

# **Relación entre el capital humano y el producto en Ecuador: el rol de las políticas educativas**

**Elita Mora**

**Irene Vicente**

**Patricia Villegas**

**Rafael Alvarado**

Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador

## Resumen

El objetivo de esta investigación es examinar la relación entre el capital humano y el producto de Ecuador mediante técnicas de cointegración. Utilizamos datos compilados por el Banco Mundial en los Indicadores del Desarrollo (2017) y por Barro y Lee (2013) del periodo 1982-2015. A pesar de la inestabilidad de las políticas educativas en este país, los resultados son consistentes con el enfoque del modelo de crecimiento endógeno desarrollado por Lucas (1988). Encontramos que el capital humano medido por la tasa de alfabetización y el capital físico medido por la formación bruta de capital fijo tienen una relación estable de largo plazo y de corto plazo con el producto en este país. Finalmente, encontramos que existe causalidad Granger (1988) unidireccional desde el capital humano al producto, y desde el capital humano al capital físico. Una implicación de política económica derivada de esta investigación es que un aumento de la inversión en las dotaciones de la fuerza laboral permite aumentar el producto y el capital físico.

## Abstract

The objective of this research is to examine the relationship between human capital and output in Ecuador through cointegration techniques. We use data compiled by the World Bank in the World Development Indicators (2017) and by Barro and Lee (2013) of the period 1982-2015. Despite the instability of education policies in this country, the results are consistent with the approach of the endogenous growth model developed by Lucas (1988). We find that human capital measured by literacy rate, and physical capital measured by gross fixed capital formation, have a stable long-term and short-term relationship with output in this country. Finally, we find that there is a unidirectional Granger (1988) causality from human capital to output and from human capital to physical capital. One implication of economic policy derived from this research is that an increase in investment in the labor force endowments can increase output and physical capital.

*Palabras clave:* Capital humano. Capital físico. Producto. Series de tiempo. Ecuador. Human capital. Physical capital. Output. Time series. Ecuador.

*Clasificación JEL:* E23. E22. J24.

## 1. Introducción

El capital humano es una variable clave para aumentar y estabilizar el crecimiento del producto, independientemente del nivel de desarrollo de los países o regiones (De Gregorio, 1991; Mankiw, Romer y Weil, 1992; Saccone, 2017; Siddiqui y Rehman, 2017). Sin embargo, en los países en desarrollo no existe estabilidad en las políticas educativas que lleven a una formación óptima de capital humano (Comeau, 2003; Zin, 2014). Por ejemplo, en el caso de Ecuador, los bajos niveles de educación se relacionan con la actividad primaria exportadora. Además, entre los años 1988-1996 los responsables de la política educativa implementaron varios programas orientados a ampliar la cobertura y mejorar la calidad. A partir de 1996 el sistema educativo estuvo caracterizado por la inestabilidad, así como por una grave crisis financiera y duros ajustes macroeconómicos. Los gobiernos de turno implementaban sus propias políticas haciendo que la formación de capital humano no sea una política de estado con objetivos y metas claras. En 1999, el 56% de los ecuatorianos vivían bajo el umbral de pobreza y existía un crónico desfinanciamiento de la educación pública y de otros servicios sociales.

En el periodo 2000-2005 persistió la inestabilidad política reflejado en el cambio continuo de presidentes y en mayor medida de los Ministros de Educación, el órgano rector de la educación del país. Además, el sistema educativo estuvo controlado por un sindicato estatal (Unión Nacional de Educadores-UNE), casi la totalidad de los maestros de escuelas y colegios públicos pertenecían a este sindicato. Paralelamente, la UNE fue un sindicato controlado por un partido político denominado Movimiento Popular Democrático (MPD). Dicha organización política junto con la UNE mantenían frecuentes marchas y protestas y otras medidas de presión social para evitar la mejora en la calidad de la educación, en particular de la capacitación y evaluación docente, modernización del sistema educativo, prueba de ingreso a las universidades, entre otras. Esta confrontación denominada *alianza distante* persistió aproximadamente desde 1982 hasta el 2007, y en lo posterior el sindicato perdió gradualmente su influencia debido a un conjunto de políticas orientadas a mejorar la calidad educativa emprendida por el gobierno de la época.

En la práctica, el control del MPD del sistema educativo llevó a una baja formación de capital humano, lo que debería llevar a un efecto bajo en el producto. A partir del 2006, el país vivió un período de estabilidad política y económica y de incremento significativo de la inversión pública en educación. La disminución de la tasa de analfabetismo nacional pasó de 8,6% en el año 2000 a 6,7% en el año 2013 (Sistema de Indicadores Sociales, 2014: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2016) y del aumento del gasto en educación como porcentaje del PIB pasó del 1,15% en el 2000 al 4,20% en el 2014 son resultados de la aplicación de dichas

políticas. En resumen, el producto de Ecuador se ha visto estancado por un bajo nivel de capital humano, que a la vez conduce a un desarrollo industrial limitado. Más bien la expansión del producto de este país está asociado con la actividad primaria exportadora.

Existen varios argumentos que explican los mecanismos mediante los cuales el capital humano afecta positivamente en la expansión del producto. Primero, la educación lleva a formar una fuerza laboral eficiente y competitiva que facilita la inserción en el mercado laboral altamente dinámico con salarios más altos. Segundo, la inversión en educación, formación y capacitación lleva a optimizar los procesos de producción y utilizar de mejor forma los recursos escasos. Tercero, las mejoras el capital humano están asociados con la innovación y con la investigación y desarrollo. Estos tres factores hacen que la inversión en las dotaciones de la fuerza laboral llevaría a una mejora individual de los trabajadores y a un incremento del producto agregado en una economía (Psacharopoulos, 1973; Becker & Chiswick, 1966; Becker 1964; Mincer, 1973; Lucas, 1988). Desde el punto de vista teórico, ya sea desde un enfoque clásico (Solow, 1956; Swan, 1956) ampliado y desde los modelos endógenos (Lucas, 1988; Barro, 1991), el aumento del capital humano lleva a una expansión del producto.

En este contexto, el principal objetivo de esta investigación es examinar la relación de corto y largo plazo entre el capital humano medido por la tasa de alfabetización, el capital físico medido por la formación bruta de capital físico y el producto usando econometría de datos de series de tiempo. En este proceso, mediante el test de Dickey y Fuller (1979) verificamos que las series utilizadas sean no estacionarias. Los resultados muestran que todas las series son series integradas de orden  $I(1)$ , por lo que el modelo de cointegración y el modelo de corrección de error se realizan con las primeras diferencias de todas las series. En todas las estimaciones agregamos una variable dummy para capturar la inestabilidad de las políticas educativas del país, y su inclusión resulta relevante para el ajuste del modelo. Los principales resultados del test de cointegración de Johansen (1991) señalan la existencia de al menos tres relaciones de equilibrio de largo plazo entre las tres variables. Además, el test de corrección de error muestra la existencia de equilibrio de corto plazo y el test de causalidad Granger (1988) muestra que existe causalidad unidireccional desde el capital humano al producto y desde el capital humano al capital físico.

Estos resultados ofrecen dos lecciones interesantes de política económica, en particular en el ámbito educativo. Primero, un aumento de la inversión en educación llevaría a un aumento de la producción por los mecanismos antes descritos. Segundo, los incrementos de la inversión en educación pueden llevar a un cambio en la acumulación de capital físico. Además, la inclusión de la inestabilidad de las políticas educativas, característico de los países en desarrollo que requieren ampliar la cobertura y mejorar la calidad educativa, amplía el debate de la relación positiva entre el capital humano y el producto.

Este trabajo incluye cuatro secciones adicionales a la introducción. La sección dos proporciona una síntesis teórica del mecanismo que sustenta la relación entre el producto y el capital humano y el capital físico. También consta de una breve revisión de la literatura empírica previa. La sección tres describe los datos y plantea la estrategia econométrica. La sección cuatro discute los resultados encontrados con la teoría y la evidencia empírica. Finalmente, la quinta sección contiene las conclusiones de la investigación y las posibles implicaciones de política económica.

## **2. Revisión de la literatura previa**

El modelo de crecimiento económico neoclásico planteado por Solow (1956) y Swan (1956) y la posterior investigación empírica desarrollada por Mankiw, Romer y Weil (1992) resaltan la importancia de la acumulación del capital físico y en menor medida del capital humano en la determinación de la tasa de crecimiento del producto. No obstante, son los modelos de crecimiento endógeno los que le asignan un papel relevante al capital humano como fuente de mayor productividad y en general de una mayor expansión del producto. Por ejemplo, Romer (1986), Lucas (1988), y Barro (1991) señalan que la introducción del capital humano a la función de producción genera convergencias hacia un mayor crecimiento del producto en el largo plazo. Así, el conocimiento se constituye en un nuevo factor acumulable para el crecimiento, sin el cual el capital físico no se ajusta a los requerimientos del entorno económico. Barro (1990) sugiere que la producción podría mostrar rendimientos crecientes en ambos tipos de capital de forma conjunta, pero tiene rendimientos decrecientes de forma separada. La creación del conocimiento incrementa las competencias laborales de los trabajadores, y por consiguiente, se vuelven más productivos.

En la literatura empírica, Barro (1991) analizó las determinantes del crecimiento económico con un panel de datos de aproximadamente 98 países (de la OCDE, otros países ricos y países de economías pobres y emergentes entre 1960-1985) y concluyó que los países que invirtieron más en educación primaria y secundaria experimentaron tasas de crecimiento mayores que países que no lo hicieron. La educación hace a los países más competitivos a nivel global porque la educación tiene como principal objetivo el desarrollo de habilidades que dentro de un esquema de aprendizaje orientados al saber ser, saber conocer y al saber hacer. El conocimiento lleva a los trabajadores a resolver problemas, convirtiendo así a la educación en un recurso útil para combatir la pobreza. Además, la inversión en educación ayuda al control de la tasa de natalidad. Cuando la población es más educada es más propensa a tener menos hijos, lo cual resulta beneficioso para incrementar el ingreso per cápita (Rosenzweig, 1990; Jones y Tertilt, 2008). El capital humano puede traducirse en capital social porque ayuda a reducir el comportamiento criminal (Jakus, Tiller y Park, 1997) y lleva a los individuos participar

más eficientemente en los procesos políticos (Friedman, 1963) y disminuye la discriminación racial, de género, e incluso de religión. En la práctica, la formación de capital humano no solo vuelve a los trabajadores más productivos sino que mejora el capital social necesario para la cohesión y la posterior consecución de objetivos sociales.

Existe una creciente literatura aplicada que muestra el funcionamiento de las economías que destacan la importancia del capital humano en el crecimiento económico y de aquellas que invierten poco en educación. Por ejemplo, Neira (2007) hace referencia al capital humano y desarrollo económico en una muestra de 15 países de la Unión Europea, donde demostró que existe una fuerte relación entre capital físico y capital humano, ya que son los países con mayores niveles de capital físico y mayores tasas de crecimiento los que a su vez experimentan el mayor incremento en capital humano. Pelinescu (2015) en una investigación sobre el impacto del capital humano en el crecimiento económico aplicado para una muestra de 25 países de la Unión Europea, encontró que hay una correlación positiva y significativa entre el PIB per cápita y las variables explicativas como número de empleados con educación secundaria. En esta misma dirección Terrones, Calderón (2012) investigan la relación entre la educación, el capital humano y el crecimiento económico para un grupo de países de América Latina. Mediante la estimación de un modelo econométrico encontraron una relación positiva entre las variables educativas (tasas de matrícula, ratios alumno/profesor y tasa de alfabetización adulta) y la distribución del ingreso. Esta relación tendía a ser más marcada a medida que se avanzaba sobre los distintos niveles educativos.

En los países que se encuentran en las etapas iniciales del desarrollo como Sudán, Arabi y Abdalla (2013) muestran que la calidad de la educación tiene un papel determinante en el crecimiento económico. Incluso la educación está asociada con la salud de las personas. Asimismo, Ríos (2005) en el caso colombiano destaca la existencia de relaciones significativas y de largo plazo entre el crecimiento económico y el comportamiento de las exportaciones menores y la acumulación de capital físico y humano. Además, Sulaiman, Bala, Tijani, Waziri & Maji (2015) analizaron la relación entre el capital humano, la tecnología y el crecimiento económico para Nigeria. El resultado de cointegración reveló que todas las variables en los dos modelos independientes fueron cointegrados. Además, los resultados de los dos modelos estimados mostraron que el capital humano en forma de inscripciones en la escuela secundaria y terciaria ha tenido un fuerte impacto positivo sobre el crecimiento económico. Más aún, la tecnología también muestra un significativo impacto sobre el crecimiento económico. Por lo tanto, la mejora del sector educativo y más financiación para la investigación y desarrollo ayuda a fomentar la innovación que son necesarias para facilitar el crecimiento del producto. Además, Bolívar (2011) encontró que las exportaciones menores, el capital físico, la población económicamente activa y el mismo PIB tienen efectos de corto y largo plazo sobre la evolución del producto y el crecimiento económico.

Emmanuel, Wujung & Emmanuel (2014) examinaron los mecanismos de la influencia del capital humano en el crecimiento económico para la Comunidad Económica y Monetaria de África Central (CEMAC). Con datos de panel y utilizando un modelo de regresión múltiple para los distintos países y el método de los mínimos cuadrados generalizados para toda la región encontraron que la educación secundaria mejora el desarrollo del capital humano. Un buen sistema de salud fortalece y aumenta la calidad del capital. Los conocimientos adquiridos en el trabajo incrementa la productividad de los trabajadores y el capital humano acumulado repercute positivamente en el crecimiento económico de la región de la CEMAC. Elías (2004) evalúa si la calidad del capital humano como factor explicativo del crecimiento varía en los distintos países según los niveles de ingreso per cápita. De los resultados de las regresiones realizadas tanto de corte transversal como de panel de datos encontró que la calidad de la educación tiene un importante efecto sobre el crecimiento económico de los países a escala global. Aguirre, Carrasco, Núñez (2009), hace referencia a un estudio de economía regional de capital humano y crecimiento económico en Chile, donde encontró que las regiones que exhiben un mayor nivel de productividad son también las que poseen un mayor stock de capital humano, por lo tanto, aumentar la productividad es esencial para mejorar las posibilidades de crecimiento, mientras que la habilidad para dominar las destrezas y la tecnología, es fundamental para incrementar la productividad. Actualmente, el conocimiento se ha convertido en un importante factor de ventaja competitiva, por tanto, la inversión en formación y capacitación se vuelve indispensable en las sociedades contemporáneas. En la investigación la mayoría de las investigaciones realizadas muestran que el aumento del capital humano promueve al crecimiento económico en los diferentes países o regiones.

### **3. Fuentes estadísticas y estrategia econométrica**

#### **3.1 Los datos**

La base de datos utilizada en la presente investigación fue obtenida de los Indicadores del Desarrollo del Banco Mundial (2017) y el capital humano fue tomada de la base de datos de Barro y Lee (2010). Las variables son series temporales anuales del periodo 1982-2015. La variable dependiente es la tasa de crecimiento del PIB per cápita. Las variables independientes son la formación bruta de capital fijo como una proxy del capital físico y la tasa de alfabetización como una proxy del capital humano. La disponibilidad de datos limitó al uso de otras medidas de capital físico y capital humano. No obstante, estas variables son usadas ampliamente en la literatura que relaciona el capital humano con el producto. Con el fin de obtener estimadores consistentes, incluimos rezagos tanto de las variables dependientes

como de las independientes para capturar la dinámica temporal y debido a que el efecto del capital humano sobre el crecimiento no se da de forma rápida sino que tiene un periodo de tiempo hasta afectar a los niveles de producción. La Tabla 1 resume las variables dependientes e independientes del modelo econométrico.

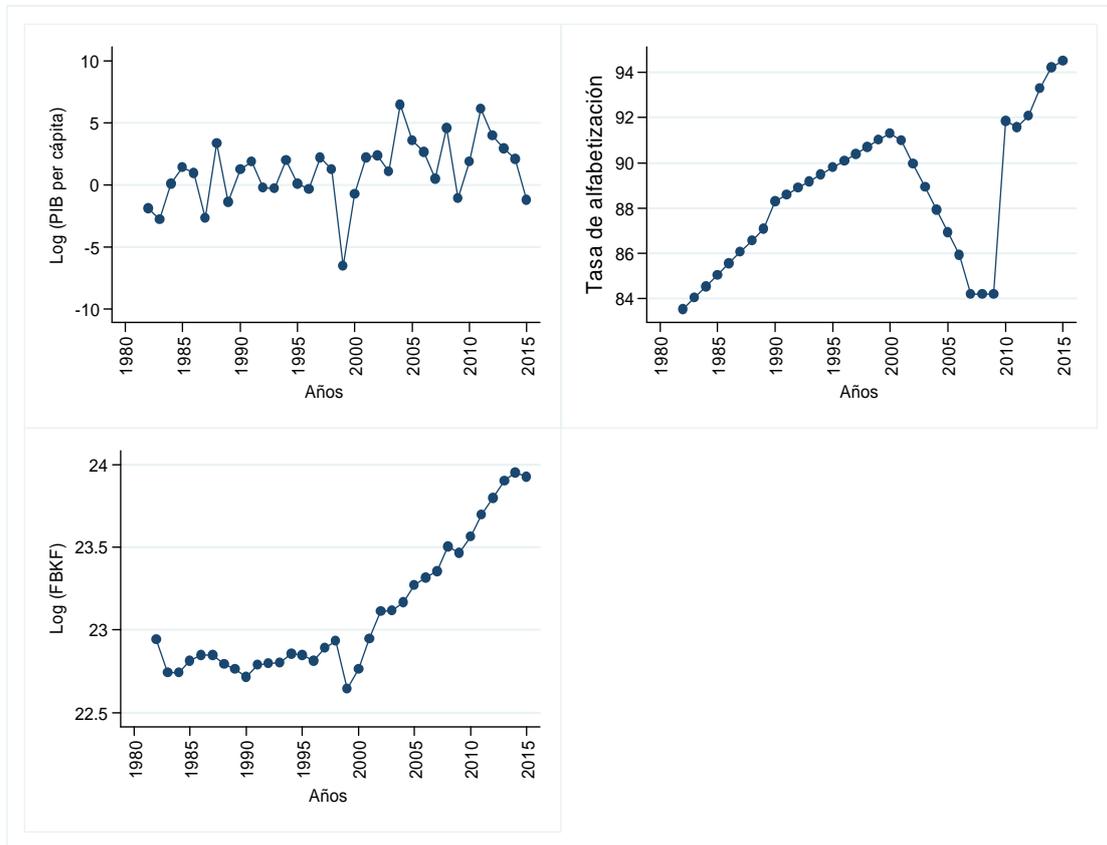
**Tabla 1.** Definición de las variables

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Unidad de medida</i>
Variable dependiente		
- PIB per cápita	- Crecimiento anual del PIB	Tasa de crecimiento anual
Variables independientes		
- <b>FBKF<sub>t</sub></b>	- Formación bruta de capital fijo.	- Tasa de crecimiento anual.
- <b>AF<sub>t</sub></b>	- Tasa de alfabetización total de adultos.	- Tasa de participación.

Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial, 2017

Con el fin de verificar que el aumento de capital humano incrementa el crecimiento económico de un país, esta sección presenta el origen de los datos y la estrategia econométrica utilizada. Dividimos la estrategia econométrica en varias etapas. Primero, mediante la prueba de la raíz unitaria de Dickey y Fuller Aumentada (1979). Todas las series son series integradas de orden I(1), por lo que fue necesario la obtención de las primeras diferencias. Segundo, aplicamos el test de co-integración de Johansen (1988), con el cual verificamos la existencia de vectores de cointegración. Finalmente, mediante los modelos de causalidad de Granger (1988) sobre la base de modelos de corrección de errores (Engle y Granger, 1979) verificamos la existencia de causalidad entre las variables. Como punto de partida y previo al análisis econométrico, realizamos un análisis descriptivo y de correlación de las variables. La Figura 1 muestra el comportamiento de las dos variables utilizadas en modelo econométrico. Las variables tienen un comportamiento tendencial característico de las series de tiempo a excepción de la tasa de crecimiento anual del PIB per cápita. Esto hace necesario la realización del test de Dickey y Fuller (1979), lo cual efectivamente confirma que las variables son estacionarias como se expuso previamente.

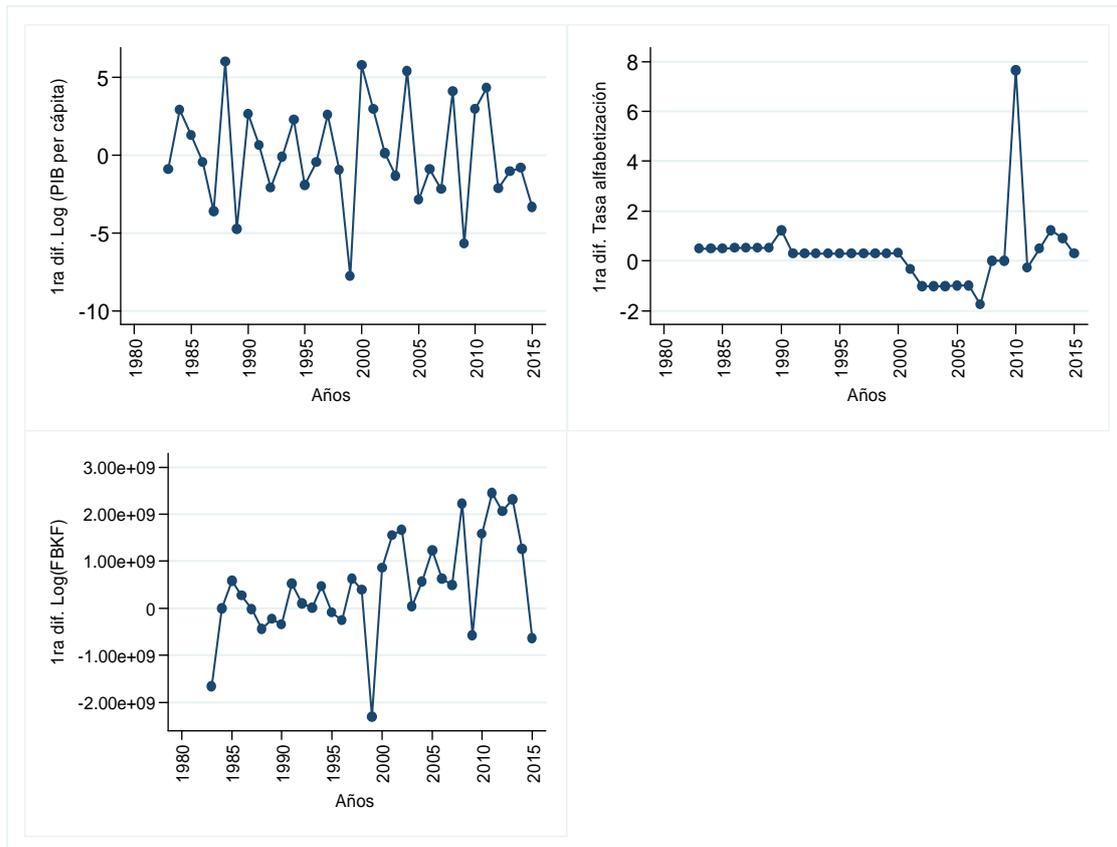
**Figura 1.** Evolución de las variables utilizadas en el modelo econométrico



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial, 2017

Con el fin de evitar el efecto espúreo característico de las series de tiempo en niveles, en la Figura 2 mostramos que al obtener la primera diferencia de las variables y realizar el test de Dickey y Fuller Aumentado (1979), todas se vuelven series no estacionarias. Este proceso elimina el posible efecto tendencial del capital humano y del capital físico en el producto. Esto implica que tienen un orden de integración de orden  $I(1)$ . Los resultados gráficos de la Figura 2 confirman el resultado formal obtenido mediante el test de Dickey y Fuller Aumentado (1979). Los resultados obtenidos con este test fueron contrastados con Phillips y Perron (1988) y se mantienen para todas las series, ya sea con intercepto y con intercepto y tendencia: en primeras diferencias se corrigen la no estacionariedad del capital humano, del capital físico y de la tasa de crecimiento del producto.

**Figura 2.** Comportamiento de las variables en primeras diferencias



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial, 2017.

### 3.2 El modelo econométrico

Con el fin de examinar empíricamente la relación de corto y largo plazo entre las tres variables de interés y cumplir con el objetivo propuesto, partimos del modelo de crecimiento endógeno formalizado por Lucas (1988), donde se asume que la producción de un país está en función del capital físico y del capital humano con una función de producción tipo Cobb-Douglas.

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta \quad (1).$$

Donde  $Y_t$  representa al producto,  $K_t$  representa al capital físico, y  $H_t$  el capital humano del periodo  $t$ , respectivamente. El subíndice  $t = 1982, \dots, 2015$  indica el tiempo, en este caso, los datos son anuales. A partir de que la ecuación (1) no es una versión lineal, linealizamos la ecuación mediante la aplicación de logaritmos. Si agregamos el término de error y la variable

dummy que captura la inestabilidad de las políticas educativas hasta el año 2006. La variable dummy toma el valor de cero antes del 2006 y el valor de uno a partir del 2007.

$$\log(Y_t) = \beta_0 + \beta_1 \log(K_t) + \beta_2(H_t) + \beta_3 \text{Dummy} + \varepsilon_t \quad (2).$$

Con el fin de examinar la relación de largo plazo entre las variables de la función de crecimiento económico endógeno para Ecuador, planteamos un modelo de vectores autorregresivos (VAR). En este modelo todas las variables son endógenas y cada variable está en función de sus propios rezagos y los rezagos de las otras variables de la función planteada en la ecuación (2). La ecuación (3) plantea el VAR a estimar. El principal objetivo de esta etapa es determinar si la tasa de crecimiento económico anual del PIB per cápita, la formación bruta de capital fijo y la tasa de alfabetización sigue una tendencia común a través del tiempo.

$$\Delta \log(Y_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=0}^n \Delta \log(Y_{t-i}) + \alpha_2 \sum_{i=0}^n \Delta \log(K_{t-i}) + \alpha_3 \sum_{i=0}^n \Delta(H_{t-i}) + \delta_1 \quad (3).$$

$$\Delta \log(K_t) = \alpha_4 + \alpha_5 \sum_{i=0}^n \Delta \log(K_{t-i}) + \alpha_6 \sum_{i=0}^n \Delta \log(Y_{t-i}) + \alpha_7 \sum_{i=0}^n \Delta(H_{t-i}) + \delta_2 \quad (4).$$

$$\Delta H_t = \alpha_0 + \alpha_8 \sum_{i=0}^n \Delta(H_{t-i}) + \alpha_9 \sum_{i=0}^n \Delta \log(K_{t-i}) + \alpha_{10} \sum_{i=0}^n \Delta \log(Y_{t-i}) + \delta_3 \quad (5).$$

Donde  $\Delta$  es el operador de primeras diferencias. La longitud del rezago se define con el criterio de información de Akaike (1974). En la tercera etapa, una vez que la existencia de cointegración es verificada entre el logaritmo de las primeras diferencias de la formación bruta de capital fijo y del producto, y de la tasa de alfabetización, se obtiene el término de error de equilibrio  $\delta_i$ . Como sugiere Azlina y Mustapha (2012), este vector se puede utilizar para estimar un modelo de corrección de error (ECM) para determinar la existencia de equilibrio de corto plazo (Engle y Granger, 1987) entre las tres variables y la variable dummy de la estabilidad de las políticas educativas. La significación estadística del parámetro asociado con el error de equilibrio incorporado en el  $ECT_{t-1}$  indica el mecanismo de corrección que devuelve a las variables de equilibrio en el corto plazo (Alvarado y Toledo, 2016). El modelo ECM planteado esta expresado en la siguiente ecuación:

$$\Delta \log(Y_t) = \gamma_0 + \gamma_1 \sum_{i=0}^n \Delta \log(Y_{t-i}) + \gamma_2 \sum_{i=0}^n \Delta \log(K_{t-i}) + \gamma_3 \sum_{i=0}^n \Delta(H_{t-i}) + \gamma_4 ECT_{t-1} + \vartheta_1 \quad (6).$$

$$\Delta \log(K_t) = \gamma_5 + \gamma_6 \sum_{i=0}^n \Delta \log(K_{t-i}) + \gamma_7 \sum_{i=0}^n \Delta \log(Y_{t-i}) + \gamma_8 \sum_{i=0}^n \Delta(H_{t-i}) + \gamma_9 ECT_{t-1} + \vartheta_2 \quad (7).$$

$$\Delta H_t = \gamma_{10} + \gamma_{11} \sum_{i=0}^n \Delta(H_{t-i}) + \gamma_{12} \sum_{i=0}^n \Delta \log(K_{t-i}) + \gamma_{13} \sum_{i=0}^n \Delta \log(Y_{t-i}) + \gamma_{14} ECT_{t-1} + \vartheta_3 \quad (8).$$

El test de cointegración aplicado a las ecuaciones 3-5 y el test de corrección de error aplicado a las ecuaciones 6-8 incluye la variable dummy que captura la inestabilidad de las políticas educativas. Finalmente, a partir de las ecuaciones 3-5, se puede aplicar el test de

causalidad de Granger (1979) para determinar la dirección de causalidad entre las tres variables.

#### 4. Discusión de resultados

La Tabla 2 muestra los resultados de la prueba de Dickey y Fuller Aumentada (1979) de las tres variables, en niveles como en primeras diferencias. Cuando comparamos el valor calculado y valores críticos, respectivamente, se concluye que en primeras diferencias, las series pierden el efecto tendencial. En suma, los resultados presentados en la Tabla 2 muestran que las variables tienen raíz unitaria cuando está expresada en niveles pero son series no estacionarias en primeras diferencias, lo que indican que son series integradas de orden uno  $I(1)$ . Este proceso, es necesario cuando el objetivo es buscar la relación de equilibrio entre las variables ya sea en el corto o en el largo plazo.

**Tabla 2.** Prueba de Dickey y Fuller

	Niveles				Primeras diferencias				$I(q)$
	Valor calculado	Valor crítico			Valor calculado	Valor crítico			
		1%	5%	10%		1%	5%	10%	
Y	-4.664	-3.696	-2.978	-2.620	-8.484	-3.702	-2.980	-2.622	$I(1)$
K	2.166	-3.696	-2.978	-2.620	-4.392	-3.702	-2.980	-2.622	$I(1)$
H	- 1.201	-3.696	-2.978	-2.620	- 5.046	-3.702	-2.980	-2.622	$I(1)$

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial, 2016

Para verificar la relación de equilibrio de largo plazo entre la tasa de crecimiento anual del PIB per cápita, la formación bruta de capital fijo, la tasa de alfabetización y la dummy de la inestabilidad de las políticas educativas descrita en la introducción, aplicamos la prueba de cointegración de Johansen (1988) para determinar la existencia de cointegración de las variables. En consecuencia, la prueba de cointegración se aplica a las primeras diferencias de los logaritmos de las tres variables. El criterio de información Akaike (1974) denominado AIC, indica que el número óptimo de rezagos es uno. La prueba de máximo valor del modelo VAR formalizado en las ecuaciones 3-5, muestran que existe cointegración de las variables, incluida la dummy que refleja el cambio en las políticas educativas del año 2007. Estos resultados indican que hay una fuerte asociación a largo plazo entre las variables. La tabla 3 resume los resultados obtenidos.

**Tabla 3.** Resultados del test de cointegración de Johansen

<i>Máximum rank</i>	<i>Parms</i>	<i>LL</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>trace statistics</i>	<i>5% critical value</i>
0	20	-810.32687	-	87.6403	47.21
1	27	-789.04719	0.74662	45.0810	29.68
2	32	-775.57983	0.58057	18.1463	15.41
3	35	-767.04983	0.42324	1.0863*	3.76
4	36	-766.5067	0.03443	-	-

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2016).

Los resultados reportados en la tabla previa indican la existencia de al menos 3 vectores de cointegración entre las tres variables. Esto implica que las tres variables tienen una relación de equilibrio de largo plazo entre el capital humano, el capital físico y el crecimiento del producto cuando se incluye la dicótoma de las políticas educativas. Estos resultados son consistentes con aquellos reportados en otras investigaciones aplicadas desarrolladas en otros países en vías de desarrollo (Saccone, 2017; Siddiqui y Rehman, 2017). Nuestros resultados son consistentes con el marco teórico utilizado, a saber, el modelo de Lucas (1988) y en general con los modelos de crecimiento endógeno. Los gráficos de la Figura 1 ofrecen una explicación ilustrativa de los resultados obtenidos: cuando aumenta la tasa de alfabetización, también aumenta el producto, y viceversa. En la práctica, cuando la economía ecuatoriana atravesó por periodos de baja formación de capital humano el producto era volátil, en particular en la década de los 80s y 90s. Mientras que a partir de la dolarización de la economía en el año 2000, y especialmente luego del 2006 el crecimiento económico es más estable.

La Tabla 4 muestra los resultados para el modelo de corrección de error (VEC) estimado con el fin de verificar la existencia de un equilibrio de corto plazo. Como fue planteado en la estrategia metodológica, el coeficiente asociado al ECT rezagado es estadísticamente significativo. Esto es, el resultado del test sugiere la existencia de un equilibrio de corto plazo, lo que implica que la tasa de crecimiento del producto es sensible a los cambios de la tasa de alfabetización y del capital físico. Dado que la probabilidad del parámetro asociado a la ECT es estadísticamente significativa se concluye que existe equilibrio de corto plazo.

**Tabla 4.** Resultados del modelo de Corrección de error VEC

<i>Beta</i>	<i>Coef.</i>	<i>Std. Err.</i>	<i>z</i>	<i>P&gt; z </i>	<i>[95% Conf.</i>	<i>Interval]</i>
$\Delta$ pibper	1	-	-	-	-	-
$\Delta$ tasaalf	-.035892	.0944401	-0.38	0.704	-.2209911	.1492072
$\Delta$ fbkf	-1.96e-10	1.62e-10	-1.21	0.225	-5.14e-10	1.21e-10
dic	-.0166789	.3774074	-0.04	0.965	-.7563838	.723026
ECT(t-1)	-1.410356	.0488636	-28.86	0.000	-1.506127	-1.314585
_Constante	-7.705403	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial, 2016

Los resultados de equilibrio de corto plazo obtenidos en esta investigación entre las variables capital humano, capital físico y el producto son similares a las conclusiones obtenidas por Arabi y Abdalla (2013), Bolívar (2011) y Siddiqui y Rehman (2017). Finalmente, los resultados del tests de causalidad en el sentido Granger indican que existe una relación causal bidireccional entre el capital humano y el PIB per cápita ( $H_t \rightarrow PIB_t$ ), y entre el capital humano y la el capital físico ( $H_t \rightarrow K_t$ ). Estos resultados sugieren que la inversión en educación en capital humano provoca cambios en el producto y en el capital físico.

## 5. Conclusiones

Esta investigación analiza el efecto el capital humano y del capital físico en el crecimiento económico de Ecuador durante el periodo 1982-2015, bajo el enfoque de la teoría de crecimiento económico endógeno de Lucas (1988). Mediante modelos de series de tiempo, agregamos la inestabilidad en las políticas educativas y utilizando las técnicas de cointegración de Johansen (1991). Encontramos una relación de equilibrio de largo plazo entre la tasa de crecimiento anual del PIB; la formación bruta de capital fijo como una proxy del capital físico, y la tasa de alfabetización total de la población, como una proxy del capital humano. Mediante el modelo de corrección de error encontramos que hay una relación de corto plazo entre las variables antes descritas. Sin embargo, fue necesario agregar una variable dummy que capture el efecto de la inestabilidad de políticas educativas para que exista relación de largo plazo. En general, los resultados muestran que el capital humano influye positivamente en el crecimiento económico en el corto y en el largo plazo. Finalmente, las pruebas de causalidad Granger indican que existe una relación unidireccional entre el capital humano y la tasa de crecimiento del PIB per cápita, y entre el capital humano y el capital físico. Las posibles implicaciones de

política económica están orientadas a aumentar la inversión en educación para estabilizar el crecimiento económico, puesto que la estabilidad de las políticas educativas llevaría a una estabilización del producto.

## Referencias

- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716-723.
- Alvarado, R., & Toledo, E. (2016). Environmental degradation and economic growth: evidence for a developing country. *Environment, Development and Sustainability*, 1-14.
- Arabi, K. A., & Abdalla, S. Z. (2013). The impact of human capital on economic growth: Empirical evidence from Sudan. *Research in World Economy*, 4(2), p43.
- Azlina, A., & Mustapha, N. H. (2012). Energy, economic growth and pollutant emissions Nexus: The case of Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 65, 1–7.
- Baharuddin, D. A. H. B. (2015). Sustainable Strategies for Economic Transitions in Malaysia. In *Strategies Towards the New Sustainability Paradigm* (pp. 59-74). Springer International Publishing.
- Barro, J. (1990). Human Capital and Growth. En: *American Economic Review. Papers and Proceedings*, Vol. 91, No. 2, 2001, p. 52.
- Barro, R. J., & Lee, J. W. (2013). A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010. *Journal of Development Economics*, 104, 184-198.
- Bolívar, H. H. V. (2011). El capital humano como impulsor del crecimiento económico en Colombia. *Administración & desarrollo*, 39(54), 151-166.
- Comeau, L. (2003). The political economy of growth in Latin America and East Asia: some empirical evidence. *Contemporary Economic Policy*, 21(4), 476-489.
- Comeau, L. (2003). The political economy of growth in Latin America and East Asia: some empirical evidence. *Contemporary Economic Policy*, 21(4), 476-489.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
- Emmanuel, O. N. B., Wujung, V. A., & Emmanuel, S. M. P. (2014). Mechanisms of the Influence of Human Capital on Economic Growth: A Panel Data Analysis of the CEMAC Region. *Asian Economic and Financial Review*, 4(5), 625-640.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: Representation estimation and testing. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 55, 251–276.
- Freire-Serén, M. J. (2003). El efecto nivel del capital humano en el crecimiento económico regional: Un breve repaso a la evidencia empírica.
- Gaviria Ríos, M. A. (2005). Capital humano, externalidades y crecimiento económico en Colombia. *Ensayos de Economía*; Vol. 15, núm. 27 (2005); 25-74 0121-117x.

- Granger, C. W. (1988). Causality, cointegration, and control. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 551-559.
- Gyimah-Brempong, K., & Wilson, M. (2004). Health human capital and economic growth in Sub-Saharan African and OECD countries. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 44(2), 296-320.
- Johansen, S. (1995). Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive models. Oxford University Press on Demand.
- Jones, C. I. (1996). Human Capital. Ideas and Economic Growth, Prepared for VIII Villa Mondragone International Economic Seminar in Rome, June 25–27.
- Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 107(2), 407-437.
- Mosquera, A. B. (2011). La educación y su efecto en la formación de capital humano y en el desarrollo económico de los países. *Apuntes del CENES*, 30(51), 45-59.
- Nelson, R., & Phelps, E. (1966). Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American economic review*, 56(1/2), 69-75.
- Pelinescu, E. (2015). The impact of human capital on economic growth. *Procedia Economics and Finance*, 22, 184-190.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 335-346.
- Ríos, M. A. G. (2005). Capital humano, externalidades y crecimiento económico en Colombia. *Ensayos de economía*, 15(27), 25.
- Saccone, D. (2017). Economic growth in emerging economies: what, who and why. *Applied Economics Letters*, 24(11), 800-803.
- Siddiqui, A., & Rehman, A. U. (2017). The human capital and economic growth nexus: in East and South Asia. *Applied Economics*, 49(28), 2697-2710.
- Siddiqui, A., & Rehman, A. U. (2017). The human capital and economic growth nexus: in East and South Asia. *Applied Economics*, 49(28), 2697-2710.
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94.
- Sulaiman, C., Bala, U., Tijani, B. A., Waziri, S. I., & Maji, I. K. (2015). Human Capital, Technology, and Economic Growth: Evidence From Nigeria. *SAGE Open*, 5(4), 2158244015615166.
- Swan, T. W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic record*, 32(2), 334-361.

- Terrones, M. E., & Calderón, C. (1993). Educación, capital humano y crecimiento económico: El caso de América Latina.
- Zin, R. H. M. (2014). Malaysian development experience: lessons for developing countries. *Institutions and Economies* (formerly known as *International Journal of Institutions and Economies*), 6(1), 17-56.

1. La tasa de alfabetización es relativa al PIB de Ecuador donde el capital humano es escaso por la especialización de la economía del sector primario.
2. En el modelo de corrección de error sin la presencia de la variable dummy no existía cointegración en el corto plazo.  
El capital humano influye directamente al Pib  
El capital físico influye directamente al Pib