

Impacto del gasto en educación y en I+D sobre el crecimiento económico en América Latina (2006–2019)

Impact of Education and I + D Expenditure on Economic Growth in Latin America (2006–2019)

<https://doi.org/10.47606/ACVEN/PH0405>

José Antonio Arévalo-Tuesta^{1*}

<https://orcid.org/0000-0003-0341-7234>

jarevalotu@unfv.edu.pe

Irvin Stid Delgado-Farfán¹

<https://orcid.org/0000-0002-5849-9137>

idelgadof@unfv.edu.pe

Lilia Rodas-Camacho¹

<https://orcid.org/0000-0002-6070-4152>

lrodas@unfv.edu.pe

Alberto Arévalo-Tuesta¹

<https://orcid.org/0000-0002-7978-0753>

aarevalo@unfv.edu.pe

Víctor Raúl Arévalo-Barriga¹

<https://orcid.org/0000-0002-7950-4070>

varevalo@unfv.edu.pe

Christian Gutiérrez-Romero¹

<https://orcid.org/0009-0007-9116-1959>

2018008894@unfv.edu.pe

Recibido: 14/10/2025

Aceptado: 06/11/2025

RESUMEN

El estudio analiza la relación entre el gasto público en educación, la inversión en investigación y desarrollo (I+D) y el crecimiento económico en doce países de América Latina durante el periodo 2006–2019. Se aplicaron modelos de datos de panel estático (efectos fijos y aleatorios) y dinámico mediante el Método Generalizado de Momentos (GMM) de Arellano-Bond y Arellano-Bover, utilizando información del Banco Mundial, la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y Datosmacro. Los resultados muestran que la formación bruta de capital, el gasto en educación y la recaudación fiscal inciden de manera positiva y significativa sobre el producto interno bruto (PIB), mientras que el gasto en I+D y el número de empresas presentan efectos negativos. La validez del modelo fue comprobada mediante las pruebas de Hansen, Sargan y AR(1)/AR(2), confirmando su consistencia. Se concluye que la inversión en educación contribuye al crecimiento económico regional, aunque se requieren políticas que optimicen el gasto en investigación y desarrollo para potenciar su impacto en la productividad y la innovación.

Palabras Clave: Educación, I+D, crecimiento económico, América Latina, datos de panel

1. Universidad Nacional Federico Villareal – Perú

* Autor de correspondencia: jarevalotu@unfv.edu.pe

ABSTRACT

This study examines the relationship between public expenditure on education, research and development (I &D) investment, and economic growth in twelve Latin American countries from 2006 to 2019. Static (fixed and random effects) and dynamic panel data models were applied using the Generalized Method of Moments (GMM) approach developed by Arellano-Bond and Arellano-Bover, with data obtained from the World Bank, RICYT, and Datosmacro. Results indicate that gross capital formation, education spending, and tax revenue exert a positive and significant effect on GDP growth, while R&D expenditure and the number of firms have a negative impact. The robustness of the model was verified through Hansen, Sargan, and AR(1)/AR(2) tests, confirming its validity. Findings suggest that education investment fosters economic growth in the region, but targeted policies are needed to enhance the efficiency and returns of R&D spending.

Keywords: education, I+D, economic growth, Latin America, panel data.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico constituye un indicador central del progreso de las naciones, al reflejar su capacidad para generar empleo, mejorar los ingresos y elevar la calidad de vida de la población. Sin embargo, en América Latina este proceso enfrenta limitaciones estructurales derivadas de la inestabilidad política, la desigualdad social y la insuficiente inversión en sectores estratégicos. A diferencia de las economías desarrolladas, donde el gasto público en educación y en investigación y desarrollo (I+D) ha impulsado la productividad y la innovación, los países latinoamericanos aún exhiben brechas significativas en capital humano, infraestructura científica y eficiencia del gasto público.

La literatura sobre crecimiento endógeno (Romer, 1990; Lucas, 1988; Barro, 1990) destaca la función del capital humano y del conocimiento como motores de la expansión sostenida. Diversos estudios sostienen que la educación y la inversión en I+D generan externalidades positivas al incrementar la productividad, fomentar la innovación y ampliar las oportunidades laborales. No obstante, en el contexto latinoamericano, las evidencias empíricas sobre la magnitud y dirección de estos efectos son dispares, especialmente debido a la heterogeneidad institucional, las diferencias en políticas fiscales y la limitada continuidad de los programas de inversión pública.

Pese al reconocimiento del papel de la educación y la I+D en el desarrollo, persiste una brecha de conocimiento respecto al impacto conjunto de ambas variables en el crecimiento económico regional. La mayoría de las investigaciones se han concentrado en casos nacionales o en comparaciones parciales, sin considerar simultáneamente la interacción entre capital humano, innovación y políticas fiscales. Este vacío impide comprender con claridad qué tipo de inversión pública produce mayores retornos sobre el producto interno bruto (PIB) y qué factores limitan la efectividad del gasto público en innovación.

En este contexto, el presente estudio tiene como propósito analizar el

efecto del gasto en educación y en I+D sobre el crecimiento económico en doce países de América Latina durante el periodo 2006–2019. Para ello, se aplican modelos de datos de panel estático y dinámico, con estimación GMM de Arellano-Bond y Arellano-Bover, a partir de información del Banco Mundial, la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y Datosmacro. Los resultados permitirán aportar evidencia empírica actualizada al debate sobre la eficiencia del gasto público y orientar políticas que fortalezcan la productividad, la innovación y el desarrollo sostenible en la región.

MARCO TEORICO

El crecimiento económico ha sido ampliamente explicado por teorías que incorporan la acumulación de capital, la productividad y el progreso tecnológico como determinantes fundamentales. Dentro de este marco, los modelos de crecimiento endógeno (Lucas, 1988; Romer, 1990; Barro, 1990; Rebelo, 1991) subrayan el papel de la educación y la inversión en investigación y desarrollo (I+D) como fuentes internas del crecimiento sostenido. A diferencia de los modelos neoclásicos, que consideran el cambio tecnológico como un factor exógeno, la teoría endógena sostiene que el conocimiento y la innovación son productos del esfuerzo deliberado de las economías para incrementar su capacidad productiva.

Barro (1990) propuso un modelo en el que el gasto público, cuando se destina a sectores como educación, infraestructura o tecnología, puede generar externalidades positivas sobre el sector privado, siempre que se mantenga una política fiscal eficiente. Este modelo extiende la función de producción de Cobb-Douglas al incluir el gasto del gobierno (G) como variable productiva, de modo que el crecimiento depende de la interacción entre capital privado (K), trabajo (L) y gasto público. De forma complementaria, Lucas (1988) argumentó que la acumulación de capital humano constituye la base para la difusión del conocimiento y el aumento de la productividad. Por su parte, Romer (1990) y Rebelo (1991) plantearon que la inversión en I+D impulsa la creación de nuevas tecnologías y productos, permitiendo rendimientos crecientes a escala.

Estas contribuciones configuran un marco que vincula el gasto público con la eficiencia económica y el bienestar social. En las economías latinoamericanas, donde la infraestructura científica y tecnológica es incipiente, el modelo de crecimiento endógeno ofrece una base analítica idónea para comprender cómo las decisiones fiscales en educación e innovación pueden fortalecer la competitividad y la productividad de largo plazo.

Evidencia empírica: educación, I+D y crecimiento económico

Los estudios empíricos han abordado de manera diversa la relación entre educación, innovación y crecimiento económico. En el ámbito educativo, Maneejuk y Yamaka (2021) analizaron a los países del Sudeste Asiático (2000–2018) y demostraron que el gasto en educación superior genera un mayor impacto sobre el crecimiento que el gasto en educación secundaria. De forma similar, Agasisti y Bertolotti (2020) evidenciaron en 284 regiones europeas (2000–2017) que el aumento del número de universidades y la calidad investigativa de los estudiantes

promueven el crecimiento del PIB per cápita, reforzando el papel del capital humano como motor de desarrollo. En el caso español, Márquez y Mourelle (2019) comprobaron la existencia de una relación no lineal entre educación y crecimiento, donde la formación terciaria tiene efectos más significativos que la secundaria.

En cuanto al gasto en I+D, múltiples investigaciones han analizado su efecto en distintos contextos. Ketabforoush et al. (2019), para quince países de la OCDE (2012–2018), encontraron que la inversión en investigación impulsa el desarrollo tecnológico, reduce costos de producción y aumenta la demanda agregada. Nair et al. (2020) observaron en países de la OCDE (1961–2018) una relación bidireccional entre I+D y crecimiento económico, con fuerte dependencia de las infraestructuras en tecnologías de información y comunicación (TIC). En contraste, Boeing et al. (2022) mostraron que en China el gasto estatal en I+D puede desplazar la inversión privada, aunque genera mejoras en productividad y externalidades tecnológicas positivas. Estos hallazgos revelan que el impacto del gasto en I+D varía según el nivel de desarrollo y la estructura institucional de cada país.

Por su parte, en las economías en desarrollo, Ahuja y Pandit (2020) concluyeron que el gasto público tiene un efecto positivo y significativo sobre el crecimiento, aunque su eficiencia depende de la estabilidad institucional y del control de la corrupción. En el caso chino, Sun et al. (2018) demostraron que la inversión educativa financiada con recursos naturales mejora la productividad laboral y reduce la desigualdad salarial regional. En relación con la creación de empresas, Jian et al. (2020) encontraron que la innovación empresarial tiene un efecto positivo pero rezagado sobre el crecimiento, evidenciando que la acumulación de conocimiento requiere tiempo para traducirse en aumentos de productividad.

En conjunto, la evidencia empírica sugiere que el gasto en educación e I+D constituye un factor determinante del crecimiento económico, aunque sus efectos difieren según las condiciones institucionales, la capacidad de absorción tecnológica y la eficiencia en la gestión del gasto público. En América Latina, donde la inversión en innovación aún representa un bajo porcentaje del PIB, resulta fundamental analizar empíricamente si la asignación presupuestaria en estos sectores genera retornos significativos en el crecimiento regional.

METODOLOGÍA

El presente trabajo adopta un enfoque cuantitativo de tipo explicativo, orientado a determinar el efecto del gasto público en educación y en investigación y desarrollo (I+D) sobre el crecimiento económico de los países latinoamericanos. El diseño es no experimental, longitudinal y comparativo, basado en un panel de datos que combina información temporal (2006–2019) y transversal (12 países). Esta estructura permite capturar la dinámica económica y controlar la heterogeneidad individual de los países, fortaleciendo la validez de las estimaciones.

Los datos se obtuvieron de fuentes oficiales y de libre acceso: Banco Mundial (World Development Indicators), Red de Indicadores de Ciencia y

Tecnología – RICYT y Datosmacro (Expansión). Se consideraron doce economías de América Latina con información completa o parcialmente disponible: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, México, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay. Se aplicó un proceso de depuración y homogeneización estadística:

- Se trabajó con panel desbalanceado, dado que algunos países presentan ausencias puntuales de datos en I+D o en número de empresas.
- Las variables fueron transformadas a logaritmos naturales para reducir la varianza y facilitar la interpretación de los coeficientes.
- Se excluyeron países con más del 30 % de datos faltantes en las series temporales.

Tabla 1.

Las variables empleadas se agrupan de la siguiente forma:

Tipo	Variable	Descripción	Fuente
Dependiente	PIB (log)	Producto Interno Bruto real a precios constantes (2010)	Banco Mundial
Independientes	EDU (log)	Gasto público en educación (% del PIB)	Banco Mundial
	RYD (log)	Gasto público en investigación y desarrollo (% del PIB)	RICYT
	FBK (log)	Formación bruta de capital (% del PIB)	Banco Mundial
	TRIBU (log)	Recaudación fiscal (% del PIB)	Banco Mundial
	N_EMPRESAS (log)	Número de empresas registradas	Banco Mundial

Con base en el modelo de crecimiento endógeno de Barro (1990), se plantea una función de producción extendida que incorpora el gasto público como insumo productivo. De manera empírica, el modelo de datos de panel se expresa como:

Con base en el modelo de crecimiento endógeno de Barro (1990), se plantea la siguiente especificación empírica:

$$y_it = \beta_0 + \beta_1(EDU_it) + \beta_2(RYD_it) + \beta_3(FBK_it) + \beta_4(TRIBU_it) + \beta_5(NEMP_it) + \mu_i + \varepsilon_it$$

Dónde:

- y_it representa el logaritmo del PIB real del país i en el período t .
- μ_i es el efecto específico no observable de cada país.
- ε_it es el término de error idiosincrático.

Inicialmente se estimaron modelos de panel estático con efectos fijos y aleatorios, seleccionando el más apropiado mediante la prueba de Hausman. Posteriormente, para abordar la posible endogeneidad y la autocorrelación entre

las variables explicativas, se empleó un modelo de panel dinámico bajo el Método Generalizado de Momentos (GMM) de Arellano-Bond (1991) y Arellano-Bover (1995). Esta técnica permite controlar la dependencia temporal del PIB rezagado y utilizar variables instrumentales que garanticen la consistencia de los estimadores.

Las variables instrumentales incluyeron indicadores de desarrollo socioeconómico (PIB per cápita, tasa de alfabetización, inversión extranjera directa, tasa de desempleo, índice de corrupción y gasto en salud). Se incorporaron también dummies temporales para capturar los efectos globales de crisis económicas o choques externos durante el período de estudio.

La validez y robustez de los modelos se verificó mediante:

- **Prueba de Hansen y Sargan**, para contrastar la sobreidentificación de instrumentos.
- **Pruebas AR(1) y AR(2)**, que evalúan la ausencia de autocorrelación serial en los residuos.
- **Pruebas F y Wald**, que confirman la significancia global del modelo.

El análisis econométrico se realizó con el software Stata 17, utilizando el comando xtabond2 (Roodman, 2006), ampliamente validado en estudios de panel dinámico. Los códigos empleados para la estimación están disponibles a solicitud de los revisores, lo que garantiza la transparencia y reproducibilidad de los resultados.

RESULTADOS

Análisis descriptivo

El análisis descriptivo permite caracterizar las variables incluidas en el modelo, identificar su comportamiento general y evaluar la heterogeneidad entre los países latinoamericanos estudiados durante el período 2006–2019.

Estadísticos centrales

En la tabla 2 se observa los principales estadísticos centrales, el cual describe las variables seleccionadas para el modelado. En el valor promedio del PIB en término constante en logaritmos es de \$ 25.639,21, con una desviación estándar de 1.444 lo cual indica una heterogeneidad entre el conjunto de datos; el valor máximo registrado es de \$28.592,74, y el menor valor mínimo registrado es de \$23.320,71. Por otra parte, la formación bruta de capital en logaritmo a precios constantes el valor promedio es de \$24.132,60 con una desviación estándar de 1.428, el cual indica que existe una heterogeneidad entre los datos de la variables; el valor máximo registrado es de \$27.07069 y el valor mínimo es de \$21.629,04. De igual forma, el gasto que asigna el gobierno en educación es de \$22.654,89, teniendo una heterogeneidad de 1.536 entre el conjunto de datos, con un valor máximo de \$25.734,58 y un valor mínimo de \$20.008,24. En la misma línea, el gasto que realiza cada economía

Latinoamericana en I+D tiene una desviación estándar de 2.092, dónde indica una alta variabilidad en el conjunto de datos, teniendo como valor máximo \$ 24.163,17 y un valor mínimo de \$ 15.789,69. En cuanto al número de empresas nuevas creadas por economía, la desviación es de 1.602, con un valor máximo de 12.780,79 empresas creadas y un mínimo de creado de 6.9255,95 empresas creadas por año y por último, la recaudación fiscal, donde el valor promedio percibido por año es de \$23.699,25, y el valor máximo y mínimo percibido en el periodo de análisis es de \$26.68566 y \$20.83787, respectivamente.

La Tabla 3 presenta los principales estadísticos descriptivos. Se observa que el PIB promedio en logaritmos es de 25.639, con una desviación estándar de 1.44, lo que refleja diferencias estructurales entre las economías de la región. La formación bruta de capital (FBK) presenta una media de 24.13, evidenciando su papel relevante en la acumulación productiva. El gasto en educación (EDU) tiene un valor medio de 22.65, mientras que el gasto en investigación y desarrollo (I+D) muestra una alta dispersión (desviación estándar de 2.09), lo cual indica desigualdad en la asignación presupuestaria a la innovación. Finalmente, el número de empresas y la recaudación fiscal (TRIBU) registran diferencias significativas, coherentes con la heterogeneidad económica regional.

Tabla 3.

Estadísticas descriptivas de las variables seleccionadas

Variables	Observaciones	Mean	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Log (PIB)	168	25.63921	1.444968	23.32071	28.59274
Log (FBK)	168	24.1326	1.428338	21.62904	27.07069
Log (Gasto en educación)	168	22.65489	1.536606	20.00824	25.73458
Log (I+D)	168	19.87503	2.092726	15.78969	24.16317
Número de empresas	110	9.924444	1.602049	6.925595	12.78079
Log (Recaudación fiscal)	168	23.69925	1.458338	20.83787	26.68566

Nota: Las variables que se usan en este análisis se recopilaron desde el periodo 2006-2019. Elaboración de los autores usando Stata 17.

La Tabla 4 muestra la matriz de correlaciones entre las variables. Se aprecia que el gasto en educación, el gasto en I+D y el número de empresas se correlacionan de manera positiva y significativa con el PIB, mientras que la formación bruta de capital (FBK) presenta correlación negativa con algunas de estas variables. El gasto en educación mantiene una relación positiva y significativa con el gasto en I+D, lo cual sugiere cierta complementariedad entre inversión en capital humano e innovación.

Tabla 4.

Matriz de correlación entre pares

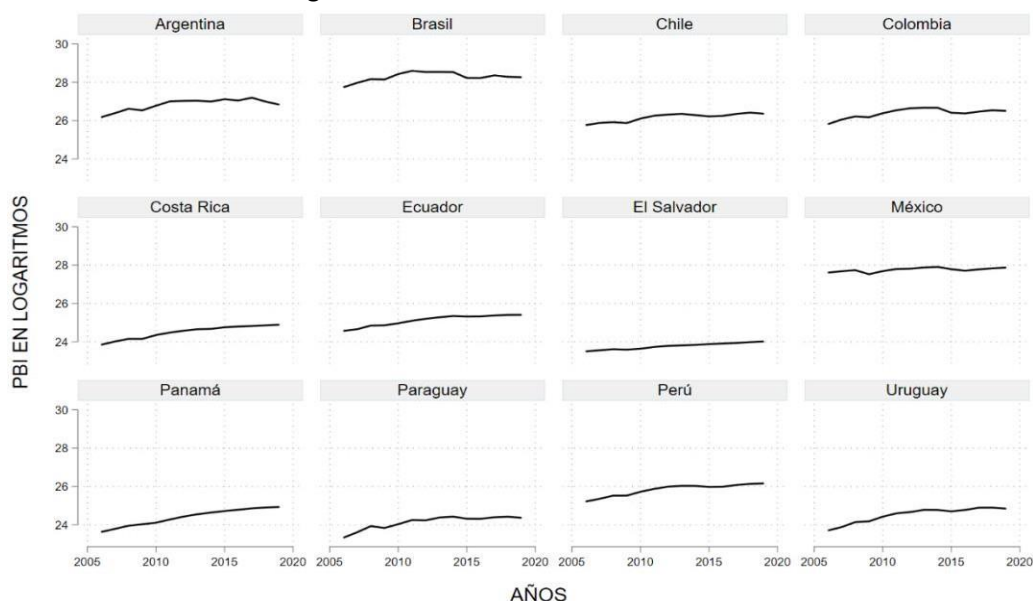
	PIB	FBK	Gasto en educación	Gasto en I+D	Número de empresas	Recaudación fiscal
PIB	1	-	-	-	-	-

FBK	-0.1773*	1	-	-	-	-
Gasto en educación	0.4106*	-0.4269*	1	-	-	-
Gasto en I+D	0.6749*	-0.3366*	0.6688*	1	-	-
Número de empresas	0.6441*	-0.0318	0.3496*	0.7444*	1	-
Recaudación fiscal	-0.1274	-0.1957*	-0.0766	-0.0344	-0.036	1

*Nota: Elaboración propia usando Stata 17. Los valores con ***, *, * indican el nivel de significancia del 0.1%, 1% y 5%, respectivamente."*

Analizando la evolución de las variables de estudio por país, en la Figura 1, se muestra la evolución del PIB de 2006 a 2019, donde En el eje X está representado el periodo de análisis por años, mientras que en el eje Y está representado por el PBI en logaritmos de cada país. Se evidencia que Brasil es la economía más fuerte en Latinoamérica, ya que a lo largo del tiempo ha tenido un PBI por encima de la región, seguido por México, Argentina, Colombia y Chile que bordean un PBI en logaritmos de 28 a 26 millones de dólares, siguiendo con el análisis gráfico las economías como Costa Rica, Ecuador, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay fluctúan a lo largo del periodo de análisis un PBI en logaritmos de 26 a 24 millones de dólares. Por último, la economía de El Salvador tiene un PIB muy por debajo de 24 millones, siendo el país como menor PBI de los 12 países de estudio.

Figura 1.
Evolución del PIB en logaritmos



Gráficos por país

Fuente: Banco Mundial (2023). Elaboración propia

Siguiendo con el análisis gráfico, en la Figura 2, se expone la evolución del gasto que realizan los gobiernos centrales en educación, el cual incluye desde educación primaria hasta educación superior que abarca de 2006 a 2019. En el

eje X los años de estudio y en el eje Y se encuentra el gasto en educación (% del PBI) de cada país. La figura señala que las economías brasileña y mexicana tiene un gasto educativo por encima de la región, mientras que los países como Argentina, Chile, Colombia y Perú tiene un gasto medio alto en los países de Latinoamérica, pero los países como Costa Rica, Ecuador, Panamá, Paraguay, Uruguay tiene un gasto medio y El Salvador tiene un gasto bajo en la región. Esto está fuertemente relacionado al PIB percibido por cada país. Se observa que Brasil mantiene la economía más fuerte de la región, seguido de México, Argentina, Colombia y Chile, mientras que países como El Salvador y Paraguay registran los niveles más bajos.

Figura 2.
Evolución del gasto en educación en logaritmos

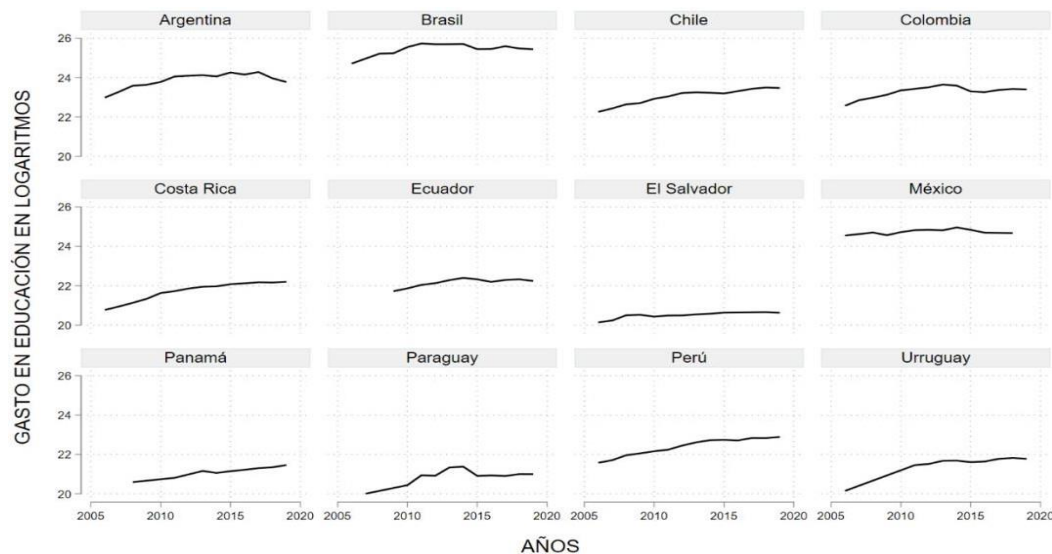


Gráfico por país

Fuente: Banco Mundial (2023). Elaboración propia

Por último, en la Figura 3, se exhibe la evolución del gasto que realizan los gobiernos en investigación y desarrollo (I+D). En el eje X los años de estudio que abarca de 2006 a 2019 y en el eje Y se encuentra en I+D (% del PBI) de cada país. La figura expone que la economía brasileña está muy por encima de los demás países Latinoamericanos, seguido por la economía mexicana y argentina, en cambio las economías de Chile y Colombia, tiene un gasto medio alto en la región, mientras que las economías de Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú y Uruguay tienen un gasto medio bajo y por último El Salvado, Paraguay disponen de un bajo gasto en I+D. Este porcentaje de asignación a la investigación y desarrollo, se debe a cuánto dinero capta en el PBI y esto lo distribuye. Brasil y México presentan los mayores niveles de gasto educativo, en tanto que El Salvador se ubica por debajo del promedio regional.

Figura 3.
Evolución del gasto en I+D en logaritmos

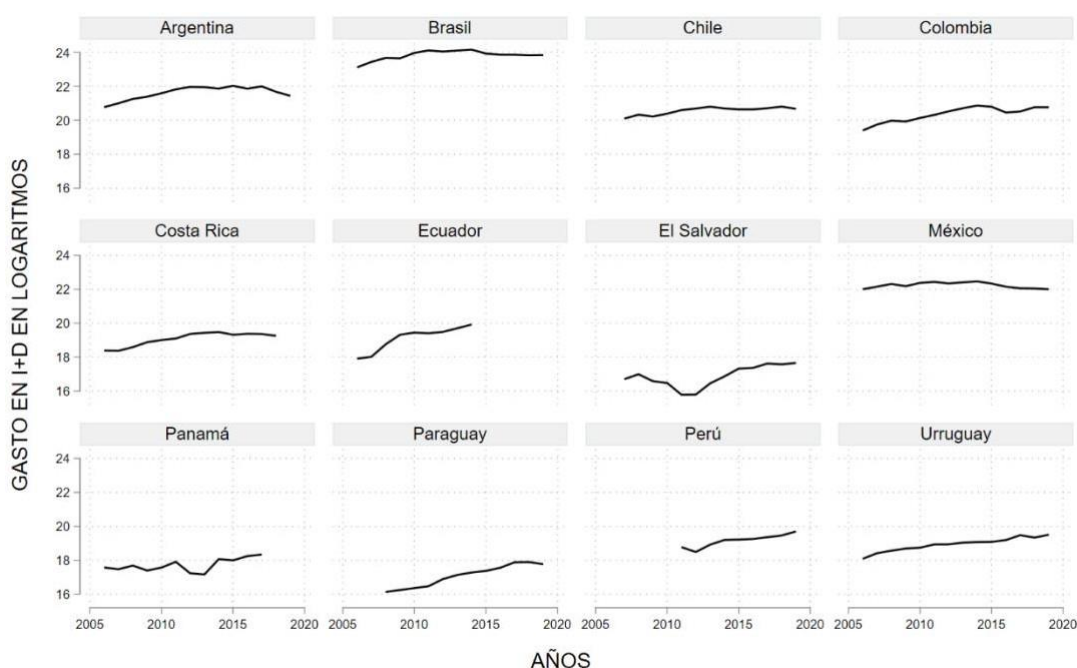


Gráfico por país

Fuente: Banco Mundial (2023). Elaboración propia

Destaca Brasil por su mayor inversión en I+D, seguido de México y Argentina, mientras que el resto de los países presenta asignaciones significativamente menores.

Análisis econométrico

El análisis econométrico se realizó en dos etapas. Primero se estimaron modelos de panel estático (efectos fijos y aleatorios) y posteriormente un modelo dinámico bajo el método GMM, con el fin de corregir problemas de endogeneidad y autocorrelación.

En los modelos estáticos, la prueba de Hausman ($p = 0.0000$) confirmó la pertinencia del modelo de efectos fijos, indicando correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas. En este modelo, el gasto en educación y la recaudación fiscal resultaron estadísticamente significativos y positivos, mientras que el gasto en I+D y el número de empresas no mostraron significancia.

Siguiendo con la interpretación de los resultados en la Tabla 5, aplicando modelos de panel estático, se realizó la estimación por efectos fijos y efectos aleatorios, para escoger el mejor modelo que explique la relación entre las variables de estudio, se procedió a realizar la prueba de Hausman. Como se observa en la Tabla 5, resalta un p -valor = 0.0000, el cual indica el rechazo de la hipótesis nula, según la literatura econométrica existe correlación entre la

variable dependientes y las variables independientes. Por ello el modelo adecuado es el de los efectos fijos. Ahondando más con el modelo de efectos fijos, el gasto que asigna el gobierno a educación y la recaudación fiscal son estadísticamente significativos, mientras que las variables formación bruta de capital, el gasto que realiza los gobiernos en I+D y el número de empresas creadas al año no son estadísticamente significativos. Esto se debe a que como lo explicó Arellano y Bond (1991) son variables endógenas y tienen problemas de autocorrelación, es por ello que se aplicó GMM incluyendo variables instrumentales a la robustez del modelo.

Tabla 5

Estadísticas descriptivas y correlación de las variables seleccionadas

	Variable dependiente: Crecimiento del PBI (y _{it})					Err.Std
	Pooled MCO (1)	Between Groups (2)	Efectos Fijos (3)	Efectos Aleatorios (4)	Diferencia (ef-ea)	
FBK en logaritmos	.3930*** (17.86)	.4220*** (7.01)	0.0551 (1.16)	2010*** (4.85)	-0.1462	0.0227
Gasto en educación en logaritmos	.3470*** (10.43)	.4280** (3.12)	3590*** (7.56)	3810*** (7.11)	-0.0221	0.0000
Gasto en I+D en logaritmos	- 0.0509*** (--3.69)	-0.0908 (--1.48)	0.0100 (0.43)	- 0.0033 (-0.13)	0.0133	0.0000
Número de empresas	- 0.0449*** (-6.42)	0.0644** (-3.21)	-0.0411 (-1.77)	-0.0314 (-1.91)	0.1114	0.0164
Recaudación tributaria	0.3550*** (11.40)	0.3080*** (3.31)	0.5200*** (7.04)	0.4090*** (5.63)	-0.0096	0.0136
Constante	4040*** (6.39)	0.9600 (1.35)	1190*** (7.75)	9100*** (6.48)	-	-

Pruebas específicas

Prueba de Hausman (p-value)			45.15 (0.0000)
Prueba F para todas las u = 0	1050.25 (0.0000)		14.80 (0.0000)
Prueba de Wald (p-value)		5506.18 (0.0000)	4.1907 (0.0000) 5824.01 (0.0000)
R ²	0.9982	0.998	0.9956 0.997
Observaciones/paises	106/12	86/12	86/12 86/12

*Nota: Elaboración de los autores usando Stata 17. Los valores estadísticos entre paréntesis () representan el error estándares robustos, mentiras que el valor p. ***, **, * indican el nivel de significación del 0.1%, 1% y 5%, respectivamente.*

Al aplicar el modelo dinámico GMM de Arellano-Bond y Arellano-Bover, se incluyó el PIB rezagado como variable dependiente y se incorporaron instrumentos válidos para controlar la endogeneidad. Los resultados muestran que la formación bruta de capital, el gasto en educación y la recaudación

tributaria influyen de manera positiva y significativa en el crecimiento económico. En contraste, el gasto en I+D y el número de empresas ejercen un efecto negativo y significativo sobre el PIB.

Las pruebas de Hansen ($p = 0.109$) y Sargan ($p = 0.000$) validan la sobreidentificación de los instrumentos utilizados. Asimismo, las pruebas AR(1) y AR(2) indican ausencia de autocorrelación de primer y segundo orden, garantizando la consistencia del modelo.

Siguiendo con la misma línea del análisis de los resultados, analizando la estimación por GMM, como se observa en la Tabla 6. Las estimaciones expresan que existe una relación positiva entre el crecimiento económico del PBI y su rezago, además la formación bruta de capital, el gasto en educación asignado por el gobierno y la recaudación fiscal tiene un impacto significativo con el crecimiento del PBI. Mientras que el gasto en I+D y el número de empresas tiene un impacto negativo. De acuerdo con los resultados mostrados, el gasto en I+D y el número de empresas no influyen en el crecimiento económico en los países de Latinoamérica. Por otro lado, la formación bruta de capital, el gasto en educación, la recaudación fiscal y el PIB rezagado en un periodo aporta al crecimiento del PBI.

Una vez aplicado el modelo GMM, como se aprecia en la Tabla 6, se realizó pruebas estadísticas para comprobar la confiabilidad de los resultados expuestos, la prueba de Hansen y la prueba de Arellano -Bond. Los resultados muestran que el estadístico J de Hansen tiene un p-valor = 0.1090 mayor al nivel de significancia 5%, lo cual se rechaza la hipótesis, es decir las restricciones de sobreidentificación del modelo son válidas para el modelo. Por otro lado, la prueba de correlación serial de Arellano- Bond nos dice que no hay autocorrelación de primer orden ya que el p-valor es mayor al 5% del nivel de significancia, lo mismo ocurre en el segundo el p-valor es mayor al 5% lo que evidencia que tanto en primer y segundo orden no existe problemas de autocorrelación. En conclusión, las pruebas estadísticas realizadas indican una adecuada estimación del modelo GMM.

Tabla 6:

Método de estimación dinámica de datos de panel con efectos fijos temporales.

Método de estimación: Método Generalizado de Momento (GMM)

Variable dependiente: Crecimiento del PBI (y_{it})

	Coefficiente	Std. Err.	z	P > z
FBK en logaritmos ($\ln_ffk$)	0.2842	0.0975	2.92	0.0040
Gasto en educación en logaritmos ($\ln_edu$)	0.2696	0.1323	2.04	0.0420
Gasto en I+D en logaritmos ($\ln_ryd$)	-0.0967	0.0403	-2.40	0.0160
Número de empresas ($num_empresas$)	-0.0406	0.0135	-3.02	0.0030
Recaudación tributaria ($\ln_tributo$)	0.2662	0.0677	3.93	0.0000
Crecimiento del PBI rezagado ($y_{i,T-1}$)	0.3400	0.0894	3.80	0.0000
Variables instrumentales	Si			

Efectos temporales incluidos
Constante

Si
No

Pruebas específicas (p-valor)

Prueba de Sargan	132.65 (0.000)	
Prueba de Hansen	68.13 (0.109)	
Prueba de AR(1) residual		-0.110 (0.915)
Prueba de AR(2) residual		-0.460 (0.643)
Observaciones/países		68/12

Nota: Elaboración de los autores usando Stata 17, para la estimación GMM usando el comando xtabond2

Los resultados confirman que el crecimiento económico de los países latinoamericanos está asociado principalmente con la inversión en educación y con la capacidad fiscal del Estado, mientras que la inversión en I+D no muestra aún efectos positivos. Esto podría deberse a la baja proporción del gasto en innovación respecto al PIB y a la falta de políticas coordinadas entre los sectores público y privado. La formación bruta de capital también contribuye significativamente al crecimiento, lo que refuerza la importancia de la inversión productiva como complemento del gasto social.

En conjunto, las estimaciones demuestran la validez de los modelos aplicados y evidencian que el gasto público orientado a la educación produce efectos más inmediatos sobre el crecimiento económico que el gasto en investigación, cuyos resultados suelen manifestarse a más largo plazo.

DISCUSIONES

Los hallazgos de este estudio confirman la importancia del gasto público en educación como un factor clave del crecimiento económico en América Latina. Los resultados coinciden con las teorías del crecimiento endógeno propuestas por Barro (1990) y Lucas (1988), quienes sostienen que la inversión en capital humano eleva la productividad del trabajo y genera externalidades positivas sobre el conjunto de la economía. En este sentido, los países que han sostenido políticas educativas continuas, acompañadas de reformas curriculares y expansión de la cobertura, muestran tasas de crecimiento superiores al promedio regional. Este efecto se explica por el aumento en la calificación de la fuerza laboral, la mayor capacidad de innovación y la mejora en la eficiencia del sector productivo.

En relación con la recaudación fiscal, los resultados revelan un impacto positivo y significativo sobre el producto interno bruto (PIB). Este comportamiento concuerda con estudios previos como los de Arvin, Pradhan y Nair (2021), y Ramírez y Brito (2021), quienes señalan que la capacidad tributaria de los países en desarrollo refuerza la sostenibilidad de las políticas públicas y permite destinar recursos hacia sectores estratégicos como la educación, la salud y la infraestructura. Asimismo, Gnanngnon y Brun (2019) argumentan que los ingresos fiscales son un pilar esencial para sostener el gasto productivo, en especial cuando se administran bajo esquemas de transparencia y eficiencia. En el

contexto latinoamericano, este resultado destaca la necesidad de mejorar los sistemas de recaudación y reducir la evasión tributaria para financiar inversiones que impulsen la competitividad.

Por el contrario, el gasto en investigación y desarrollo (I+D) presentó un efecto negativo sobre el crecimiento económico. Esta relación, aparentemente contradictoria, puede interpretarse desde diversas perspectivas. En primer lugar, la baja proporción del gasto en I+D respecto al PIB en la mayoría de los países latinoamericanos limita su impacto real sobre la productividad, como advierten Inekwe (2014) y López y Martínez (2017). En segundo lugar, gran parte de los recursos destinados a investigación se concentran en universidades o instituciones públicas con escasos vínculos con el sector productivo, lo que reduce la transferencia tecnológica y la generación de innovación aplicada. Finalmente, la debilidad institucional y la falta de continuidad en las políticas de ciencia y tecnología contribuyen a la ineficiencia de la inversión, como señalan Gumus y Celikay (2015).

La influencia negativa del número de empresas sobre el crecimiento económico también merece atención. Este resultado puede explicarse por la elevada informalidad empresarial que caracteriza a la región, la baja productividad del sector microempresarial y la limitada capacidad de innovación en las pequeñas y medianas empresas (Lederman et al., 2014). En muchos países, la creación de empresas no se traduce automáticamente en aumento de la producción o el empleo formal, sino en la fragmentación del mercado laboral y la duplicación de actividades de bajo valor agregado.

Por otra parte, la formación bruta de capital y el PIB rezagado mostraron efectos positivos y consistentes, lo cual sugiere que la inversión productiva y la estabilidad macroeconómica generan retornos sostenidos a mediano plazo. Estos resultados refuerzan la idea de que las políticas públicas deben coordinar la inversión en infraestructura, educación y tecnología para maximizar los efectos del crecimiento endógeno.

En conjunto, la evidencia empírica respalda la hipótesis de que la educación y la capacidad fiscal actúan como motores inmediatos del crecimiento económico en América Latina, mientras que la investigación y el desarrollo requieren estructuras institucionales más sólidas y mayor articulación con el sector privado para producir resultados sostenibles. En consecuencia, el desafío para los gobiernos latinoamericanos consiste en transformar el gasto en I+D en una inversión estratégica que fomente la innovación tecnológica, la productividad empresarial y la competitividad global.

CONCLUSIONES

El análisis empírico realizado para doce países de América Latina entre 2006 y 2019 demuestra que el gasto público en educación y la recaudación fiscal son los principales determinantes positivos del crecimiento económico regional. La evidencia respalda la teoría del crecimiento endógeno, según la cual la inversión en capital humano genera externalidades productivas que fortalecen la capacidad de innovación y competitividad de las economías. En este sentido, los países que

destinan mayores recursos a la educación logran incrementos sostenidos en el PIB, lo que confirma la relevancia de las políticas educativas como instrumento de desarrollo.

En contraste, el gasto en investigación y desarrollo (I+D) y el número de empresas mostraron efectos negativos en el crecimiento económico. Este resultado puede explicarse por la escasa vinculación entre los sistemas de ciencia y tecnología y el sector productivo, así como por la insuficiente inversión privada en innovación. Los hallazgos sugieren que la región aún no ha alcanzado el umbral de eficiencia necesario para que la inversión en I+D se traduzca en mejoras tecnológicas y productivas. La informalidad empresarial y la limitada capacidad de absorción tecnológica continúan siendo obstáculos estructurales que debilitan la relación entre innovación y crecimiento.

A partir de estos resultados, se recomienda fortalecer los mecanismos de gobernanza fiscal y aumentar la eficiencia del gasto público en educación e investigación. Los gobiernos latinoamericanos deben promover políticas de largo plazo que integren educación, innovación y productividad, fomentando la cooperación entre universidades, centros de investigación y empresas privadas. Asimismo, es fundamental incentivar la inversión privada en I+D mediante instrumentos fiscales, subsidios selectivos y marcos institucionales que garanticen transparencia y continuidad. Finalmente, futuras investigaciones podrían ampliar el análisis incorporando variables relacionadas con la calidad institucional, la digitalización y la sostenibilidad ambiental, con el fin de profundizar en los factores estructurales que condicionan el crecimiento económico en la región.

Declaración de conflictos de intereses

Los autores declararon no tener ningún conflicto de intereses potencial en relación con la investigación, la autoría y/o la publicación de este artículo.

Financiación

Los autores no recibieron apoyo financiero para la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.

REFERENCIAS

- Ahuja, D., & Pandit, D. (2020). Public expenditure and economic growth: Evidence from developing countries. *FIIA Business Review*, 9(3), 231–247. <https://doi.org/10.1177/2319714520938901>
- Agasisti, T., & Bertolotti, A. (2020). Higher education and economic growth: A longitudinal study of European regions (2000–2017). *Socio-Economic Planning Sciences*, 72, 100940. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100940>
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297. <https://doi.org/10.2307/2297968>
- Arellano, M., & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental-variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68(1), 29–51. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01642-D](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01642-D)

- Arvin, M. B., Pradhan, R. P., & Nair, M. S. (2021). Are there links between institutional quality, government expenditure, tax revenue and economic growth? Evidence from low-income and lower-middle-income countries. *Economic Analysis and Policy*, 70, 468–489. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.03.011>
- Badri, A. K., Badri, P. K., & Cham, M. (2019). R&D spending and economic growth in selected OECD countries. *International Journal of Applied Economics, Finance and Accounting*, 5(2), 48–54. <https://doi.org/10.33094/8.2017.2019.52.48.54>
- Banco Mundial. (2023). *Indicadores del desarrollo mundial (WDI)*. <https://datos.bancomundial.org>
- Barro, R. J. (1990). Government spending in a simple model of endogenous growth. *Journal of Political Economy*, 98(5), S103–S125. <https://doi.org/10.1086/261726>
- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (1995). *Economic growth*. McGraw-Hill.
- Bleaney, M., Gemmell, N., & Kneller, R. (2001). Testing the endogenous growth model: Public expenditure, taxation, and growth over the long run. *The Canadian Journal of Economics*, 34(1), 36–57. <https://doi.org/10.1111/0008-4085.00059>
- Boeing, P., Eberle, J., & Howell, A. (2022). The impact of China's R&D subsidies on R&D investment, technological upgrading and economic growth. *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 121212. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121212>
- Cacay, J., Ramírez, G., & Campuzano, J. (2021). Efecto del crecimiento económico y la presión fiscal sobre el impuesto al valor agregado. *Revista San Gregorio*, 1(47), 111–125. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i47.1750>
- Calderón, M. S., & de la Iglesia Villasol, M. C. (2019). La contribución del gasto de I+D al crecimiento económico por tipo de economías: Un análisis de datos de panel dinámico. *Debates de Innovación*, 3(2), 1–19.
- Cantner, U., Dettmann, E., Giebler, A., Guenther, J., & Kristalova, M. (2019). The impact of innovation and innovation subsidies on economic development in German regions. *Regional Studies*, 53(9), 1284–1295. <https://doi.org/10.1080/00343404.2019.1639656>
- Cuevas, V., & Jaimes, D. (2021). Control de la corrupción, capital humano y crecimiento económico: Un modelo dinámico de datos en panel. *Economía Teoría y Práctica*, 29(54), 37–60. <https://doi.org/10.24275/ETYP/AM/NE/542021/Cuevas>
- Datosmacro. (2023). *Indicadores económicos y sociodemográficos de América Latina*. <https://datosmacro.expansion.com>
- Fernand, P., & Pastás, E. (2022). Corrupción y crecimiento económico en América Latina y el Caribe. *Revista de Economía del Caribe*, 29(1), 32–49. <https://doi.org/10.14482/ecoca.29.704.937>
- Gnangnon, S. K., & Brun, J. (2019). Trade openness, tax reform and tax revenue in developing countries. *The World Economy*, 42(4), 1100–1125. <https://doi.org/10.1111/twec.12855>

- Gumus, E., & Celikay, F. (2015). R&D expenditure and economic growth: New empirical evidence. *Margin: The Journal of Applied Economic Research*, 9(3), 205–217. <https://doi.org/10.1177/0973801015579753>
- Haseeb, M., Kot, S., Iqbal, H., & Jermstittiparsert, K. (2019). Impact of economic growth, environmental pollution, and energy consumption on health expenditure and R&D expenditure of ASEAN countries. *Energies*, 12(19), 3598–3619. <https://doi.org/10.3390/en12193598>
- Inekwe, J. N. (2014). The contribution of R&D expenditure to economic growth in developing economies. *Social Indicators Research*, 124(3), 727–745. <https://doi.org/10.1007/s11205-014-0807-3>
- Jian, J., Fan, X., Zhao, S., & Zhou, D. (2020). Business creation, innovation, and economic growth: Evidence from China's economic transition, 1978–2017. *Economic Modelling*, 89, 293–302. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.03.019>
- Jumbo, B., Pambi, M., & Guerrero, P. (2020). Efecto de la corrupción en el Índice de Desarrollo Humano (IDH): Nueva evidencia empírica usando datos de panel. *Revista Económica*, 8(1), 19–28. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/838>
- Ketabforoush, A., Ketabforoush, P., & Cham, M. (2019). R&D spending and economic growth in selected OECD countries. *International Journal of Applied Economics, Finance and Accounting*, 5(2), 48–54. <https://doi.org/10.33094/8.2017.2019.52.48.54>
- Labra, R., & Torrecillas, C. (2014). *Guía CERO para datos de panel: Un enfoque práctico* (1.ª ed.). Cátedra UAM–Accenture en Economía y Gestión de la Innovación.
- Lederman, D., Messina, J., Pienknagura, S., & Rigolini, J. (2014). *El emprendimiento en América Latina: Muchas empresas y poca innovación*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El-Emprendimiento-en-America-Latina-Muchas-Empresas-y-Poca-Innovacion.pdf>
- López, J., & Martínez, D. (2017). Looking beyond the R&D effects on innovation: The contribution of non-R&D activities to total factor productivity growth in the EU. *Structural Change and Economic Dynamics*, 40, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2016.11.002>
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Maneejuk, P., & Yamaka, W. (2021). The impact of higher education on economic growth in ASEAN-5 countries. *Sustainability*, 13(1), 520. <https://doi.org/10.3390/su13020520>
- Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407–437. <https://doi.org/10.2307/2118477>

- Márquez, L., & Mourelle, E. (2019). Education and economic growth: An empirical analysis of nonlinearities. *Applied Economic Analysis*, 27(79), 21–45. <https://doi.org/10.1108/AEA-06-2019-0005>
- Mendoza, J., & López, C. (2020). La calidad de las instituciones y su impacto en la relación entre corrupción y crecimiento económico: Una revisión teórica. *Economía Teoría y Práctica*, 28(52), 15–42. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/522020/Mendoza>
- Nair, M., Pradhan, R. P., & Arvin, M. B. (2020). Endogenous dynamics between R&D, ICT, and economic growth: Empirical evidence from the OECD countries. *Technology in Society*, 63, 101315. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101315>
- Ramírez Escalante, K., & Brito Gaona, L. (2021). Impacto de la recaudación tributaria en el crecimiento económico de Ecuador (2009–2019). *X-Pedientes Económicos*, 5(13), 6–23. https://ojs.supercias.gob.ec/index.php/X-pedientes_Economicos/article/view/76
- Rebelo, S. (1991). Long-run policy analysis and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 99(3), 500–521. <https://doi.org/10.1086/261764>
- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). (2023). *Indicadores de Ciencia y Tecnología de América Latina y el Caribe*. <http://www.ricyt.org>
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71–S102. <https://doi.org/10.1086/261725>
- Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *The Stata Journal*, 9(1), 86–136. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.122704>
- Sala-i-Martin, X. (1999). *Apuntes de crecimiento económico* (2.^a ed.). Antoni Bosch.
- Sun, H., Sun, W., Geng, Y., Yang, X., & Edziah, B. K. (2018). How does natural resource dependence affect public education spending? *Environmental Science and Pollution Research*, 25(25), 24839–24850. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3853-6>