

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Administración para el Desarrollo**

## **Evidencia de Educación y Crecimiento: El caso de Ecuador, 1965-2011**

**Proyecto de Investigación**

**PABLO PORTILLA DEL HIERRO**

**Economía**

Trabajo de titulación presentado como requisito  
para la obtención del título de Economista

Quito, 16 de mayo de 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ  
COLEGIO ADMINISTRACIÓN PARA EL DESARROLLO

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Evidencia de Educación y Crecimiento: El caso de Ecuador, 1965-2011**

**PABLO PORTILLA DEL HIERRO**

Calificación:

Nombre del profesor, Título Académico

Franklin Maiguashca, M.A. Economics

Firma del profesor

\_\_\_\_\_

Quito, 16 mayo de 2016

## Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: Pablo Portilla Del Hierro

Código: 00107601

Cédula de Identidad: 1002299749

Lugar y fecha: Quito, mayo 2016

## RESUMEN

El presente trabajo investiga el impacto de la educación en el crecimiento económico del Ecuador para el período 1965-2011. Basándose en un análisis de series de tiempo anual, se utilizan datos de capital físico, capital humano y fuerza laboral. Un modelo de error-corrección muestra que una fuerza laboral mejor educada tiene un impacto positivo y significativo en el crecimiento económico. El trabajo hace énfasis en la importancia de la educación como un factor clave para la economía del país. Los resultados se comparan favorablemente con la evidencia microeconómica expuesta en los modelos endógenos de capital humano y crecimiento.

## **ABSTRACT**

This article investigates the impact of education on economic growth in Ecuador for the 1965-2011 period. Based on a time series analysis, I use data for capital stock, human capital and labor force. An error-correction model shows that a better educated labor force has a positive and significant impact on economic growth. This work emphasizes the importance of education as a key factor for the country's economy. The result also compare favorably with the microeconomic evidence.

## Tabla de Contenidos

<b>RESUMEN</b>		<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b>		<b>5</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>		<b>7</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>		<b>9</b>
2.1. EDUCACIÓN Y CRECIMIENTO		<b>11</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>		<b>16</b>
<b>4. CONCLUSIONES</b>		<b>23</b>
<b>5. REFERENCIAS</b>		<b>24</b>
<b>6. ANEXOS</b>		<b>27</b>
6.1. Anexo 1: Prueba de Dickey-Fuller		27
6.2. Anexo 2: Prueba de Durwin-Watson		28
6.3. Anexo 3: Compilación de Datos		28
6.4. Anexo 4: Comandos para el programa estadístico "Rstudio"		36

## Índice de Tablas

1. Resultados de la ecuación 2		17
2. Resultados de la ecuación 4 más $\log h_{t-2}$		20
3. Resultados de la ecuación 5		21
4. Resultados de la prueba Dickey-Fuller		27
5. Resultados de la prueba Durwin-Watson		28
6. Fuentes Datos Series de Tiempo		29
7. Ecuador: Series de Tiempo, 1965-2011		35

## 1. INTRODUCCIÓN

Los objetivos de desarrollo del milenio (ODM) fueron establecidos como respuesta hacia muchos retos que el mundo se enfrentaba en el año 2000. La crisis asiática financiera de 1997-98 causó efectos negativos globalmente, ocasionando la caída de los mercados más importantes del mundo como en Estados Unidos, Europa y Rusia. Las economías asiáticas se habían desplomado y Latino - América se encontraba recuperándose de su propia crisis económica. Los presupuestos de ayuda posteriores a la Guerra Fría se encontraban en declive. Muchos países del antiguo bloque del Este todavía estaban luchando para recuperar su equilibrio económico a raíz de la desaparición de la Unión Soviética (Stern 1997). Más importante, según el Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), el África subsahariana se encontraba en su segunda década de decrecimiento económico y se enfrentaba a una epidemia desenfrenada del VIH/SIDA que había infectado a veinte y cinco millones de personas y no contaban con ninguna ayuda de tratamiento en ese tiempo (UNICEF 2001).

A finales de 1990, también se podía ver una desconfianza global hacia las instituciones económicas internacionales. Muchas personas veían a la globalización como una fuerza que imponía los intereses de los ricos en contra de las necesidades de los pobres que carecían de poder. Cuando la Organización para la Cooperación y Desarrollo (OCDE) propuso un acuerdo multilateral de inversión, este fue rechazado por los países en vía de desarrollo (Neumayer 1999). La crisis de Asia había empeorado la reputación de el Banco Mundial y del Fondo Monetario Internacional. Por último las tensiones llegaron a su tope con el desencadenamiento de las protestas en Seattle en 1999 que forzaron el abandono de la reunión ministerial por parte de la Organización Mundial de

Comercio (OMC).

En el año 2000, un giro trascendental en el calendario, ofreció la oportunidad a líderes políticos de revisar los términos de cooperación global. Aunque en ese tiempo, las Naciones Unidas no había logrado muchos resultados concretos que ayuden al desarrollo humano, su premisa fundamental de que cada país miembro dispone de un voto les dió legitimidad única para convocar a una conversación global, la cual daría como resultado los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Desde su inicio, los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), se han convertido en punto de referencia central del mundo para la cooperación hacia el desarrollo, con la iniciativa de cambiar los factores que atentan contra la calidad de vida de la humanidad. En el año 2000, 193 países miembros de las Naciones Unidas acordaron, hasta el 2015, 8 propósitos de desarrollo humano. Estos objetivos fueron: la erradicación de la pobreza y los problemas alimentarios; lograr la educación básica universal; promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de las mujeres; reducir la mortalidad de la niñez y mejorar la salud materna (UNDP 2003).

Desde entonces, enormes progresos se han realizado para cumplir los propósitos de desarrollo humano. Hoy en día, Ecuador ha superado varios de esos objetivos y se encuentra avanzando en los restantes. Según las Naciones Unidas (ONU), 20 de las 21 metas de los 8 objetivos se encuentran cumplidas, la única meta que falta por cumplir en Ecuador es la reducción de la mortalidad materna en al menos 75% (ONU 2016).

Uno de los objetivos más importantes para el gobierno central Ecuatoriano, ha sido asegurar que, en 2015, los niños y niñas de todo el país puedan terminar un ciclo completo de enseñanza primaria. Para conseguir este objetivo, el gobierno central en el

periodo 2007-2014, tuvo que incrementar sus egresos dedicados a la educación a casi el doble, convirtiéndose en uno de los países que más gasta en el mundo, como proporción del PIB, en educación (PNUD 2014).

Muchos estudios demuestran que el capital humano, o más específicamente la educación, tiene un rol preponderante en el crecimiento económico. Este estudio examina la contribución de ese capital al crecimiento económico de Ecuador durante los años 1965-2011. Su interés es que no existen investigaciones que analicen el impacto directo que tiene la educación en el crecimiento del país. Este estudio, probablemente el primero, en su género construye un conjunto de datos confiables de los factores determinantes del crecimiento a largo plazo en Ecuador, como son el capital físico, el trabajo y el capital humano. A pesar de una variedad de dificultades, se obtuvieron cifras de series de tiempo satisfactorias y coherentes. El análisis empírico se basa en una metodología de vectores de corrección del error (VEC), se ocupa de la endogeneidad, explora la construcción de datos, adicionalmente de problemas de robustez.

Este artículo está organizado en cuatro secciones. La sección II discute la forma de medir la contribución del capital humano para el crecimiento en el tiempo. La sección III presenta la metodología empírica, pone a prueba la solidez de los resultados, y presenta los resultados principales y la sección IV presenta las conclusiones.

## **2. MARCO TEÓRICO**

Desde finales de la década de 1980, gran parte de la atención de los economistas se ha situado en problemas a largo plazo, en particular, los efectos de diferentes políticas gubernamentales sobre la tasa del crecimiento económico. Este énfasis refleja el

reconocimiento de que la diferencia entre la prosperidad y la pobreza de un país, depende de la rapidez con la que este crece en el largo plazo. Aunque las políticas macroeconómicas estándar son importantes para el crecimiento, otros aspectos de la “política ” - interpretada en términos generales para abarcar todas las actividades gubernamentales que importan para el desempeño económico - son aún más significativas (Barro 2013).

Éste énfasis en buscar los determinantes del crecimiento a largo plazo, ha sido uno de los problemas más importantes que los macroeconomistas han tratado de resolver. Afortunadamente este período de énfasis trajo el desarrollo de varios modelos de “crecimiento endógeno”, que han tratado de determinar la tasa crecimiento económico al largo plazo, dentro del modelo mismo. Una característica importante en estos modelos, es el reconocimiento de la teoría de progreso tecnológico. Esta teoría plantea que un proceso de investigación profunda y con su implementación puede llevar a través del tiempo a nuevos y mejores productos y métodos de producción, ocasionando también mejores técnicas para usar recursos limitados más productivamente.

Uno de los mayores contribuyentes en esta área ha sido Romer (1990), el cual presenta un modelo de crecimiento endógeno impulsado por el cambio tecnológico, donde encuentra que el stock de capital humano es uno de los determinantes principales para el crecimiento económico. Economistas en la década de 1950, atribuían casi todo el cambio en la producción por trabajador por hora, al cambio tecnológico (Abramovitz 1956; Kendrick 1956; Solow 1957), pero a partir de Romer, nace una era donde la importancia se centra en el capital humano para generar una fuerza laboral efectiva, un stock de capital efectivo y consecuentemente un crecimiento contenido.

En la literatura económica sobre capital humano, generalmente se pone mayor énfasis en la educación y se suele distinguir tres fases distintas a lo largo de la vida para acumular este capital por parte de un individuo:

- A. El capital humano adquirido en el hogar.
- B. El capital humano acumulado por experiencia.
- C. El capital humano adquirido en la educación formal.

Estos tres tipos de capital humano tienen como efecto incrementar la productividad económica de los individuos y, por consiguiente, la productividad de las naciones. (Destinobles 2006)

## **2.1. EDUCACIÓN Y CRECIMIENTO**

La literatura existente hoy en día, contiene distintas teorías para la inclusión del capital humano en los modelos de crecimiento económico. De acuerdo con Sianesi y van Reenen (2003), los dos enfoques principales son el modelo de Solow aumentado y las nuevas teorías de crecimiento. Estos enfoques distinguen en primera instancia a la educación como un factor de producción y como un factor que facilita la absorción de tecnología y, en segunda instancia, lo reconocen como un factor importante de producción de conocimiento. Por ello, cualquier medida política que incremente el nivel de capital humano puede tener, en un primer plano, un efecto único y inmediato, pero incrementará la tasa de crecimiento de la economía para siempre en un segundo plano. En estos casos entonces, un incremento en el nivel de productividad no sería un fenómeno pasajero, ya que un incremento en el flujo de educación llevaría a un incremento gradual en el stock de capital humano. Implícitamente con esto afirmamos que un incremento en

el nivel de educación lleva a un incremento de la tasa de crecimiento a lo largo del tiempo. Empíricamente, sin embargo, no se ha podido encontrar ningún consenso sobre cual es el enfoque apropiado.

Una manera de estimar el impacto que tiene la educación en el crecimiento es adaptando el modelo de Solow (1956). La versión aumentada extiende el cuadro básico, permitiendo al capital humano formar parte de la función de producción. Mankiw (1992) en particular, demuestra que la teoría tradicional de crecimiento puede ser acomodada incluyendo al capital humano y provee un análisis empírico razonable. Sin embargo, hay que recalcar que, si el factor acumulación afecta el nivel de ingreso, este puede ser insuficiente para lograr crecimiento en el largo plazo. Crecimiento a largo plazo depende más bien del crecimiento del progreso tecnológico. La acumulación de capital humano entonces podría tener solo un impacto de corto plazo en la tasa de crecimiento.

No obstante, se espera que las tasas de acumulación tengan un poder explicativo en las tasas de crecimiento durante la transición del corto plazo a largo plazo para llegar eventualmente a un camino de crecimiento en equilibrio. En particular, si consideramos el caso de Ecuador, al cual presumimos que está lejos de un proceso de crecimiento balanceado, la consideración de la transición podría abrir la posibilidad de evaluar el papel de la educación para el crecimiento dentro de este cuadro propuesto. Adicionalmente, al ser el “corto plazo” en contexto con la teoría de crecimiento, pensado en términos de décadas, estos efectos podrían ser objetivos políticos que merezcan la pena ser analizados. Hoy en día, este enfoque es considerado como uno de los principales en las investigaciones empíricas. El modelo por otro lado es flexible y permite especificaciones alternativas que pueden ser ajustadas para adaptarse mejor a los datos

disponibles.

Expandiendo estas ideas, nuevas teorías de crecimiento económico enfatizan la determinación endógena. Así, el crecimiento económico a largo plazo puede ser afectado por políticas gubernamentales, más no por cambios tecnológicos exógenos. Con respecto al capital humano, el enfoque de crecimiento endógeno argumenta que se debería obtener un efecto adicional sobre el nivel estático de el nivel de producción (Loening 2004). Modelos que explican crecimiento a largo plazo concentrándose en el progreso tecnológico e investigación como Romer (1990) y Grossman y Helpman (1991), argumentan que el progreso tecnológico doméstico es resultante de la búsqueda de innovación. Si decimos que la innovación es resultado de la maximización de utilidad de los individuos, lo cual aumenta la productividad, la innovación últimamente sería la fuente para el crecimiento a largo plazo. Curiosamente, los oligopolios se comportan de una manera parecida al tratar de maximizar sus beneficios en base a estrategias y innovación. Este tipo de modelo atribuye el crecimiento al stock existente de capital humano. Otro tipo de modelo es el de Lucas (1988), el cual amplía el concepto de capital y sugiere que la acumulación de capital humano puede ser la fuente por sí sola de crecimiento.

Similarmente, Nelson y Phelps (1966) sugieren que la educación facilita la adopción y implementación de nuevas tecnologías, que continuamente son inventadas. Por ejemplo, países que carecen de capacidad tecnológica puede que no tengan suficiente capital humano capacitado, sin embargo, estos países podrían igualarse si tuvieran un stock grande de capital humano. En este caso, el nivel de capital humano genera crecimiento al facilitar mejoramientos en la productividad. Adicionalmente, Lucas (1990)

argumenta que el capital físico no fluye de países ricos a países pobres debido al bajo stock de capital humano que éstos tienen. Este argumento se debe a que los países pobres no cuentan con un capital humano suficientemente apto para absorber la tecnología de los países más desarrollados.

En un estudio más influyente, Benhabib y Spiegel (1994) proponen un modelo de crecimiento empírico en donde argumentan que externalidades de capital humano pueden ser consideradas como avances en educación y nuevo capital físico por medio de importación de tecnología. Sus resultados sugieren que el capital humano influye en el crecimiento por medio de dos mecanismos. Por un lado, proponen que el capital humano puede influenciar la tasa de innovación doméstica, como propone el modelo endógeno de crecimiento de Romer (1990). Por el otro, proponen que el stock de capital humano puede afectar la velocidad de adopción tecnológica existente en el exterior, como proponen Nelson y Phelps (1966). Más reciente, Benhabib y Spiegel (2003) encuentran en un modelo generalizado de su anterior versión, que un mínimo de capital humano es necesario para poder alcanzar en productividad a países de primer mundo.

Sin embargo, Pritchett (2001) argumenta, mediante estudios empíricos, que no existe una asociación entre el incremento de capital humano y el incremento de la educación en la fuerza laboral y tampoco en la tasa de producción por trabajador. Por otra parte, Jones (1995) argumenta que poner a prueba modelos de crecimiento endógenos en contexto de series de tiempo, implica establecer una relación entre una variable que es usualmente estacionaria, como el crecimiento del ingreso, con una variable que es usualmente no estacionaria, como los años de escolaridad. En otras palabras, sus resultados fundamentalmente cuestionan la predicción implícita de muchos modelos de

crecimiento endógeno sugiriendo que el crecimiento de la producción debería exhibir largos incrementos permanentes. Datos de series de tiempo para Estados Unidos y otros países de la OECD revelan que las tasas de crecimiento del PIB per capita muestran muy pocos cambios persistentes. Esta observación impone una predicción la cual vale la pena medir. De acuerdo a los modelos de crecimiento endógeno, cambios permanentes en variables como escolaridad o número de científicos o ingenieros involucrados en investigación y desarrollo, debería tener efectos permanentes en la tasa de crecimiento económico. Empíricamente, sin embargo, países como Estados Unidos o otros países miembros de la OECD no muestran señales de este efecto (Loening 2004).

Otro problema emerge al existir observaciones similares. Con esto nos referimos a que, a pesar de que existen muchas maneras de hipotetizar como el capital humano puede afectar al crecimiento, análisis empíricos también pueden presentar predicciones similares con respecto a la relación entre algunas variables de capital humano y algunas variables de crecimiento del ingreso. En otras palabras, aparte de la incertidumbre en los datos, las investigaciones empíricas que buscan medir estas alternativas se ha visto obstaculizada por el uso de especificaciones econométricas relativamente similares. Se debe tomar en cuenta que las regresiones macroeconómicas realmente no intentan probar una teoría contra la otra. Más bien han tendido a hacer hincapié en un conjunto más amplio de variables sugerido por la nueva literatura (Sianesi, B. y J. VAN Reenen 2003). Por ello, el propósito de un modelo endógeno de crecimiento no puede ser utilizado para comprobar predicciones, sino para guiar el proceso de análisis de datos.

Para resumir, intentos para medir empíricamente el impacto de la educación en el crecimiento puede ser dividido en dos amplias categorías. El modelo aumentado de

Solow, como primer pionero en este grupo, mientras que el segundo esta inspirado por el enfoque de crecimiento endógeno. Sin embargo, esto es más bien un marco conceptual para pensar en el crecimiento, que puede ser útil en el momento de analizar los datos, pero como ya mencionamos antes, no genera un conjunto de ecuaciones fácilmente comprobables ni predicciones cuantitativas precisas. Al existir equivalencia de observaciones y datos los problemas asociados en poner a prueba modelos de crecimiento endógenos en contexto de series de tiempo, el siguiente análisis va a estar basado en una función de producción aumentada con el capital humano. Sin embargo, tomaremos en cuenta algunas variables que aproximen el impacto de la tecnología en la educación.

### 3. METODOLOGÍA

La estrategia empírica que sigue este trabajo está basada en el modelo aumentado de crecimiento de Mankiw (1992). Este modelo considera al capital humano como un factor de producción independiente y es representado en una función de producción Cobb-Douglas con retornos constantes a escala:

$$Y_t = A_t \cdot K_t^\alpha \cdot H_t^\beta \cdot L_t^{(1-\alpha-\beta)} \quad (1)$$

donde  $Y$  representa la producción y  $A$  es el nivel de tecnología.  $K, H$  y  $L$  representan el capital físico, capital humano y fuerza laboral respectivamente. La multicolinealidad entre el capital y la fuerza laboral se puede evadir estandarizando a la producción y al stock de capital por las unidades de trabajo. Si transformamos esta función a su expresión logarítmica, la función de producción puede ser estimada de esta forma estructural:

$$\log y_t = \log A_t + \alpha \cdot \log k_t + \beta \cdot \log h_t + u_t \quad (2)$$

donde las variables en letra minúscula  $y = Y/L$  y  $k = K/L$  representan la producción y el capital físico en términos intensivos, mientras que  $h = H/L$  representa el capital humano promedio. Los resultados de la estimación se representaron en la Tabla 1:

A primera vista, la ecuación 2 parecería que ya puede ser adecuada para su estimación. De acuerdo a los resultados de la ecuación, se puede ver que el capital físico y el capital humano afectan significativamente a la producción y el  $R^2$  es alto, lo cual podría indicar un buen ajuste de los datos.

**Tabla 1: Resultados de la ecuación 2**

Variable Independiente	Variable Dependiente: Cambio porcentual del PIB/trabajador
	MCO
Constante	3.55464*** (0.27468)
log capital/trabajador	0.27590*** (0.06430)
Años promedio de educación	1.02512*** (0.07520)
R-cuadrado	0.8276
Error standar regresión	0.02468
N	47

\*\*Significante al 5%

Elaboración: Autor

Sin embargo, algunos problemas pueden surgir de nuestro modelo, ya que por lo general datos macroeconómicos de series de tiempo contienen raíces unitarias, lo cual

significa que nos puede llevar a obtener resultados espurios. La prueba de Dickey-Fuller es una forma de medir si las series de tiempo tienen una raíz unitaria y evaluar si las variables son estacionarias. Como se reporta en el (Anexo 1), los datos para Ecuador no son ninguna excepción. Nuestra estimación bias puede ser eliminada, si transformamos la serie de tiempo para que sea estacionaria, por ejemplo, utilizando diferencias y rezagos para las variables, así eliminando la no estacionariedad de estas.

Por otro lado, se realiza una prueba de Durwin Watson para reforzar la confiabilidad de nuestros resultados. Esta prueba nos permite verificar la existencia de auto correlación en los residuos del modelo. Auto correlación significa que observaciones adyacentes estén correlacionadas. Nuestra regresión por lo tanto puede subestimar el error estándar de los coeficientes y por ende obteniendo predictores significativos, cuando en realidad no lo son. La autocorrelación se refleja en una multico- linealidad en el modelo y esta puede ser la razón por la cual se obtuvo  $R^2$  tan alto (Ver Anexo 2).

Una manera de lidiar con estas contingencias es empleando un modelo con mecanismos de error-corrección (ECM), el cual combina información de largo plazo con mecanismos de ajuste de corto plazo. Uno de los pioneros de esta metodología fue Granger (1981) y muchos estudios exitosos han utilizado esta metodología, como son los de Morales (1988) y Bassanini and Scarpetta (2001). El modelo error-corrección puede ser estimado de maneras diferentes. Siguiendo a Banerjee (1992), él muestra que un modelo general de error-corrección es una transformación de un modelo auto regresivo distributivo rezagado, el cual, puede ser utilizado para estimar las relaciones que existen entre variables no estacionarias.

El modelo error-corrección de la función aumentada de producción de el capital humano se lo plantea de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Delta \log y_t = & \gamma_1 \cdot \Delta \log k_t + \gamma_2 \cdot \Delta \log k_{t-1} \\ & - \gamma_3 \cdot (\log y_{t-1} - \alpha \cdot \log k_{t-1} - \beta \cdot \log h_{t-1} - \log A_{t-1}) + u_t \end{aligned} \quad (3)$$

Tal como está, la ecuación puede ser estimada por mínimo cuadrados ordinarios (MCO), pero no podríamos formar los coeficientes  $\alpha$  y  $\beta$ , ya que no tenemos suficiente información, por lo cual tenemos que reparametrizar la ecuación de esta manera:

$$\begin{aligned} \Delta \log y_t = & c + \gamma_1 \cdot \Delta \log k_t + \gamma_2 \cdot \Delta \log k_{t-1} \\ & + \gamma_3 \log y_{t-1} + \gamma_4 \cdot \log k_{t-1} + \gamma_5 \cdot \log h_{t-1} + u_t \end{aligned} \quad (4)$$

Las estimaciones del coeficiente  $\gamma_3$  puede ser utilizado ahora para calcular las elasticidades de  $\alpha$  y  $\beta$ . Otro uso de este coeficiente  $\gamma_3$  es que contiene información adicional y puede ser interpretado como la velocidad de ajuste por el cual el sistema se mueve hacia su equilibrio - en promedio. Nótese que el parámetro tecnológico,  $A$ , puede cambiar en el tiempo como función de variables diferentes,  $Z$ :

$$\log A_t = f(Z_t) \quad (5)$$

donde el nivel de tecnología es aproximado por el termino constante,  $c$ .

Frente a estas contingencias, una vez eliminada la no estacionariedad de las variables y la autocorrelacion de los residuos (Ver Anexo 2), la Tabla 2, muestra los resultados de la ecuación 4, que incluye la variable  $\log h_{t-2}$  debido a que muestra segundas diferencias (Ver Anexo 1), para el número de años promedio de educación.

**Tabla 2: Resultados de la ecuación 4 más ( $\log h_{t-2}$ )**

Variable Independiente	Variable Dependiente: Cambio porcentual del PIB/trabajador
	MCO
Constante	0.65334 (0.43843)
Cambio Porcentual capital/trabajador	0.27590*** (0.06430)
Cambio Porcentual capital/trabajador [-1]	NA
log PIB/trabajador [-1]	-0.26952** (0.10324)
log capital/trabajador [-1]	0.17694*** (0.05412)
Años promedio de educación [-1]	0.32416*** (0.11026)
Años promedio de educación [-2]	NA
R-cuadrado	0.3717
Error standarregresión	0.01508
N	45
**Significante al 5%	
Elaboración: Autor	

La Tabla 2 nos muestra un  $R^2$  de 0.3717 lo cual nos indica que nuestro modelo explica un 37.17% el cambio porcentual de la producción de el país ( $\Delta \log y_t$ ). Nótese que el coeficiente  $\gamma_3 = -0.26952$  es altamente significativo y sugiere una velocidad de ajuste moderada hacia el largo plazo, siendo igual a 26% por año. Investigaciones muestran indicar resultados similares. Loening (2004) concluye con una velocidad promedio de ajuste de Guatemala hacia el crecimiento al largo plazo de 25 por ciento por año, donde argumenta que a esta velocidad, tomaría aproximadamente 10 años alcanzar el nivel de producción consistente con el crecimiento al largo plazo.

Las otras variables regresoras muestran ser a la vez altamente significativas y positivas. El resultado más sorprendente es del capital humano, medido como años promedio de educación (Años promedio de educación [-1]), que muestra ser altamente significativo con un valor p menor al 5%. A la vez es positivo, lo cual indica que el capital humano tiene un efecto directo en el crecimiento económico y tiene un impacto fuerte en el crecimiento al largo plazo al ser su coeficiente = 0.32416. Sin embargo, debido a singularidades en nuestras variables,  $\log h_{t-2}$  y  $\Delta \log k_{t-1}$ , son omitidas debido a que otras variables regresoras contienen información parecida y existe multicolinealidad entre ellas.

La Tabla 3 reporta nuestro modelo final, donde las variables que muestran singularidades son removidas:

**Tabla 3: Resultados de la ecuación 5**

FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN PARA EL ECUADOR: ESPECIFICACIÓN AÑOS PROMEDIO DE EDUCACIÓN, 1965 - 2011

Variable Independiente	Variable Dependiente: Cambio porcentual del PIB/trabajador
	MCO
Constante	0.35827* (0.42524)
Cambio Porcentual capital/trabajador	0.30511*** (0.06430)
log PIB/trabajador [-1]	-0.222174** (0.10365)
log capital/trabajador [-1]	0.17149*** (0.05586)
Años promedio de educación [-1]	0.21486*** (0.11385)
R-cuadrado	0.3889
Error estándar regresión	0.01508
N	46

\*\*Significante al 5%

Elaboración: Autor

Obteniendo de esta manera nuestra ecuación final:

$$\begin{aligned} \Delta \log y_t = & 0.3582 + 0.3051 \cdot \Delta \log k_t + \\ & -0.2217 \log y_{t-1} + 0.1714 \cdot \log k_{t-1} + 0.2148 \cdot \log h_{t-1} + u_t \end{aligned} \quad (5)$$

Con los resultados obtenidos se puede determinar que el capital humano ( $\log h_{t-1}$ ), sigue siendo altamente significativo al ser menor de 1%, es positivo y tiene un impacto fuerte en el crecimiento del Ecuador al largo plazo. Si evaluamos el coeficiente del capital humano (0.2148), al ser medido como años promedio, podemos decir que un año más de educación en la fuerza laboral, incrementa el ingreso por trabajador aproximadamente un 21.48%. Este número sugiere que el retorno de la educación en Ecuador es alta, confirmando favorablemente la evidencia microeconómica. Si evaluamos el Intercepto (0.3582), se puede ver que es positivo y significativo. Esta constante en nuestro modelo es esperada que sea una aproximación a la tecnología, por lo que decimos que el factor tecnológico, ( $c$ ), ha influenciado positivamente al crecimiento de Ecuador. Nótese que el coeficiente ( $-0.2217$ ) ha reducido un poco, aunque sigue siendo altamente significativo, lo cual sugiere una velocidad de ajuste moderada hacia el largo plazo, siendo igual a 22% por año. El  $R^2$ , por otro lado aumentó a 0.3889, lo cual indica un mejor ajuste de el modelo.

#### 4. CONCLUSIONES

El capital humano es altamente significativo y tiene un impacto positivo en el crecimiento a largo plazo en Ecuador. La importancia del capital humano es substancial. Un incremento de un punto porcentual en años promedio de educación, lleva a un

incremento en la producción de 0.21 por ciento en promedio. En forma interesante, estos resultados se muestran consistentes con los estudios microeconómicos. Este estudio contiene resultados adicionales de interés. En particular, el factor tecnológico nos muestra que ha avanzado positivamente durante los últimos 45 años, trayendo resultados positivos para el Ecuador. La robustez del modelo error – corrección, con respecto a la dificultad de los datos, se prueba al controlar por los parámetros de estacionariedad, multicolinealidad y auto correlación siendo las razones de confianza para el resultado global.

## 5. REFERENCIAS

- Banerjee, A; J. Dolado, J. Galbraith Y D.F. Hendry (1993). Coitegration, Error Correction, and the Econometric Analysis of Non-stationary Data, Oxford, Oxford University Press.
- Barro, R. J. (1993), Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. Journal of Political Economy.

- Barro, R. J. (1991), Economic Growth in a Gross Section of Countries, The Quarterly Journal of Economics.
- Barro, R. J. (1994), Democracy and Growth, NBER Working paper.
- Barro, R. (1987), Macroeconomics, John Wiley, New York.
- Barro, R. J., Mankiw N. G., Sala-I-Martin X. (1995), Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth, American Economic Review 85 (1), pp. 103-115
- Bassanini, A. Y S. Scarpetta (2001). "Does Human Capital Matter for Growth in OECD Countries? Evidence from Pooled Meangroup Estimates" OECD Working Paper ECO/WKP 2001/8.
- Banco Mundial. (2010). The Costs of Attaining the Millennium Development Goals.
- Becker G. (1975). HumanCapital: A THEORETICAL AND EMPIRICAL ANALYSIS, WITH SPECIAL REFERENCE TO EDUCATION.
- Cohen, D. Y M. Soto (2001). "Growth and Human Capital: Good Data, Good Data, Good Results", Technical Paper 179, OECD Development Centre, Pais.
- Destinobles, A.: (2006) *El capital humano en las teorías del crecimiento económico*,
- Easterly, W. & Levine, R. (1997), Africa's Growth Tragedy : Policies and Ethnic Divisions, Quartely Journal of Economics, pp. 1203-1250.
- Easterly, W. And Levine, R. (2000), It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models, Paper World Bank, January.
- Fogel R. (1994), "Economic Growth, Population Theory, and Physiology: the Bearing of Long-term Processes on the Making of Economic Policy," American Economic Review 84(3): 369-395.
- Mankiw, N. G.; D. Romer y D. N. Weil (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth, Journal of Economics.
- Morris C. (1995), "How fast and why did early capitalism benefit the majority?. The Journal of Economic History, Volume 55,pp. 211-226.
- Morales, R. A. (1988). "Determinants of Growth in an Error-correction Model for El Salvador", IMF Working Paper 98/104.
- Granger, C. W. J. (1981): "Some Properties of Time Series Data and Their Use in Econometric Model Specification," Journal of Econometrics, 121-130.

- Naciones Unidas. Recuperado el 18 de noviembre de 2015 de: [http://www.un.org/en/development/desa/policy/cdp/ldc/ldc\\_criteria.shtml](http://www.un.org/en/development/desa/policy/cdp/ldc/ldc_criteria.shtml) Todaro, Michael P. 1997. Economic Development. 6th edition, Longman: New York.
- Nehru, V. Y A. Dhareshwar (1993). "A New Database on Physical Capital Stock: Sources, Methodology, and Results", Revista de Análisis Económico, 8 (1), pp. 33-59
- Nelson, R. And E. Phelps (1966). Investments in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth, American Economic Review.
- Loening J. (2004). Time series evidence on education and economic growth: the case of Guatemala, 1952-2002, Journal of Economics.
- Neumayer, E. Multilateral Agreement on Investment: Lessons for the WTO from the Failed Oecd-Negotiations (December 7, 2010). Wirtschaftspolitische Bloetter, Vol. 46, No. 6, pp. 618-628, 1999.
- ONU (2016) Ending Poverty by 2030 Depends on Social Development Commission's Policy Guidance, Secretary-General Says as Body's General Debate Continues, R ecuperado de: <http://www.un.org/press/en/2016/soc4835.doc.htm>
- PNUD, Informe Sobre el Desarrollo Humano, 2014, pp. 207 y 211
- Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth, Journal of Economics.
- Sianesi, B. Y J. Van Reenen (2003). The Returns to Education: Macroeconomics, Journal of Economics.
- Stern N. (1997) The transition in Eastern Europe and the former Soviet Union: some strategic lessons from the experience of 25 countries over six years. Springer Netherlands.
- UNDP (United Nations Development Programme). 2003. Human Development Report 2003: The Millennium Development Goals: A Compact among Nations to End Human Poverty. New York.
- UNICEF. Recuperado el 18 de noviembre de 2015 de: <http://www.unicef.org/spanish/mdg/education.html>
- UNICEF (2001). Recuperado el 18 de noviembre de 2015 de:

[http://www.unicef.org/specialsession/about/sgreport-pdf/21\\_HIV\\_AIDS\\_D7341Insert\\_English.pdf](http://www.unicef.org/specialsession/about/sgreport-pdf/21_HIV_AIDS_D7341Insert_English.pdf)

Segundo Informe Nacional de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, (2007)

Young, A. (1994), The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience, Quarterly Journal of Economics, No. 10, August, pp. 641-680.

## **6. ANEXOS**

### **6.1 Anexo 1: Prueba de Dickey-Fuller**

Mediante esta prueba se puede observar que los valores-p de las variables son mayores a 0.05, por lo tanto no se puede rechazar la hipótesis nula de que no son

estacionarias. Para diferenciar las variables se utilizaron dos diferencias. En esta ocasión las variables diferenciadas son menores a 0.05, por lo tanto tenemos suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa y concluimos que las variables diferenciadas son estacionarias.

**Tabla 4: Resultados de la prueba Dickey-Fuller**

Variables	Sin Diferencias		Segundas Diferencias	
	Test	Valor-p	Test	Valor-p
<i>logy</i>	0.530	0.9858	-4.527	0.0001
<i>logk</i>	1.014	0.7481	-6.040	0.0000
<i>logh</i>	0.977	0.9472	-6.313	0.0000

Hipotesis alternativa = estacionario

Elaboracion: Autor

## 6.2 Anexo 2: Prueba de Durwin Watson

La prueba de Durwin Watson se realiza para verificar la existencia de auto correlación en los residuos de los modelos. La hipótesis nula e esta prueba es que no existe auto correlación y la hipótesis alternativa plantea que la auto correlación es mayor

a cero. Para un valor-p menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa.

**Tabla 5: Resultados de la prueba de Durwin-Watson**

Modelos	Test	Valor-p
Modelo1	1.03	0,000
Modelo3	2.669	0.993

Elaboración: Autor

En esta tabla se puede ver que los valor p del modelo 1 es menor a 0.05, lo cual nos da suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, y decimos que los residuos de el modelo 1 si mantienen una autor correlación, ocasionando que las estimaciones no sean confiables. En el modelo 3, no tenemos suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula ya que para este modelo se tomaron en cuenta las diferencias para las variables, eliminando así la auto correlación.

### 6.3. Anexo 3: Compilación de Datos

Ecuador es definitivamente deficiente en brindar datos que sean fácilmente accesibles. Por ello, para poder identificar el impacto macroeconómico de la educación en el crecimiento económico, una tarea primordial fué superar las limitaciones de la información. Un monto significativo de información, aunque no fácil de conseguir, pudieron ser conseguidos de archivos individuales voluminosos o dispersos. Incluso para expertos economistas locales, esta es una tarea difícil.

Los párrafos siguientes describen los datos que fueron necesarios para este análisis, con el objetivo de encontrar las mediciones de el capital humano, stock de capital y

fuerza de trabajo. Las series de tiempo principalmente provienen de el Banco Central del Ecuador, para el caso de la educación y el stock de capital se utilizaron datos de Penn World Table (PWT). La Tabla 6 resume la denotación de las variables y las fuentes de los datos. La tabla 7, al final de el apéndice, muestra los datos originales utilizados en las regresiones econométricas.

**Tabla 6 Fuentes Datos Series de Tiempo**

Variables	Denotación	Fuente
Producto Interno Bruto (PIB) (en dólares 2007)	Y	Banco Central del Ecuador
Stock de Capital (en dólares (2007)	K	Estimacion del Inventario Permanente, ver texto.
Fuerza Laboral, total	L	Banco Central del Ecuador
Capital Humano	h	Penn World Table, ver texto.

Elaboración: Autor

### **Medición Capital Humano**

El stock de capital humano en Ecuador es definido como el promedio de años de educación evidente en la fuerza de trabajo (Barro/Lee, 2012). En línea con la mayoría de trabajos empíricos, este estudio asume que los años de educación provee una aproximación razonable para estimar el stock de capital humano, aunque debemos brevemente nombrar algunas razones por las cual este indicador no es totalmente completo.

(1) Educación como variable aproximada.

El capital humano es multifacético y incluye una serie compleja de atributos

humanos. Como consecuencia, el nivel genuino de capital humano es difícil de medir de una manera cuantitativa. Lo mejor que podemos hacer entonces es, utilizar los años promedio de educación como variable aproximada al stock de capital humano obtenido en la escuela.

### (2) Cambios en la calidad.

Tenemos que tener en cuenta que el promedio de años de educación no toma en cuenta los cambios en la calidad dentro del sistema de educación. Cambios en la calidad de educación podría complicar la comparación entre los efectos de la educación en el crecimiento a través del tiempo, como también podría complicar realizar comparaciones con otros países. Desafortunadamente, en términos de disponibilidad de datos, es imposible obtener un indicador que contenga cambios de calidad en la educación para Ecuador durante este período, pese a que la evidencia sugiere que la calidad en la educación es más significativa que la cantidad. Barro (2011), por otro lado, cree que este problema no debería ser de mayor relevancia para este caso. Puesto que para este caso, la calidad y la cantidad de la educación todavía sigue siendo baja, por lo tanto un indicador de la calidad capital humano probablemente no es tan importante para propósitos analíticos.

### (3) Parcialidad - bias

Los años promedio de educación influyen en el capital humano de igual manera, sin contar en cuenta si la persona esta inscrita en la primaria, secundaria o universitaria. Este es un punto importante, por que al definir capital humano por años promedio de educación, implícitamente estamos dando igual peso a cada año de educación adquirido por la persona. Esto pasa por alto la literatura microeconómica de diferenciación de

salarios. Por ejemplo, Psacharopoulos y Patrinos (2002) sugieren que la tasa de retorno de educación puede decrecer con la adquisición de educación adicional. Sin embargo, analizando el rol de la educación primaria, secundaria y universitaria en el crecimiento, Loening (2004) nos dice que el efecto bias no es de mucha importancia.

El procedimiento de medición del capital humano empieza construyendo el flujo corriente de la población adulta a un nivel de educación determinado. La fórmulas para los tres niveles de educación para la fuerza de trabajo mayor o igual a 15 años son las siguientes:

$$HN_{0,t} = HN_{0,t-1} \cdot (1 - \delta) + L15_t \cdot (1 - PRI_{t-1}) \quad (6)$$

$$HN_{1,t} = HN_{1,t-1} \cdot (1 - \delta) + L15_t \cdot (PRI_{t-1} - SEC_t) \quad (7)$$

$$HN_{2,t} = HN_{2,t-1} \cdot (1 - \delta) + L15_t \cdot SEC_t - L20 \cdot TER_t \quad (8)$$

$$HN_{3,t} = HN_{3,t-1} \cdot (1 - \delta) + L20_t \cdot TER_t \quad (9)$$

Donde:

$HN_j$  = número de personas en la fuerza de trabajo con un nivel  $j$  de educación.

$PRI$  = radio de inscripción educación primaria.

$SEC$  = radio de inscripción educación secundaria.

$TER$  = radio de inscripción educación terciaria.

$L$  = número de personas económicamente activas.

$L15$  = número de personas con 15 años de edad o menor.

$L20$  = número de personas con 20 años de edad o menor.

$\delta_{h,t}$  = tasa de mortalidad stock de capital humano.

La tasa de mortalidad para la población económicamente activa de mayor o igual a 15

años es estimada de la siguiente manera:

$$\delta_{h,t} = \frac{L_{t-1} - (L_t - L15_t)}{L_{t-1}} \quad (10)$$

Asumimos que la tasa de mortalidad (la cual también incluye la salida de la población económicamente activa debido a jubilación o inactividad) es independiente de el nivel de educación alcanzado. El termino  $L_t - L15_t$  describe el número de sobrevivientes de el periodo anterior, que son substraídos de  $L_{t-1}$  para estimar el numero total de personas desaparecidas.

La fórmulas pueden ser modificadas para crear la ecuación final que es utilizada para generar los radios de educación alcanzada,  $(hr_j)$ , para los cuatro niveles de educación para la población económicamente activa de 15 o mayor años:

$$hr_{0,t} = \frac{HN_{0,t}}{L_t} = hr_{0,t-1} \cdot \left(1 - \frac{L15_t}{L_t}\right) + \frac{L15_t}{L_t} \cdot (1 - PRI_t) \quad (11)$$

$$hr_{01,t} = \frac{HN_{01,t}}{L_t} = hr_{1,t-1} \cdot \left(1 - \frac{L15_t}{L_t}\right) + \frac{L15_t}{L_t} \cdot (PRI_{t-1} - SEC_t) \quad (12)$$

$$hr_{2,t} = \frac{HN_{2,t}}{L_t} = hr_{2,t-1} \cdot \left(1 - \frac{L15_t}{L_t}\right) + \frac{L15_t}{L_t} \cdot SEC_t - \frac{L20_t}{L_t} \cdot TER_t \quad (13)$$

$$hr_{3,t} = \frac{HN_{3,t}}{L_t} = hr_{3,t-1} \cdot \left(1 - \frac{L15_t}{L_t}\right) + \frac{L20}{L_t} \cdot (TER_t) \quad (14)$$

Finalmente la fórmula para construir una medida para el stock de capital humano, combina los datos de inscripción estimados con información de la duración de cada nivel de educación, obteniendo como resultado:

$$h_t = \sum_{j=1}^3 hr_{j,t} \cdot d_{j,t} \quad (15)$$

$h_t$  = años promedio de estudio.

$h_{r,j}$  = tasa de personas económicamente activas con un nivel de educación j.

$d_{j,t}$  = años promedio de educación recibida en el respectivo nivel  $j$ .

### **Medición del Capital Físico**

Internacionalmente, el método del inventario permanente (PIM) es una manera común para estimar el stock de capital físico, aunque existen algunas incertidumbre asociadas con esta calculación. En general, estas incertidumbres provienen de la falta de información sobre el stock inicial, de la validez sobre la tasa de depreciación y falta de información acerca del uso del capital. Con estas observaciones en cuenta, el PIM es utilizado para construir el stock de capital físico para Ecuador.

El stock de capital físico que es utilizado durante el análisis subsecuente es resultante de el PIM con datos de inversión agregada. Siguiendo a Nehry y Dhareshwar (1993), el procedimiento argumenta que el stock de capital es la acumulación del flujo pasado de inversiones de esta manera:

$$K_t = K_{t-1} \cdot (1 - \delta_k) + I_t \quad (16)$$

donde  $K$  es el stock de capital,  $I$  es la formación bruta de capital fijo,  $\delta_k$  es la tasa de depreciación del stock de capital anual y  $t$  siendo un índice de tiempo. Información acerca de la formación bruta de capital fijo fue obtenida de el Banco Central del Ecuador. En línea con muchos estudios, la tasa de depreciación y el stock de capital fue obtenido de Penn World Table.

**TABLA 7**  
**ECUADOR: SERIES DE TIEMPO, 1965-2011**

Years	Y	IM	EX	I	K	L	h
	Miles de dólares 2007					trabajadores	años
1965	10,315,274	1,663,211	888,024	2,900,959	30478944	1.338335395	1.6512493
1966	10,280,251	1,717,049	921,607	2,932,210	30823983	1.371205568	1.6805248
1967	10,755,309	2,069,823	988,751	3,451,557	36170442	1.404883265	1.7044840
1968	10,960,675	2,328,028	1,014,995	3,654,993	38288780	1.439388275	1.7239302
1969	11,472,455	2,328,566	891,178	3,764,536	39447029	1.474740386	1.7424232
1970	12,260,834	2,403,425	892,850	3,755,199	39383299	1.510960817	1.7611145
1971	13,032,360	2,893,429	986,820	4,696,063	49056682	1.573572636	1.7800063
1972	13,686,277	2,727,824	1,793,537	4,485,935	46955130	1.638720393	1.7984073

1973	15,595,606	3,226,114	3,777,760	4,518,591	47324212	1.706541181	1.8169984
1974	17,343,641	4,740,177	4,636,253	4,749,379	49730541	1.777208209	1.8357817
1975	19,246,612	5,001,366	3,742,919	5,825,874	60819070	1.850863338	1.8547592
1976	20,670,320	5,100,825	3,841,416	6,096,519	63670627	1.914250612	1.8739330
1977	21,002,046	5,983,519	3,898,141	6,692,704	69855479	1.979668260	1.9215382
1978	22,200,596	6,209,434	4,150,228	7,206,292	75211066	2.047325134	1.9703529
1979	23,029,577	6,355,057	4,270,685	7,113,930	74375298	2.117411137	2.0204077
1980	23,883,671	6,954,587	4,286,848	7,386,762	77274812	2.190124273	2.0717340
1981	25,224,229	6,737,467	4,322,988	7,143,998	74897455	2.281250715	2.1243644
1982	25,379,319	6,926,404	4,111,267	7,000,035	73516061	2.375818729	2.1474020
1983	25,293,824	5,380,349	4,041,526	5,738,581	60684033	2.474284172	2.1706896
1984	25,957,856	5,186,929	4,152,296	5,732,366	60668186	2.576215029	2.1942296
1985	26,979,298	5,628,605	4,462,786	6,179,486	65292362	2.682012558	2.2180252
1986	27,914,072	5,600,217	4,981,235	6,385,704	67456936	2.788419008	2.2420785
1987	27,841,747	6,606,438	4,476,249	6,377,176	67426078	2.898067474	2.2630050
1988	29,481,756	5,470,575	6,151,240	6,040,147	64032931	3.010824442	2.2841265
1989	29,778,277	5,720,261	6,233,251	5,862,796	62267095	3.126521826	2.3054454
1990	30,874,092	5,631,295	6,272,493	5,598,369	59606297	3.241714239	2.3269632
1991	32,199,005	6,295,138	7,318,430	5,999,038	63751134	3.392442226	2.3486819
1992	32,879,792	6,577,529	7,722,134	6,074,252	64573930	3.544432163	2.3530257
1993	33,528,582	6,541,308	8,201,133	6,087,342	64766501	3.674548626	2.3573773
1994	34,956,313	7,586,379	9,258,397	6,440,394	68440337	3.831899166	2.3617368
1995	35,743,721	8,438,343	10,217,459	6,369,945	67782120	3.951947212	2.3661046
1996	36,362,712	7,375,367	10,000,584	6,177,175	65864730	3.914489985	2.3704805
1997	37,936,441	8,888,267	10,699,220	6,662,640	70887739	4.039073944	2.3700349
1998	39,175,646	9,468,828	10,192,439	6,961,316	74000098	4.019365788	2.3695893
1999	37,318,961	6,477,106	10,970,207	5,205,829	56072853	3.947251320	2.3691437
2000	37,726,410	7,307,583	11,248,430	5,853,793	62723774	4.104627609	2.3686984
2001	39,241,363	9,187,268	11,069,900	7,039,554	74900164	4.397166252	2.3682532
2002	40,848,994	10,934,226	11,138,952	8,313,170	88008945	4.604146004	2.3881240
2003	41,961,262	10,490,331	11,942,090	8,344,508	88418507	4.648140907	2.4081614
2004	45,406,710	11,631,354	13,993,547	8,785,131	93017971	5.051733971	2.4283671
2005	47,809,319	13,305,727	15,201,615	9,728,992	102781310	5.067838192	2.4487424
2006	49,914,615	14,606,164	16,284,882	10,213,818	107862611	5.235617161	2.4692886
2007	51,007,777	15,636,623	16,287,685	10,593,947	111876759	5.235723972	2.4961975
2008	61,762,635	20,933,400	21,100,364	12,286,215	129334210	5.272098064	2.5233998
2009	62,519,686	16,790,125	15,785,663	11,843,329	124955968	5.343773365	2.5508983
2010	69,555,367	22,541,700	19,402,439	13,050,148	137465375	5.358339787	2.5725667
2011	79,276,664	26,453,861	24,671,849	14,920,791	156788798	5.466380596	2.5914080

#### 6.4. Anexo 4: Comandos para el programa estadístico “Rstudio”

```
##Importar base de datos
attach(datos.regresion.impulsedummy)
##Crear subset con las variables utilizadas
datos.regresion.impulsedummy<-subset(datos.regresion.impulsedummy, !is.na(logy))
detach(datos.regresion.impulsedummy)
attach(datos.regresion.impulsedummy)

##Cargar paquete
```

```

library(zoo)
##Leer los datos en series de tiempo
yts=zoo(logy, Years)
kts=zoo(logk, Years)
hts=zoo(loggh, Years)
tradets=zoo(logtrade.gdp, Years)
dummyts=zoo(impulse.dummy.1999, Years)

##cambios porcentuales
changelogy=difff(yts)
changelogk=difff(kts)

##resagos
changekresag=lag(changelogk,k = -1)
yresag=lag(yts,k=-1)
kresag=lag(kts,k=-1)
hresag=lag(hts,k=-1)
hresag2=lag(hts,k=-2)

##Cargar paquetes
library(AER)
library(tseries)

##Test de Dickey-Fuller para ver estacionariedad.

adf.test(changelogk, "stationary",1)
adf.test(kts, "stationary",1)

adf.test(yts, "stationary",1)
adf.test(changelogy, "stationary",1)

adf.test(hresag2, "stationary",2)
plot(yts)
plot(changelogk)

##Modelos
modelo1=lm(yts~kts+hts)
summary(modelo1)

modelo2=lm(changelogy[0:45]~changelogk[0:45]+changekresag[0:45]+yresag[0:45]+kresag[0:45]+hresag[0:45]+hresag2+dummyts[0:45])
summary(modelo2)

modelo3=lm(changelogy[0:46]~changelogk[0:46]+yresag[0:46]+kresag[0:46]+hresag[0:46]+dummyts[0:46]+tradets[0:46])

```

```
summary(modelo3)

##Cargar paquetes
library(pastecs)
library(lmtest)
##Test de Durbin-Watson para ver auto correlación
dwtest(modelo1)
dwtest(modelo3)
```