PP están recogidos en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Continuación

Países	Primeras diferencias																							
	P-valor						Niveles																	
	LnY	LnK	LnH	LnHL	LnYpt	LnKpt	LnY	LnK	LnH	LnHL	LnYpt	LnKpt												
Arg	0,0038	0,0039	0,0006	0,3422	2,2008	0,1912	0,0594	0,1956	0,5878	0,0132	0,9583	0,0042	0,0109	0,0000	0,0134	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1869	0,0136	0,0630
Ven	0,0000	0,0000	0,0000	0,6078	0,6657	0,4557	0,3687	0,4674	0,3892	0,0085	0,0007	0,3378	0,3111	0,0192	0,6688	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0340	0,1267	0,0031
Reg.	0,0022	0,0017	0,0012	0,9998	0,0231	0,9980	0,0001	0,0001	0,0000	0,0004	0,0000	0,1108	0,0067	0,0000	0,2630	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0002	0,0004
	Variables																							
	LnY	LnK	LnH	LnHL	LnYpt	LnKpt	LnY	LnK	LnH	LnHL	LnYpt	LnKpt												
Arg	0,9738	0,4162	0,9995	0,9538	0,2297	0,9899	0,8383	0,1349	0,8821	0,9818	0,5193	0,9999	0,9823	0,3202	1,0000	0,9017	0,3527	0,9688	0,8952	0,1636	0,9523			
Bol	0,9998	0,7927	1,0000	0,9999	0,9691	0,9937	0,6665	0,4964	0,6997	1,0000	0,0013	1,0000	1,0000	0,0002	1,0000	0,8645	0,8324	0,9739	0,8666	0,9539	0,8689			
Bra	0,6120	0,4135	0,9997	0,9959	0,1280	0,9988	0,9998	0,9925	0,9976	0,3518	0,9779	1,0000	0,9806	0,3384	1,0000	0,2858	0,4018	0,9649	0,9921	0,1882	0,9927			
Col	0,9877	0,8878	1,0000	0,9989	0,6039	0,9999	0,5769	0,3221	0,8888	0,9995	0,7772	1,0000	0,9995	0,5056	1,0000	0,7934	0,8425	0,9802	0,9845	0,6699	0,9997			
Chil	0,8231	0,4796	0,9966	0,9885	0,5793	1,0000	0,9992	0,7978	0,9890	0,9895	0,2249	1,0000	0,9983	0,1770	1,0000	0,1717	0,4602	0,8159	0,3396	0,6837	0,8730			
Ecu	0,9031	0,3655	1,0000	0,9992	0,8278	0,9998	0,5049	0,5801	0,5665	0,9847	0,6448	0,2362	0,9778	0,6248	0,9686	0,3346	0,4588	0,8610	0,9945	0,9673	0,9783			
Par	0,9959	0,4547	1,0000	0,9574	0,0773	0,9806	0,9739	0,1440	0,9810	0,7071	0,9637	0,4667	0,7517	0,9455	0,9971	0,8733	0,9636	0,9404	0,1143	0,6141	0,9973			
Per	0,9693	0,6358	0,9999	0,9997	0,5647	0,9999	0,7434	0,3457	0,9095	0,9998	0,1469	1,0000	0,9764	0,5529	0,9870	0,5612	0,8419	0,8883	0,9999	0,9943	0,9990			
Uru	0,9944	0,6061	0,9914	0,9730	0,2091	0,9988	0,8564	0,4305	0,9903	0,8082	0,2915	0,7332	0,8504	0,5243	0,9806	0,6768	0,9553	0,7993	0,9703	0,2241	0,9778			
Ven	0,7095	0,4603	1,0000	0,9213	0,2133	0,9804	0,9534	0,0302	0,9490	0,9034	0,1307	0,9993	0,9765	0,2049	0,9979	0,7830	0,4482	0,5443	0,3770	0,6186	0,8326			
Reg.	0,9182	0,2742	1,0000	0,9992	0,1249	0,9998	1,0000	0,0032	1,0000	0,8687	0,8636	1,0000	0,9279	0,8940	1,0000	0,3953	0,1517	0,9860	0,9996	0,9688	1,0000			
	Primeras diferencias																							
	P-valor						Niveles																	
Arg	0,0000	0,0001	0,0000	0,0389	0,1275	0,0329	0,5569	0,8267	0,5231	0,0001	0,0004	0,0008	0,0001	0,0007	0,0086	0,0001	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0428	0,1440	0,0096	
Bol	0,0000	0,0000	0,0009	0,1036	0,0188	0,1186	0,2846	0,5547	0,5654	0,0005	0,0000	0,4198	0,0007	0,0001	0,6001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0067	0,0100	0,0006	

Tabla 1. *Continuación*

Países	Primeras diferencias																				
	CCST		CCCT		SCST		CCST		CCCT		SCST		CCST		CCCT		SCST				
	P-valor																				
Bra	0,0002	0,0008	0,0034	0,0275	0,0515	0,1241	0,4028	0,1632	0,4642	0,0000	0,0000	0,1925	0,0000	0,0000	0,3881	0,0001	0,0003	0,0000	0,0021	0,0041	0,0011
Col	0,0000	0,0000	0,0000	0,0077	0,0125	0,1370	0,4415	0,7396	0,5527	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,1076	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0007	0,0009
Chil	0,0236	0,0910	0,0663	0,0000	0,0002	0,0077	0,5790	0,5264	0,6188	0,0000	0,0000	0,1838	0,0000	0,0000	0,2783	0,0505	0,1622	0,0047	0,0000	0,0000	0,0000
Ecu	0,0000	0,0000	0,1250	0,0060	0,0081	0,0744	0,6767	0,8813	0,3448	0,0000	0,0000	0,5858	0,0000	0,0000	0,3718	0,1365	0,3732	0,0200	0,0034	0,0053	0,0007
Par	0,0000	0,0000	0,0533	0,2223	0,4747	0,2296	0,2302	0,4962	0,5386	0,0000	0,0000	0,4636	0,0000	0,0001	0,3256	0,0000	0,0000	0,0000	0,0025	0,0045	0,0063
Per	0,0000	0,0001	0,0002	0,0052	0,0031	0,0961	0,2372	0,4985	0,2388	0,0000	0,0000	0,4679	0,0004	0,0025	0,5049	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0003
Uru	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0015	0,0002	0,0731	0,2259	0,2045	0,0155	0,0671	0,0064	0,0163	0,0691	0,0285	0,0000	0,0202	0,0000	0,0001	0,0006	0,0000
Ven	0,0000	0,0000	0,0000	0,0951	0,2837	0,0575	0,2430	0,5087	0,2580	0,0000	0,0001	0,2057	0,0011	0,0065	0,1267	0,0000	0,0000	0,0000	0,0418	0,1566	0,0037
Reg	0,0000	0,0001	0,0005	0,0050	0,0069	0,0693	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,2525	0,0001	0,0001	0,2679	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

a: Dickey-Fuller aumentado, utilizando el criterio de información de Schwarz para la selección de longitud de los rezagos, incluyendo términos:

CCST: Con constante, sin tendencia

CCCT: Con constante, con tendencia

SCST: Sin constante, sin tendencia

b: P-valor de una cola según Mackinnon (1996)

El término "Lr" que antecede a algunas de las variables hace referencia al logaritmo natural de la misma.

Las variables en minúsculas "ypr" y "kpr" denotan al producto por trabajador y capital por trabajador respectivamente

Fuente: PWT versión 9.0, elaboración y cálculos propios sobre la base de Ewiews 10.

Tabla 2. Pruebas de raíces unitarias Phillips-Perron

Países	pp ^{a/}																				
	Variables																				
	Y		K		H		HL		ypt		kpt										
CCST	CCCT	SCST	CCCT	CCCT	SCST	CCST	CCCT	SCST	CCST	CCCT	SCST	CCST	CCCT	SCST							
															Niveles						
P-valor ^{b/}																					
Arg	0,9997	0,9505	0,9998	0,9996	0,9377	0,9996	0,9962	0,5868	1,0000	1,0000	0,9903	1,0000	1,0000	0,9981	1,0000	0,9093	0,5072	0,9251	0,9196	0,5988	0,9073
Bol	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3994	1,0000	1,0000	0,9815	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9440	0,9141	0,9808	0,9942	0,9988	0,9645
Bra	1,0000	0,9917	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9996	0,5090	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,5617	0,3079	0,9053	1,0000	0,9834	1,0000
Col	1,0000	0,9999	1,0000	1,0000	1,0000	0,9931	0,2848	1,0000	1,0000	1,0000	0,9970	1,0000	1,0000	0,9995	1,0000	0,8685	0,8481	0,9625	1,0000	0,9999	1,0000
Chil	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9999	1,0000	1,0000	1,0000	0,9873	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,4023	0,7741	0,8073	0,6097	0,9447	0,8869
Ecu	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9986	0,6107	1,0000	1,0000	1,0000	0,8438	1,0000	1,0000	0,9667	1,0000	0,6381	0,8060	0,9006	1,0000	0,9995	0,9983
Par	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9995	0,8481	1,0000	1,0000	0,9993	0,0816	1,0000	1,0000	0,8318	1,0000	0,8194	0,9283	0,9359	0,9627	0,4422	1,0000
Per	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9634	0,5502	1,0000	1,0000	1,0000	0,8981	1,0000	1,0000	0,9270	1,0000	0,6401	0,8819	0,8971	1,0000	1,0000	1,0000
Uru	0,9998	0,9966	0,9987	1,0000	1,0000	0,9699	0,5581	1,0000	1,0000	0,9243	0,5110	0,9968	0,9852	0,5814	0,9999	0,7733	0,9658	0,8839	0,9990	0,9932	0,9997
Ven	0,9890	0,9214	0,9960	1,0000	1,0000	1,0000	0,9335	1,0000	1,0000	1,0000	0,9985	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7613	0,3216	0,4847	0,4932	0,7332	0,8959
Reg	1,0000	0,9984	1,0000	1,0000	1,0000	0,6135	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9378	1,0000	1,0000	0,9999	1,0000	0,8871	0,3665	0,9480	1,0000	0,9930	0,9999

Países	Primeras diferencias																				
	P-valor																				
CCST	CCCT	SCST	CCCT	CCCT	SCST	CCST	CCCT	SCST	CCST	CCCT	SCST	CCST	CCCT	SCST							
															Arg	0,0012	0,0018	0,0004	0,0136	0,0145	0,0058
Bol	0,0117	0,0002	0,0081	0,9878	0,7138	0,8822	0,3263	0,6529	0,7565	0,0023	0,0000	0,0393	0,0330	0,0000	0,1512	0,0000	0,0000	0,0000	0,0162	0,0104	0,0023
Bra	0,0011	0,0013	0,0005	0,3590	0,0471	0,1794	0,7375	0,2346	0,8307	0,0000	0,0000	0,0004	0,0314	0,0001	0,0984	0,0000	0,0002	0,0000	0,0037	0,0014	0,0023
Col	0,0009	0,0008	0,0005	0,9180	0,5131	0,7401	0,3339	0,7758	0,6563	0,0000	0,0000	0,0006	0,0003	0,0000	0,0103	0,0000	0,0000	0,0000	0,0133	0,0022	0,0207
Chil	0,0270	0,0103	0,0467	0,9343	0,4947	0,9164	0,8945	0,5714	0,8817	0,0000	0,0000	0,0213	0,0166	0,0000	0,1757	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
Ecu	0,0017	0,0000	0,0061	0,9719	0,8277	0,8567	0,5023	0,9419	0,4096	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0046	0,0000	0,0000	0,0000	0,0568	0,0167	0,0236

Tabla 2. Continuación

Países	Primeras diferencias																				
	P-valor																				
	CCST	CCCT	SCST	CCST	CCCT	SCST	CCST	CCCT	SCST	CCST	CCCT	SCST									
Arg	0,0000	0,0001	0,0000	0,0343	0,1140	0,0329	0,0246	0,1164	0,3042	0,0002	0,0014	0,0013	0,0003	0,0023	0,0191	0,0001	0,0006	0,0000	0,0271	0,0983	0,0065
Bol	0,0000	0,0000	0,0000	0,1326	0,0188	0,2050	0,2461	0,5547	0,5654	0,0008	0,0000	0,0229	0,0014	0,0001	0,0903	0,0000	0,0000	0,0000	0,0102	0,0139	0,0009
Bra	0,0002	0,0009	0,0056	0,0275	0,0515	0,1838	0,4671	0,1750	0,5263	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0047	0,0001	0,0003	0,0000	0,0021	0,0038	0,0014
Col	0,0000	0,0000	0,0000	0,0064	0,0125	0,1791	0,4124	0,7290	0,548	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0006	0,0009
Chil	0,0002	0,0013	0,0105	0,0001	0,0004	0,0143	0,5657	0,5264	0,6185	0,0000	0,0000	0,0467	0,0000	0,0000	0,1223	0,0001	0,0004	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
Ecu	0,0000	0,0000	0,0007	0,0078	0,0099	0,1540	0,5772	0,8565	0,3448	0,0000	0,0000	0,0278	0,0000	0,0000	0,1168	0,0000	0,0000	0,0000	0,0048	0,0063	0,0013
Par	0,0000	0,0000	0,0002	0,2461	0,4747	0,2817	0,0206	0,0743	0,1639	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000	0,0001	0,0187	0,0001	0,0010	0,0000	0,0022	0,0048	0,0094
Per	0,0000	0,0001	0,0003	0,0071	0,0042	0,1634	0,2074	0,4578	0,2305	0,0000	0,0000	0,0630	0,0004	0,0027	0,1725	0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0000	0,0004
Uru	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0015	0,0003	0,0501	0,1682	0,1977	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
Ven	0,0000	0,0000	0,0000	0,0861	0,2643	0,0572	0,1734	0,3839	0,2235	0,0001	0,0011	0,0763	0,0013	0,0074	0,2342	0,0000	0,0000	0,0000	0,0476	0,1766	0,0044
Reg	0,0000	0,0001	0,0006	0,0041	0,0055	0,0875	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

a: Phillips-Perron, utilizando el método de estimación espectral Bartlett kernel y anchos de bandas Newey-West, incluyendo terminos:

CCST: Con constante, sin tendencia

CCCT: Con constante, con tendencia

SCST: Sin constante, sin tendencia

b: P-valores de una cola según MacKinnon (1996)

El termino "Ln" que antecede a algunas de las variables hace referencia al logaritmo natural de la misma.

Las variables en minúsculas "ypt" y "kpt" denotan al producto por trabajador y capital por trabajador respectivamente

Fuente: PWT versión 9.0, elaboración y cálculos propios sobre la base de *Eviews 10*.

Los resultados demuestran que las variables observadas en niveles no rechazan la hipótesis nula de raíz unitaria dado los niveles de significancia estadística obtenidos, por lo cual es posible estimar el modelo con las variables en niveles si se cumple la condición de que los residuos estimados en la regresión sean estacionarios (Bejarano et al., 2018) de acuerdo con el enfoque de cointegración propuesto por Engle y Granger (Gujarati y Porter, 2010). Mientras que, en términos generales, las series observadas en primeras diferencias del logaritmo natural son estacionarias en su mayor parte con diversos niveles de significancia estadística que así lo demuestran.

Así mismo, las tablas 3 y 4 presentan los resultados obtenidos mediante las estimaciones de la función de producción Cobb-Douglas intensiva con la inclusión de una medida de capital humano en los casos individuales de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela, así como también el total absoluto de la región de América del Sur en el período 1950-2014.

Cabe destacar que, desde el punto de vista estadístico, todos los residuos de las regresiones presentan una distribución normal acorde con los resultados de la prueba Jarque-Bera (Gujarati y Porter, 2010). Por otra parte, las series fueron previamente corregidas por posibles problemas de heterocedasticidad con el método de corrección de *Newey-West* (HAC) y, en algunos casos, se introdujo el esquema autorregresivo de primer orden AR(1) y las variables en diferencias para corregir posibles problemas de autocorrelación en los términos de error o residuos (Gujarati y Porter, 2010), situación que se ve reflejada en los resultados del estadístico Durbin-Watson de cada una de las regresiones.

Adicionalmente, se incluyeron en los casos de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela un término constante que registra el parámetro de la tecnología y una variable de tendencia para registrar el crecimiento de la función de producción que no está explicado por los factores productivos, lo cual se refleja en la Tabla 6. En el mismo orden de ideas, se incluyeron variables tipo *dummy* de impacto a causa de la posible presencia de quiebres estructurales en esos años particulares, originados por diversos factores de índole político, económico y social que pudieron haber generado cambios

estructurales en las economías de la región. Las variables *dummy* demostraron ser estadísticamente significativas dentro de las regresiones en varios niveles de significancia (1 %, 5 % y 10 %).

Tabla 3. *Resultados de las estimaciones de la función de producción intensiva con capital humano en el período (1950-2014a)*

Notación	Variables	Variable dependiente: primera diferencia del logaritmo natural del PIB por trabajador				
		Grupo de países				
		Bol (1950-2014)	Col (1950-2014)	Ecu (1950-2014)	Per (1950-2014)	Ven (1950-2014)
c	Constante			0,016 (0,008)***	0,002 (0,009)****	-0,015 (0,008)**
dlog(kpt)	Tasa de crecimiento del capital por trabajador	0,216 (0,126)***	0,378 (0,113)*	0,717 (0,099)*	0,569 (0,182)*	0,616 (1,155)*
d53	Dummy para el año 1953	-0,144 (0,002)*				
d62	Dummy para el año 1962	0,007 (0,000)*				
d64	Dummy para el año 1964		0,073 (0,030)**			
d68	Dummy para el año 1968	-0,131 (0,001)*				
d74	Dummy para el año 1974	0,113 (0,003)*		0,152 (0,005)*		
d87	Dummy para el año 1987		0,066 (0,030)**			
d89	Dummy para el año 1989				-0,172 (0,089)***	
d04	Dummy para el año 2004				-0,172 (0,089)***	0,209 (0,010)*
@trend	Tendencia temporal		0,066 (0,030)**	-0,001 (0,000)**		
R ²		0,349	0,477	0,480	0,429	0,201
R ² ajustado		0,305	0,441	0,454	0,39	0,183
Estadístico Durbin-Watson		1,494	2,081	1,933	2,075	1,999

Continúa

Tabla 3. Continuación

		Variable dependiente: primera diferencia del logaritmo natural del PIB por trabajador				
Notación	Variables	Grupo de países				
		Bol	Col	Ecu	Per	Ven
		(1950-2014)	(1950-2014)	(1950-2014)	(1950-2014)	(1950-2014)
Observaciones		64	64	64	64	64
White Cross-Section (Coef. Covariance method)		Si	Si	Si	Si	Si
Prueba de White para heterocedasticidad. Probabilidad		0,765	0,000	0,834	0,000	0,599
Prueba LM para autocorrelación. Probabilidad		0,249	AR(1)	0,828	AR(1)	0,424
Prueba de Jarque-Bera para normalidad. Probabilidad		0,565	0,996	0,852	0,899	0,062

El log que antecede a la variable significa el logaritmo natural de dicha variable; una d delante de la variable significa la primera diferencia de dicha variable, mientras que cuando dlog antecede a una variable significa la primera diferencia del logaritmo natural de dicha variable (como aproximación de su tasa de crecimiento).

* Coeficientes significativos al 1 %, ** coeficientes significativos al 5 %, *** coeficientes significativos al 11 %, **** coeficientes no significativos. Errores estándar entre parentesis ().

Fuente: PWT versión 9.0, elaboración y cálculos propios sobre la base de *Eviews* 10.

Tabla 4. Resultados de las estimaciones de la función de producción intensiva con capital humano en el período (1950-2014b)

		Variable dependiente: primera diferencia del logaritmo natural del PIB por trabajador					
Notación	Variables	Grupo de países					
		Arg	Bra	Chl	Pry	Ury	Reg
		(1950-2014)	(1950-2014)	(1951-2014)	(1970-2014)	(1950-2014)	(1950-2014)
dlog(kpt)	Tasa de crecimiento del capital por trabajador	0,656 (0,079)*	0,655 (0,126)*	0,444 (0,147)*	0,456 (0,082)*	0,474 (0,126)*	0,638 (0,117)*
d52	Dummy para el año 1952					-0,188 (0,020)*	
d62	Dummy para el año 1962			0,184 (0,002)*			
d73	Dummy para el año 1973			-0,063 (0,004)*			

Continúa

Tabla 4. Continuación

Notación	Variables	Variable dependiente: primera diferencia del logaritmo natural del PIB por trabajador					
		Grupo de países					
		Arg	Bra	Chl	Pry	Ury	Reg
		(1950-2014)	(1950-2014)	(1951-2014)	(1970-2014)	(1950-2014)	(1950-2014)
d74	Dummy para el año 1974						
d75	Dummy para el año 1975			-0,227 (0,010)*			
d80	Dummy para el año 1980						
d89	Dummy para el año 1989	-0,079 (0,005)*					
d96	Dummy para el año 1996		0,123 (0,034)*				0,077 (0,045)*
d98	Dummy para el año 1998		-0,018 (0,002)*				
d00	Dummy para el año 2000				-0,140 (0,003)*	-0,060 (0,002)*	
d02	Dummy para el año 2002				0,203 (0,001)*	-0,060 (0,002)*	
R ²		0,415	0,486	0,463	0,503	0,321	0,607
R ² ajustado		0,396	0,46	0,435	0,478	0,289	0,587
Estadístico Durbin-Watson		1,799	2,091	1,784	1,402	1,694	1,993
Observaciones		64	64	63	44	64	64
White Cross-Section (Coef. Covariance method)		Si	Si	Si	Si	Si	Si
Prueba de White para heterocedasticidad. Probabilidad		0,807	0,010	0,000	0,820	0,820	0,000
Prueba LM para autocorrelación. Probabilidad		0,546	AR(1)	0,693	0,11	0,337	AR(1)
Prueba de Jarque-Bera para normalidad. Probabilidad		0,779	0,218	0,578	0,746	0,618	0,546

El log que antecede a la variable significa el logaritmo natural de dicha variable; una d delante de la variable significa la primera diferencia de dicha variable, mientras que cuando dlog antecede a una variable significa la primera diferencia del logaritmo natural de dicha variable (como aproximación de su tasa de crecimiento).

* Coeficientes significativos al 1 %, ** coeficientes significativos al 5 %, *** coeficientes significativos al 11 %, **** coeficientes no significativos. Errores estándar entre parentesis ().

Fuente: PWT versión 9.0, elaboración y cálculos propios sobre la base de *Eviews* 10.

Dado los resultados en las regresiones efectuadas, se observa que las elasticidades del producto con respecto al capital por trabajador son en su mayoría consistentes con los supuestos de Mankiw et al. (1992), quienes argumentan que incluir el capital humano dentro del modelo de Solow (1956) tendría como resultado que la participación del capital físico y el crecimiento de la población tendrían un mayor impacto en los niveles del producto agregado o ingresos de la población.

En este sentido, al observar las elasticidades en los casos individuales de los países que conforman la región, estas sugieren que un aumento del 1 % en el stock de capital tiene como resultado un aumento del producto por trabajador, resultados que en su mayoría representan participaciones altas en el ingreso total de las economías por parte del factor capital por encima de la participación del factor trabajo, con excepción de los casos particulares de Bolivia y Colombia donde las elasticidades representan valores bajos para sostener dicha hipótesis.

Por otra parte, cuando se observa la elasticidad calculada para el agregado de la región (0,638), sugiere que un aumento del 1 % en el stock de capital tiene como resultado un aumento del 0,64 % en el producto por trabajador. Esto representa una participación alta en el ingreso total de la economía regional por parte del factor capital, que supera a la participación del factor trabajo.

Ahora bien, una de las limitaciones de las estimaciones realizadas es la moderada e incluso muy baja medida de bondad de ajuste de la regresión. Esto plantea la posibilidad de que pueden existir factores no incorporados dentro del modelo en forma de elementos o variables exógenas no especificadas dentro de la forma funcional del mismo.

IV. Análisis de la productividad total de los factores en la región de América del Sur

Una vez obtenidas las elasticidades en la función de producción Cobb-Douglas intensiva, se procedió a estimar la tasa de crecimiento de la PTF para la región de América del Sur y sus países integrantes a través de la metodología de la contabilidad del crecimiento establecida por Solow (1957).

En este sentido, la Tabla 5 recopila los resultados hallados en conjunto a la descomposición de la experiencia del crecimiento económico en la región y cada uno de los países que la conforman.

Tabla 5. Descomposición del crecimiento económico en América del Sur. Período (1950-2014)

Países	PIB Real (%)							Stock de Capital (%)						
	Periodos							Periodos						
	51-64	65-79	80-94	95-09	10-14	00-14	51-14	51-64	65-79	80-94	95-09	10-14	00-14	51-14
Arg	2,45 %	3,69 %	7,59 %	4,01 %	4,54 %	3,29 %	4,47 %	2,29 %	5,70 %	9,95 %	4,92 %	4,31 %	2,70 %	5,66 %
Bol	2,09 %	3,94 %	3,49 %	5,62 %	6,80 %	6,14 %	4,05 %	1,13 %	3,95 %	1,42 %	8,05 %	7,86 %	7,88 %	4,01 %
Bra	6,34 %	7,37 %	3,96 %	4,44 %	5,60 %	4,78 %	5,52 %	2,21 %	7,99 %	6,91 %	6,71 %	9,20 %	7,78 %	6,27 %
Col	4,56 %	2,54 %	4,00 %	4,74 %	6,25 %	5,72 %	4,12 %	4,18 %	6,15 %	5,63 %	7,55 %	7,37 %	7,25 %	6,05 %
Chil	4,49 %	6,41 %	2,57 %	3,25 %	6,06 %	5,24 %	4,32 %	3,54 %	4,37 %	3,32 %	4,40 %	6,30 %	5,49 %	4,10 %
Ecu	5,01 %	7,40 %	1,68 %	5,39 %	6,68 %	7,18 %	5,01 %	2,72 %	6,81 %	3,05 %	8,41 %	7,02 %	8,79 %	5,43 %
Par	2,93 %	6,30 %	4,52 %	4,64 %	7,97 %	6,63 %	4,92 %	0,75 %	7,83 %	9,12 %	6,84 %	4,82 %	5,95 %	6,20 %
Per	5,55 %	4,35 %	2,69 %	6,10 %	6,34 %	6,74 %	4,79 %	2,70 %	4,74 %	7,36 %	7,68 %	6,89 %	6,43 %	5,76 %
Uru	2,27 %	2,19 %	2,39 %	1,78 %	7,15 %	3,88 %	2,55 %	6,95 %	5,39 %	3,12 %	4,43 %	7,51 %	5,54 %	5,14 %
Ven	5,97 %	4,69 %	0,59 %	5,42 %	3,56 %	7,02 %	4,09 %	6,29 %	8,22 %	1,12 %	6,45 %	8,84 %	8,37 %	5,77 %
Reg	5,76 %	5,83 %	3,79 %	4,42 %	5,49 %	4,95 %	4,98 %	3,59 %	6,79 %	5,66 %	6,32 %	8,12 %	6,87 %	5,82 %
Países	Factor Trabajo (%)							PTF (%)						
	Periodos							Periodos						
	51-64	65-79	80-94	95-09	10-14	00-14	51-14	51-64	65-79	80-94	95-09	10-14	00-14	51-14
Arg	1,40 %	1,27 %	1,51 %	2,28 %	1,26 %	2,23 %	1,59 %	0,23 %	-0,74 %	0,20 %	-0,18 %	0,98 %	0,51 %	-0,04 %
Bol	-0,42 %	1,79 %	3,06 %	2,55 %	2,87 %	2,75 %	1,87 %	1,31 %	0,79 %	-0,37 %	1,03 %	2,12 %	1,54 %	0,79 %
Bra	2,72 %	3,72 %	2,41 %	1,95 %	1,79 %	2,18 %	2,63 %	3,70 %	0,79 %	-1,89 %	-1,28 %	-1,90 %	-1,79 %	0,10 %
Col	1,26 %	1,23 %	3,32 %	1,89 %	3,55 %	2,71 %	2,07 %	1,73 %	-1,45 %	-0,84 %	-0,02 %	0,66 %	0,64 %	-0,14 %
Chil	2,17 %	3,53 %	3,30 %	2,64 %	2,72 %	3,09 %	2,91 %	1,29 %	2,18 %	-1,26 %	-0,72 %	1,35 %	0,62 %	0,43 %
Ecu	1,97 %	3,12 %	3,94 %	2,37 %	2,25 %	2,80 %	2,82 %	2,23 %	1,39 %	-1,93 %	-1,60 %	0,92 %	-0,13 %	0,06 %
Par		2,87 %	4,61 %	2,53 %	2,11 %	2,76 %	3,26 %		0,16 %	-2,70 %	-0,27 %	3,91 %	1,72 %	-0,54 %
Per	1,52 %	2,69 %	3,64 %	2,90 %	2,28 %	2,48 %	2,67 %	3,06 %	-0,14 %	-3,64 %	0,06 %	1,27 %	1,82 %	-0,10 %
Uru	1,22 %	0,64 %	2,55 %	0,21 %	1,18 %	1,15 %	1,15 %	-1,90 %	-1,21 %	-0,84 %	-0,69 %	2,59 %	0,45 %	-0,86 %
Ven	3,16 %	3,49 %	3,21 %	3,06 %	2,46 %	3,46 %	3,17 %	0,67 %	-2,42 %	-1,62 %	-0,41 %	-3,32 %	-0,10 %	-1,16 %
Reg	2,57 %	3,18 %	2,65 %	2,21 %	2,04 %	2,44 %	2,60 %	1,65 %	-0,01 %	-1,17 %	-0,77 %	-0,78 %	-0,67 %	-0,16 %

Fuente: PWT versión 9.0, elaboración y cálculos propios sobre la base de *Eviews* 10.

Estos resultados demuestran que en el período 1951-2014, el PIB real creció a una tasa promedio en el rango de entre 2,55 % en el punto más bajo correspondiente a Uruguay y 5,52 % en su punto más alto correspondiente a Brasil, mientras los demás países muestran valores similares en el rango de entre 4,05 y 5,01 %. El stock de capital tuvo un rendimiento similar con una tasa de crecimiento promedio en el rango de 4,01 % en su punto más bajo correspondiente a Bolivia y 6,27 % en su punto más alto de nuevo correspondiente a Brasil, mientras que los demás países muestran valores similares en el rango de 4,10 % y 6,20 %.

El factor trabajo (ajustado por un índice de capital humano sobre la base de años de escolaridad) muestra una tasa de crecimiento promedio menor al factor capital en el rango de 1,84 % en su punto más bajo correspondiente a Uruguay y 4,42 % en su punto más alto correspondiente a Venezuela, mientras los demás países presentan un rango de valores similares en el rango de 2,34 % a 3,80 %.

Mientras tanto, la PTF demostró resultados poco favorables en un espectro negativo en cuanto a su tasa de crecimiento promedio se refiere, situándose en un rango de -1,16 % en su punto más alto correspondiente a Venezuela y -0,04 % en su punto más bajo correspondiente a Argentina, con la excepción de países como Bolivia, Brasil, Chile y Ecuador con un promedio de 0,79 %, 0,10 %, 0,43 % y 0,06 %, respectivamente. Por otra parte, al analizar los resultados del total absoluto de la región se puede observar que el PIB real creció a un promedio de 4,98 %, el stock de capital en 5,82 %, el factor trabajo en 2,60 % y la PTF en un -0,16 %. En este contexto los resultados revelan que, en cuanto a la experiencia del crecimiento de América del Sur, la principal fuente del crecimiento del producto ha sido la acumulación de factores productivos más que la productividad total, lo cual puede comprobarse más a fondo observando la Figura 1 y la Tabla 6.

En la Figura 1 se puede observar que el crecimiento de la PTF en la región a lo largo del período fue altamente inestable, mientras que la acumulación de factores demostró ser más estable, lo cual en conjunto a las estimaciones de la participación de la productividad en el crecimiento promedio del producto

(Tabla 6) y la descomposición previa del crecimiento (Tabla 5), revela que existen factores adicionales a tomar en cuenta para explicar las variaciones en el crecimiento regional (Easterly y Levine 2001) debido a que, la productividad no ha sido determinante en cuanto al crecimiento económico de Suramérica en el período 1950-2014, demostrando que la región es altamente ineficiente a la hora de combinar y emplear sus factores productivos, lo que en alguna medida determinó el desempeño económico de la misma especialmente durante los episodios de decrecimiento e inestabilidad económica del siglo XX (Solimano y Soto, 2005), y los que le proseguirían en la primera parte del siglo XXI.

Tabla 6. *Porcentaje del crecimiento promedio del PIB correspondiente al crecimiento de la PTF. Período (1950-2014)*

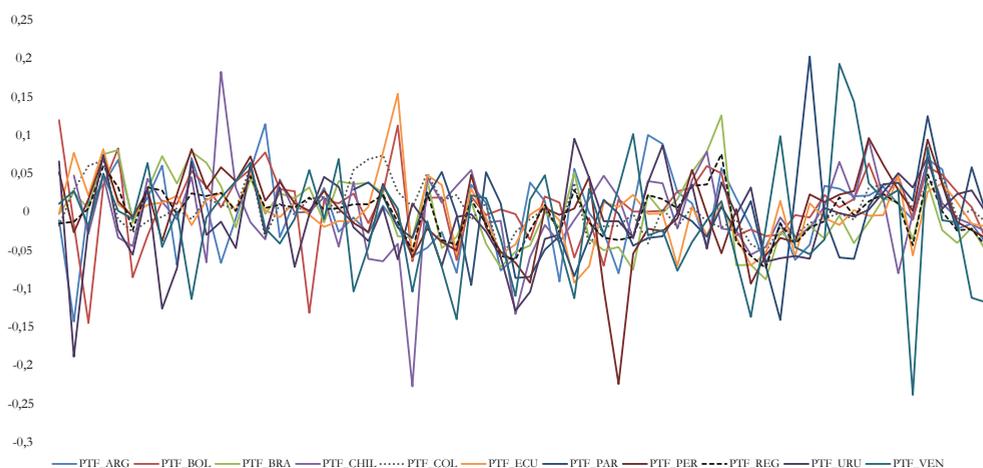
Países	Porcentaje del crecimiento del Pib real						
	Periodos						
	51-64	65-79	80-94	95-09	10-14	00-14	51-14
Arg	9,39 %	-20,05 %	2,64 %	-4,49 %	21,59 %	15,50 %	-0,89 %
Bol	62,68 %	20,05 %	-10,60 %	18,33 %	31,18 %	25,08 %	19,51 %
Bra	58,36 %	10,72 %	-47,73 %	-28,83 %	-33,93 %	-37,45 %	1,81 %
Col	37,94 %	-57,09 %	-21,00 %	-0,42 %	10,56 %	11,19 %	-3,40 %
Chil	28,73 %	34,01 %	-49,03 %	-22,15 %	22,28 %	11,83 %	9,95 %
Ecu	44,51 %	18,78 %	-114,88 %	-29,68 %	13,77 %	-1,81 %	1,20 %
Par		2,54 %	-59,73 %	-5,82 %	49,06 %	25,94 %	-10,98 %
Per	55,14 %	-3,22 %	-135,32 %	0,98 %	20,03 %	27,00 %	-2,09 %
Uru	-83,70 %	-55,25 %	-35,15 %	-38,76 %	36,22 %	11,60 %	-33,73 %
Ven	11,22 %	-51,60 %	-274,58 %	-7,56 %	-93,26 %	-1,42 %	-28,36 %
Reg	28,65 %	-0,17 %	-30,87 %	-17,42 %	-14,21 %	-13,54 %	-3,21 %

Fuente: elaboración y cálculos propios a partir de los resultados de la Tabla 5.

Dentro de este contexto, cabe descartar que estas conclusiones son consistentes con los hallazgos de trabajos a menor escala dentro de economías específicas de la región como los de Mora (2006), Puente et al. (2010), Bejarano et al. (2018), Briones et al. (2018), y aquellos a escala de mayor que

toman en cuenta toda América Latina como los de Solimano y Soto (2005), Méndez-Sayago et al. (2013) y Araujo y et al. (2014). Al igual que trabajos con muestras a nivel internacional como los de Easterly y Levine (2001), Canarella y Pollard (2003) y Koutun y Karabona (2013), cuyos objetivos fueron comprobar la validez empírica del modelo MRW (1992), obteniendo resultados positivos en el proceso.

Figura 1. *Comportamiento de la Productividad total de los factores en América del Sur. Período (1950-2014)*



Fuente: PWT versión 9.0, elaboración y cálculos propios sobre la base de Eviews 10.

Una interesante área de estudio ampliamente documentada y con referentes empíricos es sobre los determinantes a corto y largo plazo de la PTF, cuestión que se sugiere investigar para el caso de los países estudiados, en cuanto permitiría tener referencias más exactas sobre las causas por las cuales esta región tiene dificultades respecto a la expansión de su productividad total.

Conclusiones

La teoría del crecimiento económico exógeno predice que los países pobres deberían crecer a un ritmo más rápido que los países ricos lo cual permitiría que haya convergencia a nivel de sus ingresos *per cápita*. La evidencia

empírica disponible revela que, en la última mitad del siglo XX, muchas economías de diferentes regiones como Europa del Sur, Europa Occidental y Asia del Este, efectivamente disfrutaron de importantes experiencias de crecimiento económico logrando reducir significativamente sus brechas de ingresos y niveles de desarrollo en comparación a otras naciones (Acemoglu, 2009).

Según los resultados obtenidos por medio de las regresiones formalizadas en la función de producción Cobb-Douglas en términos intensivos, se puede concluir que las elasticidades del producto con respecto al factor capital son, mayoritariamente, consistentes con los supuestos del modelo Solow-Swan ampliado de Mankiw et al. (1992). Estos autores señalan que incluir el capital humano dentro del modelo de Solow (1956) tendría como resultado evidencia más acorde a la pauta de distribución del ingreso, donde el capital en un sentido amplio tiene mayor participación en el producto total de la economía.

No obstante, si bien el modelo econométrico fue bien especificado y se obtuvieron estimaciones consistentes, los estadísticos que representan la bondad de ajuste de la ecuación de regresión demostraron ser valores medio-bajos, por lo que se concluye que pueden existir factores que participan a la hora de determinar el rendimiento económico de América del Sur y sus países miembros, que no están siendo registrados dentro del modelo, como por ejemplo la estructura institucional de la región y el funcionamiento de la misma en ella, que como lo demuestra la evidencia empírica disponible las instituciones pueden ser determinantes en el desempeño económico de largo plazo de las naciones (Acemoglu, 2009; Acemoglu y Robinson, 2012). Por lo que se recomienda expandir el modelo para remediar dicha situación y encontrar resultados más concluyentes al respecto.

Por su parte, los resultados del objetivo general de la investigación evidencian que la principal fuente del crecimiento en el producto total en la región fue la acumulación de factores productivos más que la productividad total de la misma, que no ha sido un factor determinante del crecimiento en el período de estudio 1950-2014, por lo cual la región es ineficiente a la hora de emplear y combinar sus factores productivos en comparación con otras regiones del mundo. Algo que ha jugado un factor determinante en el

desempeño económico de largo plazo de Suramérica, especialmente cuando se toma en cuenta los posibles efectos adversos de esta ineficiencia durante los episodios de inestabilidad macroeconómica como consecuencia de choques exógenos y desequilibrios internos.

Por último, se destaca que los resultados invitan, como siempre es el caso en las investigaciones empíricas, a atender la calidad de la data, dada la importancia de tomar en cuenta los cambios que tienen lugar a lo largo del tiempo en la recolección y medición de las cuentas nacionales de los distintos países estudiados, al igual que una gran parte de la investigación sobre el capital humano y crecimiento económico debe ser reexaminada debido a la disponibilidad de nuevas o actualizadas fuentes de datos macroeconómicos (Canarella y Pollar, 2003).

Agradecimientos

Artículo derivado del proyecto Hechos estilizados del crecimiento económico mundial: nueva evidencia. Período 1950-2014. CONDES. Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Zulia Instituto de Investigaciones (LUZ), Venezuela y de la ponencia titulada: contabilidad del crecimiento en el marco del modelo de Solow-Swan ampliado de la región de América del Sur en el período 1950-2014, presentada en el II Encuentro de investigadores de la red de investigación en gestión y desarrollo organizacional efectuado en Montería, Colombia, noviembre 2019.

Referencias

- Acemoglu, D. (2009). *Introduction to modern economic growth*. Cambridge: The MIT press.
- Acemoglu, D. & Robinson, J. (2012). *Por qué fracasan los países*. Barcelona: Centro Libros PAF, S. L. U.
- Araujo, J., Feitosa, D. & Silva, A. (2014). América Latina: productividad total de los factores y su descomposición. *Revista de la CEPAL* (114), 54-69. <https://doi.org/10.18356/0e0afe2-es>

- Barro, R. & Sala-i-Martin, X. (2009). *Crecimiento Económico*. Barcelona: Reverté S.A.
- Bejarano, H., Molero, L., Campuzano, J. y Salcedo, V. (2018). Productividad de los factores, producto potencial y brecha del producto en Perú. *Económicas CUC*, 39(1), 41-60. <http://dx.doi.org/10.17981/econcu.c.39.1.2018.03>
- Blanchard, O., Amighini, A. & Giavazzi, F. (2012). *Macroeconomía* (5ta ed.). Madrid: Pearson Education, S.A.
- Briones, X., Molero, L. & Calderón, O. (2018). La función de producción Cobb-Douglas en el Ecuador. *Tendencias* 19(2), 45-73. <https://doi.org/10.22267/rtend.181902.97>
- Canarella, G. & Pollard, S. (2003). The Augmented Solow Model and the OECD Sample. *International Business & Economics Journal*, 2(7), 89-102. <https://doi.org/10.19030/iber.v2i7.3824>
- Chiang, A. & Wainwright, K. (2007). *Métodos fundamentales de economía matemática* (4ta ed.). México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Comin, D. (2006). Total factor productivity. New York University. National Bureau of Economic Research. https://doi.org/10.1057/978-1-349-95121-5_1681-2
- Easterly, W. & Levine, R. (2001). What have we learned from a decade of empirical research on growth? It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models. *The World Bank Economic Review*, 15(2). 177-219. <https://doi.org/10.1093/wber/15.2.177>
- Feenstra, R., Inklaar, R. C. & Timmer, M. (2015). The Next Generation of the Penn World Table. *American Economic Review*, 105(10), 3150-3182. <https://doi.org/10.1257/aer.20130954>
- Gujarati, D. N. & Porter, D.C. (2010). *Econometría* (5a. ed. México: McGraw Hill.
- Hugget, M. (2018). Growth accounting lecture presentation [Classroom material]. Georgetown University. <http://faculty.georgetown.edu/mh5/class/econ102/lecture/growthaccounting-lecture>

- Jiménez, F. (2011). *Crecimiento económico: enfoques y modelos*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Koutun, A. & Karabona, P. (2013). *An Empirical Study of the Solow Growth Model* [Bachelor Thesis in Economics, Mälardalen University]. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:633334/fulltext01.pdf>
- Mankiw, G., Romer, D. & Weil, D. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407-437. <https://doi.org/10.2307/2118477>
- Mora, J. (2006). La productividad multifactorial y el crecimiento económico en Venezuela. *Actualidad Contable FACES*, 9(13), 92-104. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25701309>
- Puente, J. Gómez, P. & Vera, L. (2010). La productividad perdida. Venezuela. *Debates IESA XV* (1), 66-69. <http://virtual.iesa.edu.ve/servicios/wordpress/?p=1225>
- Romer, D. (2012). *Advanced macroeconomics* (4th edition). University of California, Berkeley: McGraw-Hill Irwin.
- Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes del crecimiento económico*. Antoni Bosch editor.
- Méndez-Sayago, J., Méndez-Sayago, J. & Hernández, H. (2013). Productividad total de los factores, cambio técnico, eficiencia técnica y PIB potencial en Latinoamérica. *Semestre Económico*, 16(34), 65-91. <https://doi.org/10.22395/seec.v16n34a3>
- Solimano, A. & Soto, R. (2005). Economic growth in Latin America in the late 20th century: evidence and interpretation. CEPAL, Economic Development Division. <https://www.cepal.org/en/publications/5398-economic-growth-latin-america-late-20th-century-evidence-and-interpretation>
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94. <https://doi.org/10.2307/1884513>

- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Quarterly Journal of Economics*, 39(3), 312-320. <https://doi.org/10.2307/1926047>
- Swan, T. (1956). Economic growth and capital accumulation. *The Economic Record*, 32(2), 334-361. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x>
- Van Ark, B. (2014). Total factor productivity: Lessons from the past and directions for the future. National bank of Belgium working papers. <https://www.nbb.be/doc/ts/publications/wp/wp271en.pdf>