



# Relación entre el gasto en Ciencia y Tecnología y el Producto Interno Bruto. Un análisis empírico entre América Latina y el Caribe y el Ecuador

## Relationship between spending on Science and Technology and Gross Domestic Product. an empirical analysis between Latin America and the Caribbean and Ecuador

QUINDE-ROSALES, Victor X. 1; BUCARAM, Rina M. 2; BUCARAM, Martha R. 3; SILVERA, Carla K. 4

Recibido: 23/08/2018 • Aprobado: 24/01/2019 • Publicado 04/02/2019

### Contenido

1. Introducción
2. Metodología
3. Resultados
4. Conclusiones

Referencias bibliográficas

#### RESUMEN:

Este documento evalúa la relación entre el gasto en Ciencia y Tecnología (CyT) y el Producto Interno Bruto (PIB) entre América Latina y el Caribe, y Ecuador desde 1990 a 2015. Se comprobó la no estacionariedad de las variables, obteniendo un modelo VAR de dos variables con cuatro rezagos óptimos - VAR2(4) y otro con cinco - VAR2(5). Las pruebas de causalidad demostraron unidireccionalidad por parte del CyT al PIB en Ecuador y no relación causal de América Latina y el Caribe.

**Palabras clave:** ciencia y tecnología, producto interno bruto, cointegración, causalidad

#### ABSTRACT:

This document evaluates the relationship between spending on Science and Technology (S & T) and the Gross Domestic Product (GDP) between Latin America and the Caribbean, and Ecuador from 1990 to 2015. The non-stationarity of the variables was verified, obtaining a VAR model of two variables with four optimal lags - VAR2 (4) and another with five - VAR2 (5). The causality tests showed a unidirectionality on the part of S & T to GDP in Ecuador and not causal relationship in Latin America and the Caribbean.

**Keywords:** science and technology, Gross Domestic Product, cointegration, causality

## 1. Introducción

La innovación tecnológica y el crecimiento económico presentan una relación sustentada en la macroeconomía a través de modelos teóricos en los que la innovación tecnológica es un factor endógeno de crecimiento. Borondo (2008), expresa que, en estos dos tipos de modelos, el grado de innovación tecnológica es resultado de la asignación de recursos a la creación y difusión de conocimientos y, por tanto, de las decisiones de los agentes económicos.

Ríos et al. (2013), manifiestan que la dinámica de la competencia capitalista se ha desplazado visiblemente hacia un peso cada vez mayor de las capacidades tecnológicas como determinantes del desempeño económico y la competitividad de empresas y países. El desarrollo tecnológico es considerado como determinante del crecimiento económico y autores como Pavitt et al. (1981),

Fagerberg (1988) y Dosi et al. (1988) muestran de manera empírica que existe una relación muy estrecha entre estas dos variables.

Marx (1999), establece que la relación proporcional de la tecnología dentro de los procesos productivos en los distintos sectores económicos, genera un alto nivel de la productividad del trabajo y el crecimiento económico, como factores explicativos del consumo y la inversión. Ibujés et al. (2017), exponen como los estudios empresariales indican una relación existente entre la tecnología, el capital, el trabajo y la productividad.

Velho (2011), describe que la CyT ha tomado gran relevancia en el análisis de la economía actual. El desarrollo científico refiere a la generación de conocimientos nuevos provenientes de la observación, experimentación y comprobación, mientras que la tecnología implica la resolución de problemas prácticos que afectan a la sociedad y sus agentes económicos a través de la aplicación de nuevos conocimientos generados desde la ciencia. García et al. (2016), muestran a la innovación como una variable de crecimiento y desempeño que presenta utilidad a los diferentes agentes que componen el comercio exterior. PricewaterhouseCoopers (2014), describe que América Latina se encuentra en un periodo de crecimiento económico muy dinámico y es la innovación y la tecnología factores clave para competir con otros mercados.

La Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador (SENPLADES) propone como política pública el cambio de la matriz productiva, promoviendo la transformación de la industria primaria exportadora y extractivista, a una que se enfoque en la producción diversificada, ecoeficiente y con mayor valor agregado, así como los servicios basados en la economía del conocimiento y la biodiversidad (2012).

Ante lo expuesto el presente estudio pretende establecer si el gasto en CyT presenta una relación de cointegración con el Producto Interno Bruto (PIB) de América Latina y el Caribe, y el Ecuador. Entendiendo que estos convergen en una tendencia común en el largo plazo para estos países. El presente análisis empírico busca presentar la existencia o no de una relación entre el gasto público en ciencia y tecnología y el crecimiento económico en países en vías de desarrollo.

El diseño de la investigación plasmado en el documento busca caracterizar la relación de causalidad que existe entre el gasto en ciencia y tecnología y el PIB de América Latina y el Caribe y el Ecuador estudiados mediante la revisión de literatura de autores que han caracterizado la incidencia de la ciencia y la tecnología en el crecimiento económico de un país, para luego establecer el marco metodológico que engloba el desarrollo del estudio. Posteriormente los resultados de la investigación se manifestarán ante la presentación del modelo de vectores autorregresivos que evidencie la simultaneidad de los índices antes mencionados sumado al test de Granger el cual establece la causalidad existente y finalmente la prueba de Johansen para determinar la existencia de cointegración entre las variables.

Las conclusiones contienen el análisis del entorno en el cual se desarrollaron los resultados de la investigación. La referencia alberga el listado de las obras citadas en el presente documento y que han sido usadas para bosquejar el estudio y los resultados del mismo.

## **1.1. Revisión de la literatura**

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) describe en sus reportes el ingreso en la era de las economías basadas en el conocimiento (knowledge-based economies), mencionados sistemas se basan directamente en la innovación tecnológica, uso de conocimiento y de las tecnologías de la información y la comunicación (1996).

Arredondo (2016), describe que la globalización y la proliferación de tratados comerciales, en relación con el nacimiento de la sociedad del conocimiento, han puesto a la innovación como variable de crecimiento económico. A pesar de ello la mencionada temática no es reciente, existen referentes teóricos que aluden a la innovación como pilar del desarrollo (Ferrari, 2012; Monzón, 2010).

Louçã (2014), agrega que ante los avances tecnológicos y cambios sociales se reinserta el aporte teórico propuesto por Schumpeter, como un resurgimiento del concepto de innovación en el actual sistema económico. Schumpeter (1908), entiende que el capitalismo se debe analizar como un sistema adaptativo desafiando a la teoría de equilibrio general.

Ríos et al. (2013), expresa que la literatura que expone el crecimiento endógeno centra su interés sobre el cambio tecnológico endógeno para explicar los patrones de crecimiento de las economías mundiales.

Alvarado et al. (2017), sustenta en términos de establecer la fuerza prioritaria para mover la

producción capitalista y al sistema económico como un todo, la tecnología y a la "innovación" son entes transformadores constantes del desarrollo económico. Entendiendo esta premisa se da un carácter evolutivo del capitalismo impulsado por los aportes de Schumpeter al considerar que el proceso de innovación forma parte de la dinámica social del capitalismo como un todo.

El estudio de la innovación ha sido abordado fundamentalmente como uno de los recursos que logra mayores ventajas competitivas, y como estrategia empresarial que logre un mayor nivel de crecimiento y desempeño (Schumpeter, 1934; Hatch y Mowery, 1998; Reichstein y Salter, 2006; Keupp, Palmié y Gassmann, 2012).

Fernández (2015), describe que para la teoría neo-schumpeteriana no es posible entender el avance tecnológico sin el desarrollo de nuevos modos organizacionales que apoyen las actividades de investigación y desarrollo (I+D). Malerba (1992), agrega que el desarrollo de procesos de aprendizaje que generan variedad no se encuentra solo influenciados por descubrimientos internos a través de inversiones formales en I+D, adicional a ello son consecuencia de la interacción de otras actividades que presenta la empresa, así como el aporte de agentes externos.

Kim et al. (2016), citado por Buendía et al. (2017), exponen el papel del CyT desde el enfoque macroeconómico, el cual busca establecer mecanismos para el incremento de la productividad del trabajo y su relación con el crecimiento económico; es en este aspecto donde la tecnología juega un papel importante para la sustitución de los factores de la producción y la reducción de los costos de la producción; también en formas mediante las cuales se transfiere el efecto de la innovación y la tecnología entre los distintos sectores económicos.

La concepción acerca de que el progreso científico y tecnológico, es decir del desarrollo continuo de los medios de producción como base de la dinámica económica, del crecimiento de la producción y su expansión internacional, resulta una idea cada vez más común y poderosa, impulsada desde los principales organismos internacionales orientados al desarrollo económico (Reamer, 2014).

Charreau (2001), manifiesta que la innovación se convierte en catalizador de la prosperidad nacional, convirtiéndola en justificación para la inversión en investigación. Sin embargo, también señala la necesidad de redefinir al desarrollo en términos de la calidad de ideas generadas y seleccionadas, así como el espectro y su escala en la aplicación de la industria.

Montoya (2004), argumenta en favor de la innovación científica y tecnológica al decir que es un instrumento que contribuye al crecimiento y el desarrollo económico de los países subdesarrollados. Al mismo tiempo considera que la innovación tecnológica puede convertirse en un factor de desigualdad que afecte a los países que no acceden a procesos innovadores.

Villarreal et al. (2002) agrega que la innovación es la piedra angular dentro de la competitividad de las empresas y de las naciones, siendo necesario invertir en el diseño y desarrollo de productos y procesos de vanguardia. Para el logro de la actividad innovadora es necesario conseguir ambientes propicios para su actividad, mediante el apoyo de los sectores tanto públicos como privados.

El Centro Internacional de Investigación de Información sobre Economía Pública, Social y Cooperativa (CIRIEC, 2008), expone que las sociedades y sus economías deben ser innovadoras, pues mencionada actividad es determinante en el diseño de políticas públicas y políticas empresariales. La innovación se constituye en una de las inversiones más importantes de las naciones. Por ser un pilar determinante para mejorar la competitividad, permitiendo la generación de nuevo conocimiento y plantea soluciones a problemas relacionados con la salud, el medio ambiente, la pobreza y la seguridad, entre otros. Es a través de la innovación que puede lograr un crecimiento económico sostenido al generar mejoras en la productividad.

Sampedro et al. (2016), describe dos fenómenos ligados con el proceso de innovación, el primero explica que los países innovadores se han consolidado, la mayor parte de ellos han sostenido su crecimiento económico, sin observarse una extensión de estos beneficios hacia otros países o regiones. El segundo fenómeno está ligado con la brecha existente entre países innovadores y adeptos no presenta una reducción, manteniéndose una inequidad en la generación de riqueza y en su distribución con el conjunto de la sociedad.

Fagerberg et al. (2013) y Conceição et al. (2001), referencian a la innovación bajo el criterio de presentar la capacidad de incrementar el crecimiento económico sin distribuir los beneficios de este crecimiento en la sociedad. El crecimiento económico depende de la efectividad que sus países presenten para generar innovación vinculando su sistema de investigación con la producción industrial.

Moon et al. (1995), establece nuevo paradigma de competitividad al considerar que esta en un escenario internacional los países buscan la apertura de sus fronteras para participar en la economía mundial y a su vez buscan defender sus mercados locales. Este tipo de competitividad

sistémica vincula a la empresa, la industria, el gobierno y la población de un país; implicando la cooperación y alianzas estratégicas entre competidores, clientes y proveedores, gobiernos y universidades (Peña-Vinces et al., 2014). Arredondo et al. (2015), sostiene que mencionada colaboración brinda confianza y logra generar ventajas competitivas haciendo posible o viable la mejora en la competitividad por medio de procesos de innovación.

Peña-Vinces et al. (2014), y Castro-González et al. (2016), coinciden en que el logro de una mayor innovación es dependiente de una mayor inversión en I+D principalmente por parte del sector privado, a pesar de ello es necesario una alta calidad científica en las instituciones de investigación estableciendo una colaboración en la investigación y el desarrollo tecnológico entre las universidades y la industria.

En términos del aporte empírico generado a la temática de la relación existente entre la innovación y el crecimiento económico existe una gran cantidad de estudios que manifiestan esta relación como positiva establecida en estudios que utilizaron datos de panel (Frantzen, 2000; Griffith et al., 2001 y Zachariadis, 2003). Mientras que Coe et al. (1995), utiliza como método de análisis para su estudio un modelo multipaís, con el cual examina los efectos de derramas de I+D de países industrializados a países en vía de desarrollo sobre el crecimiento de productividad total de los factores.

La literatura citada manifiesta la importancia que tiene la innovación y el desarrollo en ciencia y tecnología en la actualidad para el desarrollo y progreso de la economía de los países y que para establecer la relación existente entre la ciencia y la tecnología y el crecimiento económico de los países se han desarrollado estudios empíricos preliminares de pruebas estadísticas siendo aplicadas sobre datos de panel, técnicas usadas con grupos de países, y países individuales.

El sistema denominado sociedad del conocimiento es entendiendo como una fase superior del desarrollo económico y social que se deriva del acelerado cambio tecnológico, afianzado con la aparición de nuevos sectores económicos. El aparato público Latinoamericano menciona que dicho sistema puede convertirse en la panacea del desarrollo y progreso económico de los países, a pesar de ello no existe estudios que establezcan la relación entre el gasto público en ciencia y tecnología y el crecimiento económico.

---

## 2. Metodología

La presente investigación se enmarca en un tipo de razonamiento inductivo con aplicación de pruebas econométricas para medir la probabilidad de los argumentos establecidos en función a la causalidad del gasto en Ciencia y Tecnología – CyT y el Productor Interno Bruto – PIB. Se esboza como proceso de desarrollo de la investigación un proceso unimétodo con un paradigma empírico-analítico según Bacon (1949), citado por Duque (2015), que permite reflejar la realidad de la forma más fiel y neutral posible de la investigación realizada.

Para el diseño de investigación del documento se utilizó una base de datos de serie temporales de frecuencia anual con un periodo de evaluación de 1990 a 2015 de las variables gasto en Ciencia y Tecnología (CyT) y el Producto Interno Bruto (PIB) de América Latina, el Caribe y Ecuador, cuya base fue obtenida de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), el Banco Central del Ecuador (BCE) y la Comisión de Economía para América Latina y El Caribe (CEPAL). La propuesta metodológica de la investigación propone un análisis que determine la estacionariedad de las variables mediante el uso de la prueba Dickey-Fuller Aumentada (DFA) para evitar obtener resultados espurios en regresiones con series de tiempo no estacionarias.

La prueba de Dickey-Fuller (DF) simula los valores críticos de una selección de distintos tamaños muestrales entendiendo que el proceso estocástico subyacente a los datos es un modelo autorregresivo (AR(1)) (Novales, 1998). La prueba DFA contempla otros esquemas de autocorrelación, evitando el incumplimiento de la condición de ruido blanco para los residuos.

Stock et al. (2012) mencionan que el contraste DFA para una raíz unitaria autorregresiva contrasta la hipótesis nula  $H_0: \delta = 0$  frente a la hipótesis alternativa  $H_1: \delta < 0$  en la siguiente regresión

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad [1]$$

Entendiendo que:

H0. La variable es no estacionaria; tiene raíz unitaria

H1. La variable es estacionaria; no tiene raíz unitaria

El DFA no posee una distribución estándar, por lo cual no puede utilizar los valores críticos

habituales de la distribución normal para su contraste de raíz unitaria, en su lugar debe utilizarse un conjunto particular de valores críticos con base en la distribución del estadístico DFA con hipótesis nula (Stock et al., 2012). Wooldridge (2010) explica que ante el hecho de que la hipótesis alternativa de estacionariedad implica que en la ecuación antes descrita sea  $\delta < 0$ , el contraste es unilateral. Por lo tanto, el valor de t-Statistic debe ser menor (más negativo) que los valores críticos unilaterales para rechazar H0 o hipótesis nula.

Adicionalmente MacKinnon (1996) estimó un conjunto de valores críticos los cuales permiten calcular los valores críticos del test DFA para distinto tamaño muestral y número de variables, entendiendo que dicho valor debe ser menor al 5% ó 0,05 para rechazar a la hipótesis nula.

Para establecer una relación entre la CyT y el PIB se usa el modelo de Vectores Autorregresivos (VAR). Sims (1980), citado por Gujarati et al. (2010), argumenta la existencia de simultaneidad entre el conjunto de variables a tratarse en igualdad de condiciones sin distinción de variables exógenas ni endógenas. Se denomina vector autorregresivo ante la existencia de un valor rezagado de la variable dependiente y la existencia de un vector de dos o más variables.

Novalés (2011) describió que la aplicación del VAR presenta su utilidad ante la existencia de coincidencias entre un grupo de variables, esas relaciones deben ser generadas a lo largo de un determinado número de períodos (Pérez et al., 2014).

Para la aplicación del modelo VAR se toma en consideración las siguientes ecuaciones

$$M_{1t} = \alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j M_{t-j} + \sum_{j=1}^k \gamma_j R_{t-j} + \mu_{1t} [2]$$

$$R_t = \alpha' + \sum_{j=1}^k \theta_j M_{t-j} + \sum_{j=1}^k \gamma_j R_{t-j} + \mu_{2t} [3]$$

Se plantea las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1. La relación existente entre las variables es menor a un año siendo considerada de corto plazo

Hipótesis 2. La relación existente entre las variables es mayor a un año siendo considerada de largo plazo

La existencia de una relación entre variables no específica como tal un sinónimo de causalidad ni su tipo de orientación. Es más, aún persiste según manifiesta Gujarati (2010) un conflicto de índole filosófico el cual argumenta que el futuro no puede predecir el pasado. Bajo este criterio la prueba de Granger interpreta la causalidad como si una variable X causa en términos de Granger a la variable Y, las modificaciones en X deben augurar cambios en Y, y viceversa.

En términos de regresión podemos argumentar que, si incluimos valores pasados o rezagos de X en la regresión de Y, contribuiría a una predicción de Y más significativa, ante esta premisa podemos manifestar que X en términos de Granger causa a Y. Stock et al. (2012) coincidieron con esta premisa al decir que X es un predictor útil de Y.

Wooldridge (2010) agregó que la causalidad de Granger es una noción limitada que describe como los valores pasados de X son útiles en la predicción de valores futuros de Y después de ser controlados por los valores pasados de Y.

Según el test de Granger plantea las siguientes hipótesis.

Hipótesis 1. Causalidad unidireccional de CyT a PIB; rechazo de la hipótesis 1.

Hipótesis 2. Causalidad unidireccional de CyT a PIB; rechazo de la hipótesis 2.

Hipótesis 3. Causalidad bidireccional entre las variables; ambas hipótesis son rechazadas.

Hipótesis 4. Variables independientes; ambas hipótesis no son rechazadas.

Para probar las hipótesis se toma en cuenta la probabilidad de Fischer (Prob). Si p values se encuentra en el valor mínimo de rechazo, menor al 5% o 0,05 se rechaza una de las hipótesis. Bajo este criterio podemos describir los posibles resultados (Tabla 1).

**Tabla 1**  
Contraste de Hipótesis Prueba de Granger

Hipótesis nula	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3	Hipótesis 4
CyT no causa a PIB	< 5%	> 5%	< 5%	> 5%



CyT no causa a PIB	> 5%	< 5%	< 5%	> 5%
--------------------	------	------	------	------

Granger et al. (1969) definen a la cointegración bajo la premisa de que  $X_t$  e  $Y_t$  son integradas de orden uno. Si, para algún coeficiente  $\theta$ ,  $Y_t - \theta X_t$  es integrada de orden cero, entonces  $X_t$  e  $Y_t$ , se dice que están cointegradas. El coeficiente  $\theta$  se denomina coeficiente de cointegración. Si  $X_t$  e  $Y_t$  están cointegradas, entonces tienen la misma, o común, tendencia estocástica.

Stock et al. (2012) argumentan como definición de cointegración cuando dos o más series de tiempo con tendencias estocásticas pueden evolucionar juntas de forma tan estrecha a largo plazo que puede parecer que tienen el mismo componente tendencial; es decir, que parece que tengan una tendencia común.

Córdova (2014) expresa que la cointegración de Johansen (1988) es un método de aplicación a series tiempo que presentan presunciones de cointegración. De aplicación a sistemas de ecuaciones y basado en el modelo VAR.

Considere un VAR de orden  $p$ :

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Donde  $Y_t$  es un vector de  $k$  variables integradas de orden 1, y  $\varepsilon_t$  es un vector de innovación. Se puede reescribir el VAR como:

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

Donde,

$$\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I_k$$

$$\Gamma_i = -\sum_{j=i+1}^p A_j$$

Bajo el criterio de que la matriz de coeficiente  $\Pi$  tiene rango reducido  $r < k$ , genera la presencia de matrices  $\alpha$  y  $\beta$  de dimensión  $k \times r$ , cada una de rango  $r$ , tal es que  $\Pi = \alpha\beta'$  y  $\beta'Y_t$  es estacionario. Siendo  $\beta$  el vector de cointegración y  $r$  el rango de cointegración, el test de Johansen (1988) estima la matriz  $\Pi$  a partir de un VAR para posteriormente probar las hipótesis nulas correspondientes al rango reducido de dicha matriz. El test de Johansen (1988) determina cual es el rango de cointegración de un vector de variables  $I(1)$ . De encontrar mencionado orden de integración, existiendo una ecuación de cointegración entre ellas permite establecer una relación a largo plazo entre las variables, dejando la posibilidad de estimar un modelo de corrección de error.

El ejercicio econométrico propuesto busca establecer una relación de necesidad o dependencia de co-ocurrencia de las variables CyT y PIB. El test de Granger permite determinar si el valor de una de nuestras variables es útil para predecir a la otra, siempre que su carácter sea unidireccional o bidireccional.

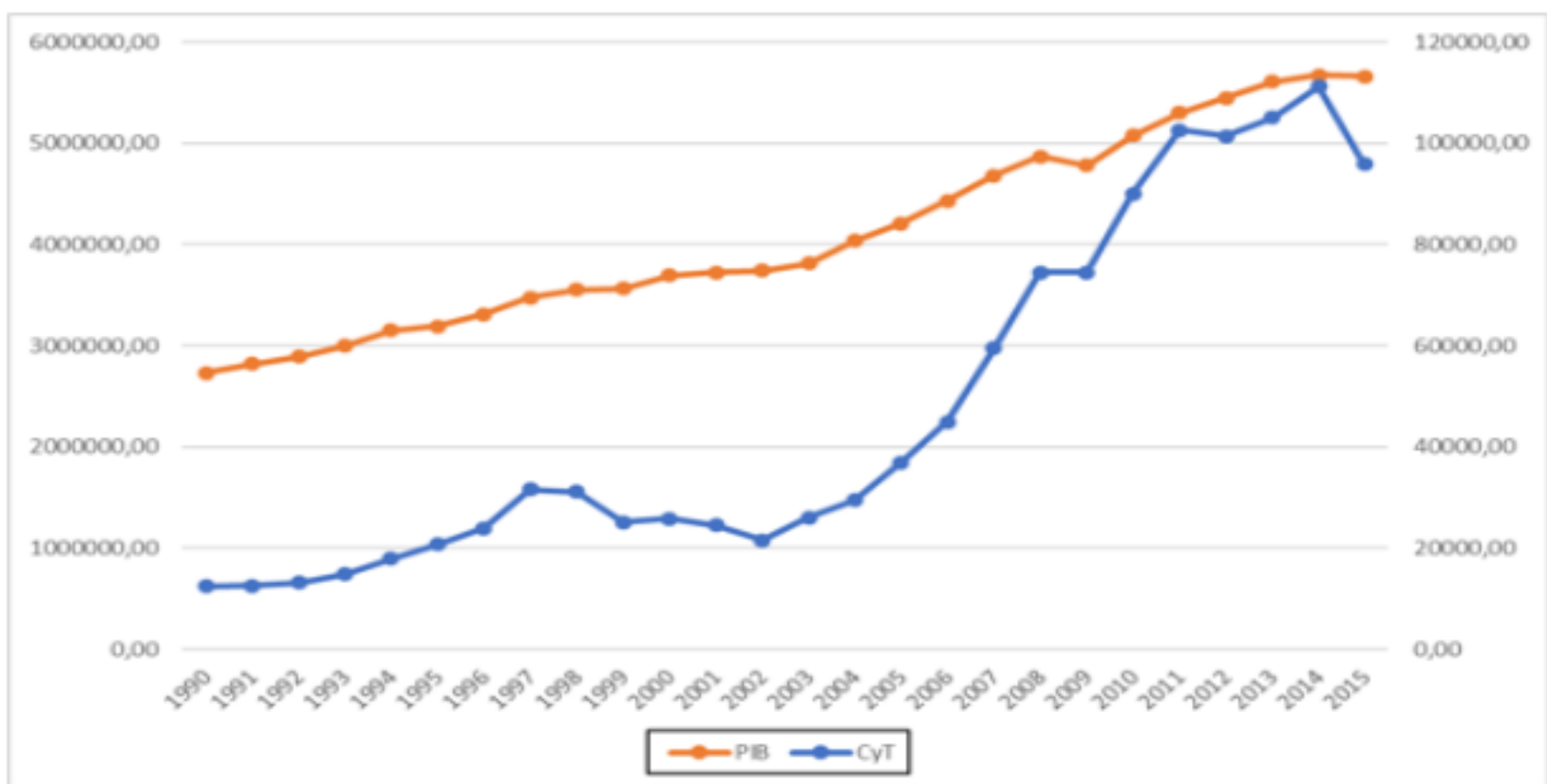
Al determinar la relación de causa – efecto entre las variables estudiadas podremos establecer si la inversión generada por parte del estado en el desarrollo de la ciencia y tecnología genera un incremento en el PIB, o a su vez existe un proceso de reinversión promovido por el incremento del PIB.

### 3. Resultados

El gasto en Ciencia y Tecnología (CyT) y el Producto Interno Bruto (PIB) de los países en estudio presentan una tendencia positiva durante el periodo de estudio de 1990 a 2015. Aunque de comportamiento similar, la tendencia de América Latina y el Caribe (Figura 1A) presenta mayor irregularidad que la presentada por el Ecuador (Figura 1B).

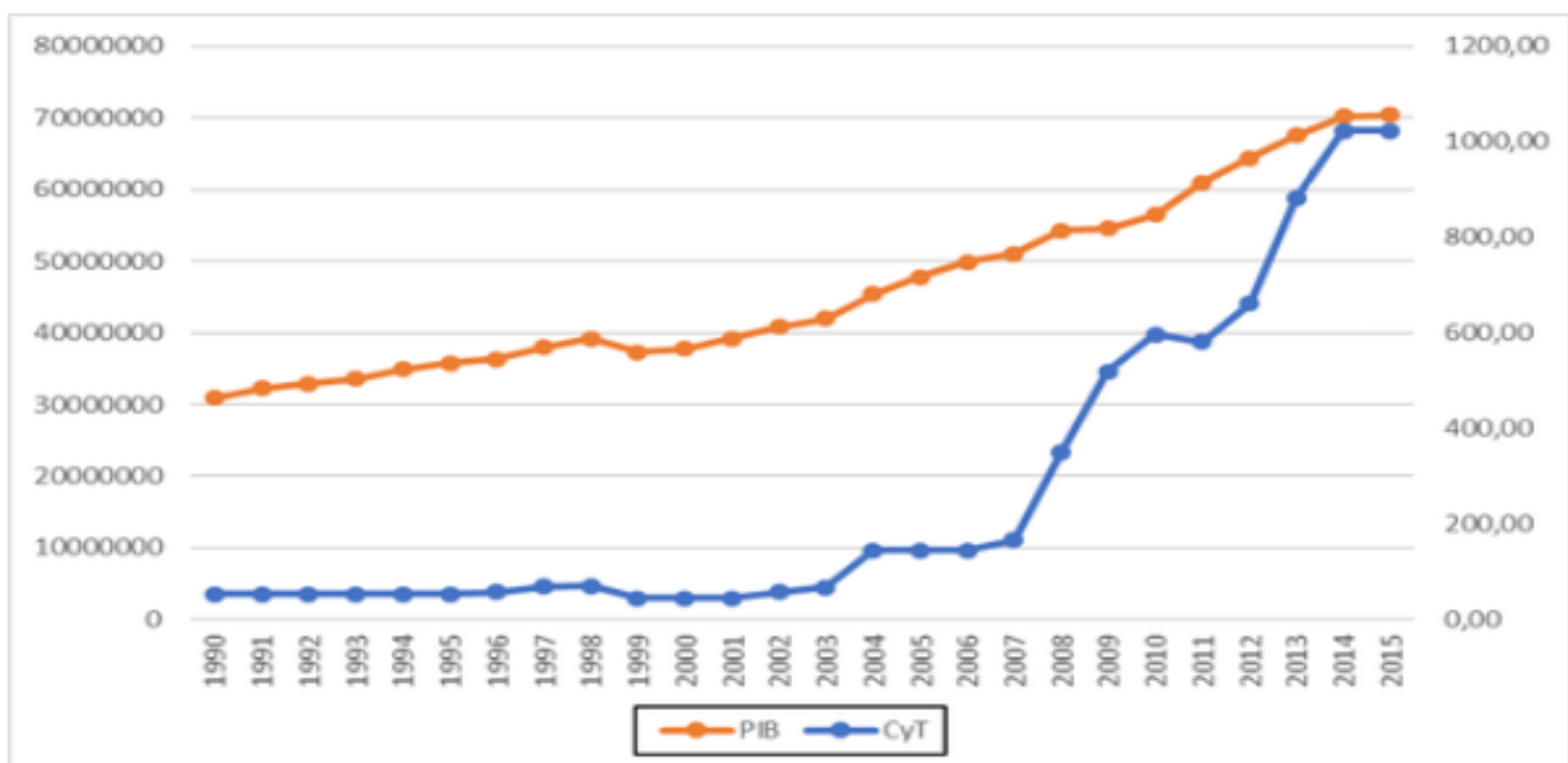
**Fig. 1A**

Gasto en Ciencia y Tecnología y Producto Interno Bruto. América Latina y el Caribe



-----

**Fig. 1B**  
Gasto en Ciencia y Tecnología y Producto Interno Bruto. Ecuador



Para determinar el criterio de tendencia determinística o estocástica se realizó la prueba de Dickey-Fuller Aumentada (DFA). Los resultados de esta prueba muestran que en ambos indicadores se aprueba la hipótesis nula, indicando que tanto el CyT como el PIB son series que tienen raíz unitaria siendo estas no estacionarias con un 5% de nivel de significancia (Tabla 2).

**Tabla 2**  
Prueba de Raíz Unitaria CyT y PIB

Grupo	Variable	Prueba DFA		Prob*
		Test critical values: 5% level	t-Statistic	
Ecuador	CyT	-3.012363	-0.939901	0.7545
	PIB	-2.919952	0.455331	0.9834
América Latina y el Caribe	CyT	-3.004861	-2.885096	0.0633
	PIB	-2.986225	2.153291	0.9998

Para el proceso de estimación del vector autorregresivo (VAR) es necesario establecer la longitud máxima de rezago sobre el cual se determine la relación de las variables CyT y PIB entendiendo este criterio como el rezago óptimo. Para ello utilizaremos la prueba de razón de verosimilitud, los criterios de Error de Predicción Final y los estadísticos de Akaike, Schwarz y Hannan-Quinn. Estos criterios presentan en su mayoría una similitud al momento de establecer en 4 rezago para el caso de Ecuador y en el 5 rezago para América Latina y el Caribe (Tabla 3).

**Tabla 3A**  
Criterios de Selección del Orden de Retrasos – VAR PIB CyT. América Latina y el Caribe

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-535.1494	NA	5.65e+19	51.15709	51.25657	51.17868
1	-476.6682	100.2535	3.17e+17	45.96840	<b>46.26684*</b>	46.03317
2	-475.1960	2.243328	4.09e+17	46.20915	46.70654	46.31709
3	-472.7636	3.243212	4.91e+17	46.35844	47.05479	46.50957
4	-461.7381	<b>12.60058*</b>	<b>2.69e+17*</b>	<b>45.68934*</b>	46.58465	<b>45.88365*</b>
5	-458.6162	2.973291	3.27e+17	45.77297	46.86723	46.01045

\* indicates lag order selected by the criterion  
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)  
 FPE: Final prediction error  
 AIC: Akaike information criterion  
 SC: Schwarz information criterion  
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

-----

**Tabla 3B**  
Criterios de Selección del Orden de Retrasos – VAR PIB CyT. Ecuador

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-338.8430	NA	2.18e+12	34.08430	34.18388	34.10374
1	-283.6611	93.80935	1.31e+10	28.96611	29.26483	29.02442
2	-281.1596	3.752164	1.55e+10	29.11596	29.61383	29.21315
3	-271.6932	<b>12.30629*</b>	9.32e+09	28.56932	29.26634	28.70539
4	-267.5401	4.568478	9.91e+09	28.55401	29.45017	28.72895
5	-257.2127	9.294639	<b>6.02e+09*</b>	<b>27.92127*</b>	<b>29.01658*</b>	<b>28.13509*</b>

\* indicates lag order selected by the criterion  
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)  
 FPE: Final prediction error  
 AIC: Akaike information criterion  
 SC: Schwarz information criterion  
 HQ: Hannan-Quinn information criterion



Para el desarrollo del presente documento destacamos como modelo adecuado el rezago establecido por la mayor parte de los criterios de información que se presenta en el quinto rezago para el caso de Ecuador, y en el cuarto rezago para América Latina y el Caribe. Entendiendo que el rezago óptimo del VAR entre el PIB y el CyT es de cinco rezagos – VAR2(5) para Ecuador y cuatro rezagos – VAR2(4), se determina que los indicadores presentan respuesta a los shocks entre variables y entre sí mismas propagándose en el largo plazo.

Para establecer la causalidad se realizó una prueba de Granger cuyos resultados muestran en el caso de América Latina y el Caribe la no existencia de causalidad aprobando las hipótesis nulas que el PIB no causa en el sentido de Granger a CyT y que CyT no causa en el sentido de Granger al PIB. Para el caso de Ecuador este muestra una unidireccionalidad aprobando la hipótesis nula que el PIB no causa en el sentido de Granger a CyT y rechazando la hipótesis nula que CyT no causa en el sentido de Granger al PIB (Tabla 4). Esto se evidencia al observar los valores de los p values en la tabla.

**Tabla 4**  
Prueba de Causalidad de Granger – VAR PIB y CyT

Grupo	Hipótesis nula	Test de Granger		
		Chi-sq	Df	Prob.
Ecuador	PIB no causa a CyT	8.692349	5	0.1220
	CyT no causa a PIB	12.79203	5	0.0254
América Latina y el Caribe	PIB no causa a CyT	6.539242	4	0.1623
	CyT no causa a PIB	7.138358	4	0.1288

La tabla de dialogo resumen indica tres especificaciones de Cointegración tanto en la prueba de la Traza como en la del Maximun Eigenvalue, encontrándose estas dentro de la no tendencia determinística en los datos, la de tendencia determinística lineal en los datos y la tendencia determinística cuadrática en los datos, para el caso de Ecuador que es el único que presenta causalidad se seleccionará sólo intercepto y tendencia en la ecuación de cointegración (CE) y no tendencia en el VAR para la de tendencia determinística lineal en los datos (Tabla 5).

**Tabla 5**  
Test de Cointegración de Johansen – Resumen de Supuestos

Grupo	Data Trend:	None	None	Linear	Linear	Quadratic
	Test Type	No Intercept No Trend	Intercept No Trend	Intercept No Trend	Intercept Trend	Intercept Trend
Ecuador	Trace	1	1	0	1	1
	Max-Eig	1	0	0	1	1

Selected (0.05 level\*) Number of Cointegrating Relations by Model  
\*Critical values based on MacKinnon-Haug-Michelis (1999)

El test de Johansen presenta dos criterios, el primero de acuerdo con la prueba de la traza se rechaza la hipótesis nula de no cointegración en favor de una relación de cointegración al nivel del 5%, comportamiento similar en el caso de la prueba de Máximun EigenValue, concluyendo que existe un solo vector o relación de cointegración para el caso de Ecuador (Tabla 6).

**Tabla 6**  
Test de Cointegración de Johansen – CyT y PIB de 5 Rezagos. Ecuador

Número de ecuaciones de	Prueba de Rango de Cointegración Sin Restricciones de Traza		

<b>cointegración bajo Ho</b>	<b>Valor Propio</b>	<b>Estadístico de la Traza</b>	<b>Valor critico 0,05</b>	<b>P-valor*</b>
Ninguna	0.669033	29.78784	25.87211	0.0154
Cuando más 1	0.318634	7.673113	12.51798	0.2795
<b>Número de ecuaciones de cointegración bajo Ho</b>	<b>Prueba de Rango de Cointegración Sin Restricciones del Máximo de Valor Propio</b>			
	<b>Valor Propio</b>	<b>Estadístico del Máximo de Valor Propio</b>	<b>Valor critico 0,05</b>	<b>P-valor*</b>
Ninguna	0.669033	22.11473	19.38704	0.0196
Cuando más 1	0.318634	7.673113	12.51798	0.2795

\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Se una disparidad de los resultados en cada uno de los casos evaluados. En el caso de América Latina y el Caribe se muestra que como conjunto de países no existe una relación o causa – efecto que relacione al CyT y el PIB, entendiendo esto como que la inversión estatal en ciencia y tecnología no incide en el desarrollo productivo de la zona económica evaluada y al mismo tiempo carece de importancia la aplicación del sistema denominado sociedad del conocimiento y su respectiva inversión pública para la aplicación de mencionada teoría de desarrollo económico.

Para el caso de Ecuador como unidad o país este muestra una relación en términos de Granger de índole unidireccional del CyT al PIB por lo que se puede indicar que existe una relación causa – efecto de la variable gasto público en ciencia y tecnología hacia el PIB, entendiendo que en el Ecuador la inversión en CyT genera una variación o incremento en el PIB nacional, el rezago óptimo donde se genera esta relación es al quinto año por lo que se permite deducir que la temporalidad de la causa – efecto radica en que su proceso de inversión es principalmente sobre el stock de conocimiento (población con mayor grado educativo), generando esta temporalidad que no es a corto plazo (propia de la adopción de tecnología) o de largo plazo (generada por la creación de tecnología).

## 4. Conclusiones

Establecer la relación entre el gasto en ciencia y tecnología (CyT) y el Producto Interno Bruto (PIB) representa un interés para el desarrollo de la política pública en el Ecuador y en los países considerados en vías de desarrollo al momento de establecer si la inversión en Actividades Científicas y Tecnológicas; e Investigación y Desarrollo Experimental son útiles para el crecimiento endógeno del país.

Al estudiar la relación entre el CyT y el PIB para el caso de Ecuador se determinó que ambos indicadores son de tendencia positiva, no estacionarios. Por lo que fue necesario evaluar su relación bajo la prueba de Johansen, de acuerdo con el test de cointegración, el rango de cointegración de las variables analizadas es  $r = 1$  bajo la especificación de intercepto en la ecuación de cointegración, y no tendencia determinística lineal en los datos con 5 rezagos en los términos VAR en diferencias. Bajo el criterio de causalidad se determinó que según la prueba de Granger el modelo presenta unidireccionalidad en términos de causalidad de Granger del CyT al PIB.

Los resultados muestran que en el Ecuador la inversión en CyT genera una variación o incremento en el PIB nacional, dentro de un periodo de causa – efecto de cinco años, periodo que se relaciona con la inversión pública en formación educativa de la población, entendiendo que este factor es de influencia para determinar la relación anteriormente descrita.

El análisis muestra que los datos obtenidos por América Latina y el Caribe de CyT y el PIB presentan una tendencia positiva no estacionaria, se estableció un VAR de 4 rezagos y al determinar la causalidad, la prueba de Granger muestra que no existe una relación causal.

Para argumentar los resultados obtenidos es necesario establecer que la evaluación econométrica es con una base de series de tiempo la cual agrupa en carácter de conjunto a todos los países que

conforman América Latina y el Caribe, en su conjunto este demuestra que la inversión estatal en ciencia y tecnología no incide en el desarrollo productivo, ni existe un interés por adoptar el pensamiento de desarrollo económico conocido como sociedad del conocimiento, este resultado puede indicar que la mayoría de los países que conforman este bloque o que los más representativos en términos económicos presentan la premisa anteriormente descrita sesgando el resultado, ya que países como México, Uruguay, Venezuela o Argentina presentan un interés histórico por la inversión pública en CyT, el cual debería de arrojar alguna relación de índole causal. A pesar del resultado obtenido, podemos argumentar como factor decisivo en el caso ecuatoriano la escasa cooperación entre competidores, clientes y proveedores, gobiernos y universidades en la búsqueda de una competitividad a través de la innovación.

Los resultados siguen contribuyendo al desarrollo empírico del tema. Es necesario generar otros estudios del tema con diversas metodologías que fortalezcan el desarrollo empírico en favor del mismo.

---

## Referencias bibliográficas

- Alvarado-Anastacio, M., Quinde-Rosales, V. y Bucaram-Leverone, R. (2017). El sector agrícola no tradicional y su relación con el producto interno bruto del Ecuador. *El Misionero del Agro*.
- Arredondo, F., de la Garza, J. y Villa, L. (2015). Colaboración organizacional desde la perspectiva del empleado: caso de las maquiladoras del noreste de México. *Revista Venezolana de Gerencia*, 20(72), 698–716.
- Arredondo, F., Vázquez, J. y de la Garza, J. (2016). Factores de innovación para la competitividad en la Alianza del Pacífico. Una aproximación desde el Foro Económico Mundial. *Estudios Gerenciales*, pp. 299 – 308
- Bacon, F. (1949). *Novum Organum*. Buenos Aires: Losada. (Versión Original 1620)
- Borondo, C. (2008) Una estimación de la 'función de producción de ideas' en España. *Principios. Estudios de Economía Política* 10: 43-63.
- Buendía, R., Rivas, J. y Alonso, I. (2017). Evaluación del potencial del desarrollo en ciencia y tecnología en México 2000-2015. *Economía Informa*, No. 402.
- Castaños, H. (1994). Universidad e innovación tecnológica. *Perfiles Educativos*, (65.).
- Castro-González, S., Peña-Vinces, J. y Guillen, J. (2016). The competitiveness of LatinAmerican economies: Consolidation of the Double-Diamond theory. *Economic System*, 40 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecosys.2015.10.003>.
- Charreau, E. (2001). Ciencia e innovación. *Interciencia*, 26(7), 269.
- CIRIEC. (2008). Innovación y economía social. *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 60, 5.
- Coe, D., E. Helpman y A. Hoffmaister (1995). North-south R&D spillovers. NBER Working Paper No. 5048 (march), CEPR Working Paper No. I 133 (february) and IMF Working Paper No. 941144 (december).
- Conceição, P., Gibson, D. V., Heitor, M. V. y Sirilli, G. (2001). "Knowledge for Inclusive Development: The Challenge of Globally Integrated Learning and Implications for Science and Technology Policy", en *Technological Forecasting and Social Change*, No. 66.
- Córdova, P (2014). Sistema de Pensiones y Profundidad Financiera: Evidencia Empírica de Cointegración para el caso boliviano, *Investigación y Desarrollo* Vol. 1, No. 14, pp. 22 – 43, ISSN: 1814-6333
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, septiembre.
- Duque, E. (2015). Seminario Metodología de la Investigación, Universidad Nacional de Colombia
- Fagerberg, J. (1988). Why growth rates differ. En G. Dosi et al. (eds.). *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter: 432-457
- Fagerberg, J., Martin, B. R., y Andersen, E. S. (2013). "Innovation Studies: Towards a New Agenda", en J. Fagerberg, M. Ven. E. S. Andersen (eds.), *Innovation Studies: Evolution and Future Challenges*, Oxford: Oxford Scholarship Online.
- Fernández, J. (2015). Economía neo-schumpeteriana, innovación y política tecnológica. *Cuadernos de economía*, 38. pp. 79–89, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cesjef.2015.03.001>.

- Ferrari, B. (2012). Innovación Tecnológica: Pilar para el desarrollo. Disponible en: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/notas-relevantes/7131-innovacion-tecnologica-pilardesarrollo>
- Frantzen, D. (2000). Innovation, international technological diffusion and changing influence of R&D on productivity. *Cambridge Journal of Economics* 24: 193-210.
- García-Pérez, D., Gálvez-Albarracín, E. y Maldonado-Guzmán, G. (2016). Efecto de la innovación en el crecimiento y el desempeño de las Mipymes de la Alianza del Pacífico. *Un estudio empírico*, pp. 326 – 335
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometrics models and cross spectral methods, *Econometría* 37, pp. 424-438.
- Griffith, R., S. Redding y J. van Reenen (2001). Mapping the two faces of R&D: productivity growth in a panel of OECD industries. CEPR Discussion Paper 2457.
- Gujarati, D. y Porter D. (2010). *Econometría*, México D.F. México, The McGraw-Hill.
- Hatch, N. W. y Mowery, D. C. (1998). Process innovation and learning by doing in semiconductor manufacturing. *Management Science*, 44(11), 1461–1477.
- Ibujés, J., Benavides, M. (2017). Contribución de la tecnología a la productividad de las pymes de la industria textil en Ecuador. *Cuadernos de economía*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cesjef.2017.05.002>
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control* Vol. 12. No. 2–3, pp. 231–254.
- Keupp, M. M., Palmié, M. y Gassmann, O. (2012). The strategic management of innovation: A systematic review and paths for future research. *International Journal of Management Reviews*, 14(4), 367–390.
- Kim, Y., Loayza, N., & Meza-Cuadra, C. M. (2016). Productivity as the key to economic growth and development. World Bank
- Louçã, F. (2014). The elusive concept of innovation for Schumpeter, Marschak and the early econometricians. *Research Policy*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2014.02.002>
- MacKinnon, J. G. (1996). Numerical distribution functions for unit root and cointegration
- Malerba, F. (2005). Sectoral systems of innovation: A framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors. *Economics of Innovation and New Technology*, Taylor & Francis Journals. XIV (1-2), pp. 63-82
- Marx, K. (1999). *El capital* (3ª ed., Vol. 1). México: Fondo de Cultura Económica.
- Montoya, O. (2004). Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. *Scientia et Technica*, 2(25), pp. 209–213.
- Monzón, J. (2010). *Entorno para la Innovación*. Almeria: Fundación Cajamar.
- Moon, H., Rugman, A. y Verbeke, A. (1995). The generalized double diamond approach to international competitiveness. En A. Rugman (Ed.), *Research in Global Strategic Management: A Research Annual* (pp. 97–114). Bradford: Emerald Group Published Limited.
- Novalés, A. (1998) *Econometría*. 2ª ed. Madrid, España. The McGraw-Hill
- Novalés, A. (2011). *Modelos vectoriales autoregresivos (VAR)*, Madrid - España, Universidad Complutense.
- OECD (1991). Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. *Technology and productivity. The challenge for economic policy*. París: OECD.
- Pavitt, K. y L. Soete (1981). International differences in economic growth and the international location of innovation. En H. Giersch (ed.) (1982). *Emerging technologies: consequences for economic growth, structural change and employment*. Tübingen: J.C.B. Mohr.
- Peña-Vinces, J. y Urbano, D. (2014). The influence of domestic Economic Agents on the International Competitiveness of Latin American Firms: Evidence from Peruvian Small and Medium Multinational Enterprises. *Emerging Markets Finance and Trade*, 50(6), 43–63.
- Pérez, J. y Trespalacios A. (2014). Simulación Modelo VAR IPP-IPC, *Cuadernos de Administración*, Universidad del Valle, Vol. 30 N° 52
- PricewaterhouseCoopers. (2014). *La Alianza del Pacífico. Una nueva era para América Latina*. México: Edita PwC.
- Reamer, A., *The Impacts of Technological Invention on Economic Growth – A Review of the*

Literature. The George Washington Institute of Public Policy:  
[https://gwipp.gwu.edu/files/downloads/Reamer\\_The\\_Impacts\\_of\\_Invention\\_on\\_Economic\\_Growth\\_02-28-14.pdf](https://gwipp.gwu.edu/files/downloads/Reamer_The_Impacts_of_Invention_on_Economic_Growth_02-28-14.pdf)

Reichstein, T. y Salter, A. (2006). Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms. *Industrial and Corporate Change*, 15(4), 653–682.

Ríos, H. y J. Marroquín (2013) Innovación tecnológica como mecanismo para impulsar el crecimiento económico Evidencia regional para México. *Contaduría y Administración* 58 (3)

Sampedro, J. y Díaz, C. (2016). Innovación para el desarrollo inclusivo: Una propuesta para su análisis. *Economía Informa*, No. 396

Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Schumpeter, J., 1908. *Das Wesen und der Hauptinhalt der Theoretischen Nationalökonomie.*: Duncker und Humbolt. Munich and Leipzig.

SENPLADES (2012). Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador. Transformación de la matriz productiva. [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz\\_productiva\\_WEBtodo.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf)

Sims, C.A. (1980). *Macroeconomics and Reality*, *Econometrica* Vol. 48, 1980, pp. 1-48.

Stock, J. y Watson M. (2012) *Introducción a la Econometría*. 3ª ed. Madrid, España. Pearson.

Velho, L. (2011). La ciencia y los paradigmas de la política científica, tecnológica y de innovación, en *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*, México, Siglo del Hombre Editores.

Villarreal, R. y Villarreal, R. (2002). *México competitivo al 2020*. México: Plaza y Valdés.

Wooldridge, J. (2010) *Introducción a la Econometría Un Enfoque Moderno*. 4ª ed. México DF, México. Cengage Learning.

Zachariadis, M. (2003). R&D, Innovation and technological progress: a test of the schumpeterian framework without scale effects. *Canadian Journal of Economics* 36 (3): 566-686

---

1. Economista Agrícola con Maestría en Economía Agraria, Director del Instituto de Investigación de Economía Agrícola y Desarrollo Rural, docente de la Facultad de Economía Agrícola de la Universidad Agraria del Ecuador. E-mails: [vquinde@uagraria.edu.ec](mailto:vquinde@uagraria.edu.ec)

2. Economista Agrícola con Maestría en Economía Agraria y un Doctorado en Ciencias Ambientales, Decana y docente de la Facultad de Economía Agrícola de la Universidad Agraria del Ecuador. E-mails: [rbucaram@uagraria.edu.ec](mailto:rbucaram@uagraria.edu.ec)

3. Economista Agrícola con Maestría en Docencia Superior y un Doctorado en Ciencias Ambientales, docente de la Facultad de Economía Agrícola de la Universidad Agraria del Ecuador. E-mails: [mbucaram@uagraria.edu.ec](mailto:mbucaram@uagraria.edu.ec)

4. Ingeniera en Sistemas Computacionales con Maestría en Currículo e Instrucción, docente de la Facultad de Economía Agrícola de la Universidad Agraria del Ecuador. Email: [csilvera@uagraria.edu.ec](mailto:csilvera@uagraria.edu.ec)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 40 (Nº 04) Año 2019

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2019. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados