

Impact of investment in information technologies and education on economic growth in Ecuador

Abstract:

This study analyzes the impact of investment in information and communication technologies (ICTs) on Ecuador's economic growth, considering the role of complementary factors such as investment in education and research and development (R&D). A quantitative, non-experimental, and explanatory approach is adopted, using annual macroeconomic data and a multiple linear regression model estimated using ordinary least squares. The results show that ICT investment has a positive and statistically significant effect on Gross Domestic Product (GDP) growth, confirming its role as a relevant determinant of the country's economic performance. In contrast, investment in education and R&D does not show significant effects in the short term, suggesting the presence of time lags and structural limitations typical of developing economies. Econometric analyses indicate an adequate model fit and the absence of severe multicollinearity problems, although moderate heteroscedasticity is detected, corrected using robust standard errors.

Keywords: Information technologies, communication technologies; economic growth; investment in ICT; digital economy

Incidencia de inversión en tecnologías de información y educación en el crecimiento económico en el Ecuador

Resumen– El presente estudio analiza la incidencia de la inversión en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el crecimiento económico del Ecuador, considerando el papel de factores complementarios como la inversión en educación y en investigación y desarrollo (I+D). Se adopta un enfoque cuantitativo, de tipo no experimental y alcance explicativo, utilizando datos macroeconómicos anuales y un modelo de regresión lineal múltiple estimado mediante mínimos cuadrados ordinarios. Los resultados evidencian que la inversión en TIC tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento del Producto Interno Bruto, lo que confirma su rol como un determinante relevante del desempeño económico del país. En contraste, la inversión en educación y en I+D no presenta efectos significativos en el corto plazo, lo que sugiere la presencia de rezagos temporales y limitaciones estructurales propias de economías en desarrollo. Los diagnósticos econométricos indican un ajuste adecuado del modelo y la ausencia de problemas severos de multicolinealidad, aunque se detecta heterocedasticidad moderada, corregida mediante errores estándar robustos.

Palabras claves- - *Tecnologías de la información y la comunicación; crecimiento económico; inversión en TIC; economía digital*

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la inversión en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se ha consolidado como uno de los principales motores del crecimiento económico y de la transformación productiva a nivel global [12]. La literatura económica ha documentado ampliamente que la adopción de tecnologías digitales contribuye al aumento de la productividad, la eficiencia de los mercados y la competitividad de los países, particularmente cuando se articula con el desarrollo del capital humano y la innovación [4].

No obstante, la evidencia empírica muestra que el impacto de las TIC sobre el crecimiento económico no es homogéneo. Mientras que las economías desarrolladas suelen capturar mayores retornos de la inversión tecnológica, las economías emergentes y en desarrollo presentan resultados mixtos, condicionados por factores institucionales, educativos y estructurales [1], [21]. Esta heterogeneidad ha dado lugar a un debate persistente en la literatura sobre la magnitud real del efecto de las TIC y sobre los mecanismos a través de los cuales estas influyen en el crecimiento económico [10], [13]. En el caso de América Latina, y particularmente en Ecuador, los estudios empíricos sobre la incidencia de la inversión en TIC en el crecimiento económico son escasos. La mayor parte de la evidencia disponible se basa en análisis multipaís o regionales, lo que limita la comprensión de los

efectos específicos que estas tecnologías pueden tener en contextos nacionales con estructuras productivas y niveles de desarrollo particulares [6]. Esta brecha resulta relevante, dado que Ecuador ha incrementado progresivamente su inversión en infraestructura digital y conectividad en las últimas décadas, sin que exista aún consenso sobre su impacto macroeconómico [14].

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo analizar la incidencia de la inversión en tecnologías de información en el crecimiento económico del Ecuador, incorporando variables complementarias como la educación y la inversión en investigación y desarrollo [9]. A partir de datos macroeconómicos y un enfoque cuantitativo, se busca aportar evidencia empírica que permita comprender mejor el rol de las TIC en el desempeño económico del país [4], [14]. Además, desde una perspectiva estructural, la inversión en tecnologías de la información y la comunicación adquiere una importancia particular en economías como la ecuatoriana, caracterizadas por brechas de productividad, limitada diversificación productiva y restricciones en la capacidad de innovación [19]. Las TIC no solo representan un factor tecnológico, sino también un instrumento potencial para mejorar la eficiencia de los procesos productivos, fortalecer la competitividad y reducir asimetrías en el acceso a la información [18]. Por ello, analizar su impacto macroeconómico resulta fundamental para orientar de manera más eficiente las estrategias de política pública vinculadas a la transformación digital y al desarrollo económico sostenible.

II. MARCO TEÓRICO

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y CRECIMIENTO ECONÓMICO: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Desde la perspectiva de la teoría económica contemporánea, la inversión en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se ha consolidado como un factor relevante para explicar el crecimiento económico de largo plazo [5]. La teoría del crecimiento endógeno plantea que el progreso tecnológico no constituye un fenómeno exógeno, sino que surge de decisiones deliberadas de inversión que inciden directamente en la productividad total de los factores [7], [27]. En este contexto, las TIC pueden entenderse como una forma específica de capital productivo con capacidad para generar rendimientos crecientes, al facilitar la acumulación de conocimiento, la innovación y la eficiencia en los procesos productivos [7], [25].

A nivel microeconómico, la literatura ha identificado un doble papel de las TIC dentro de las empresas. Por un lado, estas tecnologías pueden ser utilizadas de manera directa como un insumo productivo que contribuye a mejorar la productividad laboral, de forma similar a otros tipos de capital [4]. Por otro lado, las TIC actúan como un elemento transformador de los procesos productivos, al modificar la organización del trabajo, la coordinación entre agentes y la forma en que se generan y gestionan los flujos de información [17].

No obstante, los primeros estudios empíricos desarrollados durante la década de los ochenta no encontraron una relación directa y consistente entre la inversión en TIC y el crecimiento de la productividad, independientemente de si el análisis se realizaba a nivel de empresa, industria o economía en su conjunto, lo que dio lugar al denominado “paradigma de la paradoja de la productividad” [8]. La literatura pionera de [4] demuestra que la inversión en tecnologías digitales permite optimizar la organización del trabajo, mejorar la coordinación entre agentes económicos y reducir costos de transacción, lo que se traduce en mayores niveles de productividad agregada [22].

A diferencia del capital físico tradicional, las TIC presentan un alto potencial de complementariedad con otros factores productivos, amplificando sus efectos sobre el crecimiento económico cuando se integran de manera adecuada en la estructura productiva [10]. Desde esta óptica, el impacto de las TIC sobre el crecimiento no se limita a su contribución directa al producto, sino que opera a través de mecanismos indirectos como la aceleración del aprendizaje, la difusión del conocimiento y la transformación de los modelos de negocio [28]. En consecuencia, la inversión en TIC se concibe como un motor endógeno del crecimiento económico, particularmente relevante en contextos caracterizados por brechas de productividad y restricciones estructurales, como las economías en desarrollo [24].

ECONOMÍA DIGITAL, PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA MACROECONÓMICA

En el contexto de la economía global contemporánea, los países enfrentan desafíos crecientes asociados a la competitividad, la sostenibilidad y la transformación estructural de sus sistemas productivos. En respuesta a estos retos, los gobiernos han intensificado su participación en el comercio exterior y en los procesos de crecimiento económico, reflejando su capacidad para innovar en ámbitos tecnológicos, económicos, sociales y ambientales [26]. En este escenario, la economía digital emerge como un eje estratégico, en el que la adopción y expansión de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se vinculan estrechamente con la generación de nuevos productos, procesos y actividades, impulsando la transformación estructural de las economías y fortaleciendo su inserción en los mercados globales [3], [15].

El desarrollo económico de los países mantiene una relación directa con el grado de desarrollo y uso de las TIC. En particular, la optimización del uso de recursos tecnológicos como el consumo de banda ancha y los servicios de datos contribuye de manera significativa al incremento del Producto Interno Bruto, la productividad y la creación de empleo [16]. Asimismo, la evolución de las TIC constituye una palanca fundamental para el desarrollo económico y la mejora de la eficiencia productiva en los distintos sectores de la economía [6]. La incorporación de tecnologías digitales permite optimizar procesos, reducir costos operativos y mejorar la coordinación entre agentes económicos, generando ganancias de productividad que se reflejan tanto a nivel sectorial como agregado [17]. Desde la perspectiva de la demanda, la economía digital también genera beneficios directos para los consumidores, al ampliar y agilizar el acceso a bienes y servicios, reducir barreras geográficas y mejorar la calidad de la oferta [23]. En este contexto, el uso intensivo de internet, plataformas digitales

y aplicaciones en línea se ha convertido en un componente habitual de las operaciones empresariales a nivel mundial [2].

FACTORES COMPLEMENTARIOS Y HETEROGENEIDAD DEL IMPACTO DE LAS TIC EN ECONOMÍAS EN DESARROLLO

Si bien la literatura reconoce el potencial de las TIC como motor del crecimiento económico, también subraya que sus efectos dependen de la interacción con factores complementarios, entre los que destacan el capital humano, la educación y la inversión en investigación y desarrollo. Desde el enfoque de la absorción tecnológica, estos factores cumplen un rol clave al determinar la capacidad de las economías para asimilar, adaptar y aprovechar las tecnologías digitales de manera eficiente [20], [21]. En ausencia de estas condiciones, la inversión en TIC puede generar retornos limitados o manifestarse únicamente a través de efectos indirectos y de largo plazo, la evidencia empírica muestra que, en economías en desarrollo, la relación entre TIC y crecimiento económico es marcadamente heterogénea [12]. Diversos estudios señalan que las limitaciones institucionales, las brechas educativas y la baja diversificación productiva pueden atenuar el impacto directo de la inversión en educación y en I+D sobre el crecimiento, especialmente en el corto plazo [1], [10]. En estos contextos, dichos factores suelen operar como elementos habilitantes que condicionan la efectividad de las TIC, más que como determinantes autónomos del crecimiento económico. Esta heterogeneidad resulta particularmente relevante para América Latina y para el caso ecuatoriano, donde persisten brechas de productividad y restricciones estructurales que limitan la plena explotación de los beneficios asociados a la digitalización [6]. La literatura reciente destaca que, en este tipo de economías, la inversión en TIC puede constituir un catalizador del crecimiento económico cuando se inserta en un entorno que favorezca la acumulación de capital humano, la innovación y la mejora institucional, aun cuando los efectos de estas variables complementarias no se reflejen de manera inmediata en los indicadores macroeconómicos [11], [13].

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN EN EL SECTOR DE LA EDUCACIÓN

La incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el sector educativo, y particularmente en la educación superior, se ha consolidado como un eje central de transformación durante el siglo XXI. Este proceso ha sido impulsado por la expansión de dispositivos de cómputo móviles como laptops, tablets y smartphones, el desarrollo de redes inalámbricas y la creciente disponibilidad de acceso a internet e intranet institucionales, lo que ha ampliado significativamente las posibilidades de acceso, producción y circulación del conocimiento [16]. En este contexto, las TIC han trascendido su función instrumental para redefinir las dinámicas pedagógicas, facilitando entornos de aprendizaje más flexibles, interactivos y colaborativos, así como una mayor personalización del proceso educativo, especialmente en instituciones de educación superior que enfrentan demandas crecientes de innovación y adaptación tecnológica [24]. Desde una perspectiva formativa y profesional, la digitalización de la educación superior ha adquirido una relevancia particular en áreas intensivas en conocimiento, como las ciencias de la salud, donde la actualización permanente y el acceso oportuno a información confiable resultan fundamentales [2]. Las TIC permiten responder a la creciente necesidad de compartir información y conocimientos

entre estudiantes y profesionales, al facilitar el acceso a recursos científicos, bases de datos especializadas y canales de comunicación académica más eficientes. En este sentido, la alfabetización informacional apoyada en herramientas digitales contribuye a que los futuros profesionales desarrollen competencias para buscar, evaluar y aplicar información de manera crítica, fortaleciendo la calidad de la formación universitaria y la toma de decisiones basada en evidencia.

Desde un enfoque económico y de capital humano, la integración efectiva de las TIC en la educación superior desempeña un papel estratégico en la preparación de una fuerza laboral capaz de adaptarse a entornos productivos cada vez más digitalizados [15], [26]. La literatura señala que el uso pedagógicamente adecuado de tecnologías digitales no solo fortalece las competencias técnicas, sino que también potencia habilidades transversales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el aprendizaje autónomo, elementos estrechamente vinculados con mejoras en la productividad y la empleabilidad futura. No obstante, los efectos positivos de las TIC en la educación no son automáticos, sino que dependen de factores complementarios como la formación docente, la infraestructura tecnológica y el diseño institucional de las estrategias digitales, particularmente en economías en desarrollo donde persisten brechas de acceso y capacidades digitales.

III. METODOLOGÍA

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo, de tipo no experimental, con un alcance explicativo, orientado a analizar la incidencia de la inversión en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) sobre el crecimiento económico del Ecuador. Dada la naturaleza macroeconómica de las variables y la imposibilidad de manipularlas de manera directa, el análisis se desarrolla a partir de información secundaria proveniente de fuentes oficiales. La investigación utiliza datos anuales para el Ecuador, expresados en tasas de crecimiento mediante la variación del logaritmo natural, con el fin de reducir problemas de escala y facilitar la interpretación económica de los coeficientes.

La variable dependiente corresponde al crecimiento económico, medido como la variación del logaritmo natural del Producto Interno Bruto (PIB). Como variable independiente principal se considera la inversión en TIC, mientras que la inversión en educación y la inversión en investigación y desarrollo (I+D) se incorporan como variables de control, dada su relevancia teórica como factores complementarios del crecimiento económico.

Para evaluar la relación entre la inversión en TIC y el crecimiento económico, se estima un modelo de regresión lineal múltiple mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), especificado de la siguiente manera:

$$\Delta \ln PIB_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \ln TIC_t + \beta_2 \Delta \ln EDUC_t + \beta_3 \Delta \ln (I + D)_t + \varepsilon_t$$

donde $\Delta \ln PIB_t$ representa la tasa de crecimiento del PIB, $\Delta \ln TIC_t$ la variación de la inversión en TIC, $\Delta \ln EDUC_t$ la inversión en educación y $\Delta \ln (I + D)_t$ la inversión en investigación y desarrollo. Adicionalmente, se incorporan pruebas de diagnóstico econométrico con el fin de verificar el cumplimiento de los supuestos clásicos del modelo. En particular, se emplea el estadístico de Durbin–Watson (DW) para evaluar la presencia de autocorrelación serial en los residuos, aspecto crítico en modelos de series temporales. La utilización de este estadístico

se justifica porque la autocorrelación puede generar estimaciones ineficientes y sesgar la inferencia estadística, afectando la validez de los resultados.

El estadístico Durbin–Watson toma valores entre 0 y 4, donde un valor cercano a 2 indica ausencia de autocorrelación, valores inferiores a 2 sugieren autocorrelación positiva y valores superiores a 2 indican autocorrelación negativa. En el presente estudio, el valor obtenido del estadístico Durbin–Watson fue de 2.34, con un p-valor de 0.31, lo que no permite rechazar la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación serial en los residuos.

IV. RESULTADOS

Los resultados presentados en la Tabla 1 evidencian que la inversión en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico del Ecuador. En particular, el coeficiente asociado a la variación de la inversión en TIC es de 0.0605 y resulta significativo al 5 %, lo que indica que un incremento del 1 % en la inversión en TIC se asocia con un aumento aproximado del 0.06 % en la tasa de crecimiento del PIB, manteniendo constantes las demás variables del modelo. Este hallazgo es consistente con los postulados de la teoría del crecimiento endógeno y la literatura sobre economía digital, que señalan que la inversión en infraestructura tecnológica contribuye al aumento de la productividad total de los factores, facilita la innovación y mejora la eficiencia económica.

TABLA I

Resultados de la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO)

t test of coefficients:	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.051399	0.061315	-0.8383	0.4262
dln_tic	0.060505	0.047645	1.9702	0.0422 **
dln_educ	3.534734	3.631921	0.9732	0.3589
dln_id	-1.316376	1.566095	-0.8405	0.425

Por el contrario, los coeficientes correspondientes a la inversión en educación y a la inversión en investigación y desarrollo no resultan estadísticamente significativos. Si bien ambas variables presentan signos coherentes con la teoría económica, su falta de significancia sugiere que, en el período analizado, sus efectos sobre el crecimiento económico no se manifiestan de manera directa o inmediata, pudiendo estar sujetos a rezagos temporales o a limitaciones estructurales propias del contexto ecuatoriano. El intercepto del modelo tampoco es estadísticamente significativo, resultado habitual en modelos de crecimiento económico y que no afecta la interpretación de los coeficientes principales.

TABLA II

Indicadores de ajuste y criterios de información del modelo econométrico

R ² :	0.6277389
R ² ajustado:	0.4881409
AIC:	-49.44932
BIC:	-47.02478

La Tabla 2 muestra los indicadores de ajuste del modelo estimado. El coeficiente de determinación (R²) indica que el modelo explica

aproximadamente el 62.8 % de la variabilidad del crecimiento económico, lo que sugiere una capacidad explicativa relativamente alta para un modelo macroeconómico de series temporales. No obstante, el R^2 ajustado se reduce a 48.8 %, reflejando una disminución en la capacidad explicativa al corregir por los grados de libertad, situación esperable dado el tamaño de la muestra y la no significancia de algunas variables explicativas. Por su parte, los criterios de información AIC y BIC presentan valores bajos y negativos, lo que indica que el modelo es competitivo desde el punto de vista estadístico. Sin embargo, estos indicadores deben interpretarse con cautela, ya que su utilidad es mayor cuando se comparan múltiples especificaciones alternativas, las cuales pueden ser limitadas en el contexto de una economía como la ecuatoriana, caracterizada por restricciones de información y disponibilidad de datos.

TABLA III
Diagnóstico de multicolinealidad: Factor de Inflación de la Varianza (VIF)

dln_tic	dln_educ	dln_id
1.528535	6.586298	5.456004

Los resultados del análisis de multicolinealidad, presentados en la Tabla 3, muestran que los valores del factor de inflación de la varianza (VIF) se mantienen por debajo del umbral crítico de 10 en todas las variables, lo que indica la ausencia de problemas severos de multicolinealidad. El valor más elevado corresponde a la inversión en educación, lo cual puede explicarse por su correlación con la inversión en investigación y desarrollo, dado que ambas variables están asociadas al capital humano y al esfuerzo tecnológico.

No obstante, la multicolinealidad observada es moderada y aceptable en el contexto de una muestra pequeña, y no representa una limitación crítica para la estimación del modelo. En particular, la variable de mayor interés analítico, la inversión en TIC presenta un VIF bajo, lo que refuerza la robustez de su coeficiente estimado y la confiabilidad de su efecto sobre el crecimiento económico.

TABLA IV
Pruebas de diagnóstico de los supuestos del modelo econométrico

Prueba	Estadístico	p.valor
Durbin–Watson (DW)	2.3339	0.3136
Breusch–Pagan (BP)	8.1325	0.0434
Shapiro–Wilk (W)	0.9469	0.5916

La Tabla 4 presenta los resultados de las pruebas de diagnóstico de los supuestos clásicos del modelo econométrico. El estadístico de Durbin-Watson no permite rechazar la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación serial, lo que sugiere que los residuos del modelo están adecuadamente comportados en el tiempo. Asimismo, la prueba de Shapiro-Wilk indica que los errores se distribuyen aproximadamente de manera normal, lo cual es especialmente relevante para la validez de las pruebas de significancia en muestras pequeñas.

Por otro lado, la prueba de Breusch-Pagan detecta la presencia de heterocedasticidad, evidenciando que la varianza de los errores no

es constante. En respuesta a este resultado, se justifica el uso de errores estándar robustos, lo que permite mantener la consistencia de la inferencia estadística y refuerza la fiabilidad de los coeficientes estimados. En conjunto, los resultados de estas pruebas indican que, pese a la presencia de heterocedasticidad, el modelo cumple razonablemente con los supuestos econométricos fundamentales y ofrece estimaciones válidas para el análisis del crecimiento económico en el Ecuador.

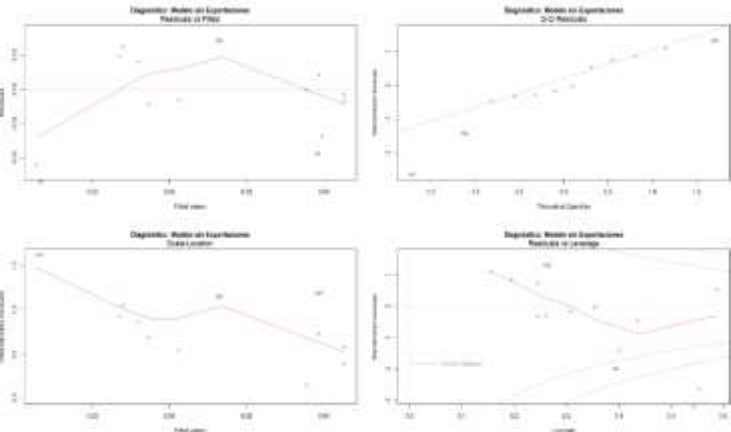


FIGURA 1
Gráficos de diagnóstico del modelo de regresión: evaluación de supuestos econométricos (modelo sin exportaciones)

En la Figura 1 se presentan los gráficos de diagnóstico del modelo de regresión, los cuales permiten evaluar el cumplimiento de los principales supuestos econométricos. El gráfico de residuos versus valores ajustados muestra una dispersión relativamente aleatoria, sin patrones sistemáticos marcados, lo que sugiere una especificación funcional adecuada del modelo. El gráfico Q-Q de los residuos evidencia que estos siguen aproximadamente una distribución normal, especialmente en el centro de la distribución, validando el uso de pruebas de inferencia estadística.

Por su parte, el gráfico Scale-Location indica una varianza de los residuos relativamente estable a lo largo de los valores ajustados, sin señales claras de heterocedasticidad severa, aunque su presencia moderada justifica el uso de errores estándar robustos. Finalmente, el gráfico de residuos versus leverage identifica una observación influyente asociada a un periodo económico atípico, sin que ello comprometa la estabilidad general del modelo. En conjunto, los resultados gráficos respaldan la consistencia y adecuación del modelo econométrico estimado.

V. DISCUSIÓN

Los resultados del estudio aportan evidencia empírica consistente sobre la incidencia positiva estadísticamente significativa de la inversión en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el crecimiento económico del Ecuador. La significancia estadística del coeficiente asociado a la inversión en TIC confirma que estas tecnologías desempeñan un papel relevante en la mejora de la productividad y la eficiencia económica, incluso en un contexto caracterizado por restricciones estructurales y choques macroeconómicos recurrentes. Este resultado es consistente con los hallazgos de Erik Brynjolfsson y Lorin Hitt, quienes sostienen que la inversión en tecnologías digitales contribuye significativamente al aumento de la productividad mediante la optimización de procesos y la reducción de costos de transacción. Asimismo,

coincide con estudios más recientes como los de Temitope Adeleye y Chukwuma Eboagu, que evidencian una asociación positiva entre el desarrollo de las TIC y el crecimiento económico en economías en desarrollo, aunque condicionada por factores estructurales.

Por otro lado, la ausencia de significancia estadística de la inversión en educación y en investigación y desarrollo es coherente con lo reportado en la literatura empírica para economías emergentes. Estudios como el de Tobias Niebel muestran que, si bien estos factores son fundamentales para el crecimiento de largo plazo, sus efectos no suelen ser inmediatos, sino que se materializan a través de procesos acumulativos y con rezagos temporales. En este sentido, los resultados también se alinean con los planteamientos teóricos de Richard Nelson y Edmund Phelps, quienes destacan que la capacidad de absorción tecnológica depende del nivel de capital humano, lo cual condiciona la efectividad de las inversiones en educación y en I+D.

Adicionalmente, los hallazgos del presente estudio refuerzan la idea de que, en contextos como el ecuatoriano, las TIC pueden actuar como un catalizador inicial del crecimiento económico, incluso en ausencia de condiciones óptimas en variables complementarias. Esta evidencia coincide con lo planteado por Fabrice Donou-Adonsou, quien sostiene que en economías en desarrollo el impacto de las TIC puede ser más directo en el corto plazo, mientras que factores como la educación y la innovación operan como habilitadores de mediano y largo plazo.

Finalmente, los diagnósticos econométricos evidencian la presencia de heterocedasticidad moderada y de observaciones influyentes asociadas a períodos de crisis económica, lo cual es consistente con la literatura macroeconómica aplicada a países en desarrollo, donde la volatilidad externa y los choques estructurales afectan la estabilidad de los modelos. No obstante, la utilización de errores estándar robustos y la ausencia de problemas severos de multicolinealidad refuerzan la solidez de los resultados obtenidos. En conjunto, el análisis empírico confirma que la inversión en TIC constituye un determinante relevante del crecimiento económico, en línea con la evidencia internacional, aunque su impacto se ve condicionado por factores estructurales propios del contexto ecuatoriano.

VI. IMPLICANCIAS TEÓRICAS

Desde el punto de vista teórico, los resultados del estudio refuerzan los postulados de la teoría del crecimiento endógeno, al evidenciar que la inversión en TIC actúa como un mecanismo interno que impulsa el crecimiento económico a través de mejoras en la productividad total de los factores. La significancia del coeficiente asociado a las TIC sugiere que estas tecnologías no solo operan como un insumo productivo adicional, sino que generan externalidades positivas al facilitar la difusión del conocimiento, la innovación organizacional y la adopción de nuevas prácticas productivas.

Adicionalmente, los hallazgos aportan al debate sobre la heterogeneidad del impacto de las TIC en economías en desarrollo. La evidencia empírica indica que, en contextos donde persisten brechas estructurales y limitaciones institucionales, las TIC pueden generar efectos directos sobre el crecimiento incluso cuando otros factores, como la educación y la I+D, no presentan impactos inmediatos. Esto sugiere que las TIC pueden funcionar

como un catalizador inicial del crecimiento, cuyo efecto se ve amplificado en la medida en que se fortalecen los factores complementarios.

Por otra parte, la falta de significancia de la inversión en educación y en I+D pone de relieve la importancia de considerar la temporalidad y las condiciones de implementación de estas variables dentro de los modelos de crecimiento. Teóricamente, estos factores contribuyen a la acumulación de capital humano y conocimiento, pero su impacto depende de procesos acumulativos y de largo plazo, lo que refuerza la necesidad de enfoques dinámicos en el análisis económico.

VII. IMPLICANCIAS ECONÓMICAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS

Desde una perspectiva económica, los resultados sugieren que la inversión en TIC constituye una vía efectiva para estimular el crecimiento económico en el corto y mediano plazo. En este sentido, las políticas públicas orientadas a ampliar la infraestructura digital, mejorar la conectividad y promover la adopción tecnológica en los sectores productivos pueden generar retornos económicos significativos. La evidencia empírica respalda la pertinencia de priorizar la inversión en TIC como parte de las estrategias nacionales de desarrollo y transformación productiva.

No obstante, los hallazgos también revelan que la inversión en TIC, por sí sola, no es suficiente para garantizar un crecimiento económico sostenido. La ausencia de efectos significativos de la educación y la I+D sugiere que es necesario mejorar la eficiencia y la calidad del gasto público en estos ámbitos, así como fortalecer los mecanismos de vinculación entre el sistema educativo, la investigación y el sector productivo. Políticas orientadas a la formación de competencias digitales, la innovación aplicada y la transferencia tecnológica pueden contribuir a maximizar los beneficios de la inversión en TIC.

Asimismo, los resultados ponen de manifiesto la importancia de considerar el contexto macroeconómico y los choques externos en el diseño de políticas públicas. La presencia de observaciones influyentes asociadas a crisis económicas indica que la efectividad de las políticas tecnológicas puede verse condicionada por la estabilidad económica y la capacidad del Estado para sostener la inversión pública en períodos adversos.

VII. CONCLUSIONES

El estudio concluye que la inversión en tecnologías de la información y la comunicación tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico del Ecuador, confirmando su rol como un factor clave en la dinámica económica del país. Este resultado evidencia que las TIC contribuyen a mejorar la eficiencia productiva y a impulsar procesos de modernización económica, incluso en un entorno caracterizado por limitaciones estructurales. Sin embargo, los resultados también muestran que la inversión en educación y en investigación y desarrollo no presenta efectos significativos en el corto plazo, lo que sugiere que estas variables requieren horizontes temporales más amplios y condiciones institucionales favorables para materializar su impacto. En conjunto, los hallazgos destacan la necesidad de adoptar una visión integral del desarrollo económico, en la que la inversión en TIC se articule con políticas de fortalecimiento del capital humano, la innovación y la calidad institucional.

Recomendaciones y futuras Investigaciones

A partir de la evidencia empírica obtenida, se recomienda que las autoridades prioricen la inversión estratégica en infraestructura

digital y conectividad, especialmente en sectores con alto potencial de generación de productividad y valor agregado. Asimismo, resulta fundamental complementar estas inversiones con políticas orientadas a mejorar la calidad del sistema educativo, fortalecer las competencias digitales y promover la innovación aplicada, de modo que los beneficios de la digitalización se traduzcan en un crecimiento económico más inclusivo y sostenible.

En cuanto a futuras líneas de investigación, se sugiere incorporar modelos econométricos dinámicos que permitan capturar los efectos rezagados de la inversión en educación y en I+D sobre el crecimiento económico. Adicionalmente, estudios desagregados por sector o región podrían aportar una comprensión más detallada de los mecanismos a través de los cuales las TIC influyen en la productividad. Finalmente, la inclusión de variables institucionales, de calidad del gasto público y de gobernanza digital permitiría profundizar el análisis sobre las condiciones necesarias para maximizar el impacto de la inversión en TIC en economías en desarrollo. Se recomienda para futuras investigaciones levantar muestras de datos de países de la región con información de cada una de las variables analizadas en este estudio y hacer una comparación o un contraste con los resultados de la presente investigación.

REFERENCIAS

- [1] N. Adeleye and C. Eboagu, "Evaluation of ICT development and economic growth in Africa," *Netnomics: Economic Research and Electronic Networking*, vol. 20, pp. 31–53, 2019, doi: 10.1007/s11066-019-09131-6.
- [2] E. P. Álvarez Flores, Núñez, and C. R. Crespo, "Adquisición y carencia académica de competencias tecnológicas ante una economía digital," *Revista Latina de Comunicación Social*, vol. 72, pp. 540–559, 2017.
- [3] J. C. Anzoátegui, "Effects of digital news on the inflation expectation gap: Early evidence for an emerging economy," *Revista Finanzas y Política Económica*, vol. 16, no. 2, pp. 441–467, 2024, doi: 10.14718/REVFINANZPOLITECON.V16.N2.2024.5.
- [4] E. Brynjolfsson and L. Hitt, "Beyond the productivity paradox: Computers are the catalyst for bigger changes," *The Business Value of IT*, vol. 41, no. 8, pp. 49–55, 1998.
- [5] C. Castro, "The education of students in hospital schools: A view from philosophy, economics, and technology," *Revista Electrónica Educare*, vol. 27, no. 3, pp. 535–549, 2023, doi: 10.15359/ree.27-3.17242.
- [6] G. Chancusig, "Efectos de la inversión pública en el crecimiento económico del Ecuador," *Cuestiones Económicas*, vol. 32, no. 1, pp. 13–33, 2022.
- [7] E. T. Chang, "Endogenous technological change," *Journal of Political Economy*, vol. 98, no. 5, pp. 2–22, 1990.
- [8] J. Dedrick and V. Gurbaxani, "Information technology and economic performance: A critical review of the empirical evidence," *ACM Computing Surveys*, vol. 35, no. 1, pp. 1–28, 2003.
- [9] J. Dedrick, K. Kraemer, and E. Shih, "IT and productivity in developed and developing countries," *Personal Computing Industry Center*, pp. 1–24, 2011.
- [10] F. Donou-Adonsou, "Technology, education, and economic growth in Sub-Saharan Africa," *Telecommunications Policy*, vol. 43, no. 4, pp. 353–360, 2018, doi: 10.1016/j.telpol.2018.08.005.
- [11] D. P. Galvez, "Assessing digital technology development in Latin American countries: Challenges, drivers, and future directions," *Digital*, vol. 5, no. 2, pp. 20–32, 2025.
- [12] I. Gharbi, A. Kammoun, and M. Kefi, "Inclusive finance trends in the age of digital technologies and innovations: An empirical study based on panel data analysis," *World Affairs*, vol. 188, no. 2, pp. 120–135, 2025.
- [13] S. Gnangnon, "Aid for trade and sectoral employment diversification in recipient-countries," *Economic Change and Restructuring*, vol. 53, no. 2, pp. 265–295, 2020.
- [14] D. Henao, "Precios de opciones estadounidenses con regresiones de proceso gaussiano con restricciones de modelo," *Matemáticas Aplicadas y Computación*, 2026.
- [15] A. Hidalgo, "About the (in)visibility of the social and solidarity economy: A work on the agendas of the digital media of San Luis, Argentina," *Cooperativismo e Economía Social*, vol. 46, pp. 117–136, 2024, doi: 10.35869/ces.v0i46.5863.
- [16] A. Hofman, M. Mas, C. Aravena, and J. Guevara, "Crecimiento económico y productividad en Latinoamérica: El proyecto LA-KLEMS," *El Trimestre Económico*, vol. 84, no. 334, pp. 259–306, 2017.
- [17] D. Jorgenson, M. S. Ho, and K. J. Stiroh, "A retrospective look at the US productivity growth resurgence," *Journal of Economic Perspectives*, vol. 22, no. 1, pp. 3–24, 2008.
- [18] J. Kowal and G. Paliwoda-Pekosz, "ICT for global competitiveness and economic growth in emerging economies," *Information Systems Management*, vol. 34, no. 4, pp. 304–307, 2017, doi: 10.1080/10580530.2017.1366215.
- [19] P. Neirotti and D. Pesce, "ICT-based innovation and its competitive outcome: The role of information intensity," *European Journal of Innovation Management*, vol. 22, no. 2, pp. 383–404, 2019, doi: 10.1108/EJIM-02-2018-0039.
- [20] R. Nelson and E. S. Phelps, "Investment in humans, technological diffusion, and economic growth," *The American Economic Review*, pp. 69–75, 1966.
- [21] T. Niebel, "ICT and economic growth—Comparing developing, emerging and developed countries," *World Development*, vol. 104, pp. 197–211, 2018, doi: 10.1016/j.worlddev.2017.11.024.
- [22] C. Palma-Amestoy, "Modernity, globalization and development: The role of the knowledge-based economy in science, technology and innovation policies in Chile," *Sociología y Tecnociencia*, vol. 13, no. 12, pp. 73–93, 2023, doi: 10.24197/st.2.2023.73-93.
- [23] K. Rong, "Research agenda for the digital economy," *Journal of Digital Economy*, pp. 20–31, 2022.
- [24] C. S. Saba, "The nexus between ICT diffusion, financial development, industrialization and economic growth: Evidence from Sub-Saharan African countries," *Journal of African Business*, vol. 26, no. 2, pp. 454–478, 2025, doi: 10.1080/15228916.2025.2451550.
- [25] J. Tondeur et al., "A multilevel analysis of what matters in the training of pre-service teachers' ICT competencies," *Computers & Education*, vol. 122, pp. 32–42, 2018.

- [26] M. Vanegas, “Happiness and productivity as government device in telework at the pandemic time,” *Revista Republicana*, vol. 35, pp. 151–170, 2023, doi: 10.21017/rev.repub.2023.v35.a153.
- [27] I. R. Virguez, “Decision-making on sports talent for endogenous economic growth: Talents Colombia,” *Retos*, pp. 1174–1184, 2024, doi: 10.47197/RETOS.V51.100740.
- [28] S. B. Yuldoshboy, “Exploring ICT as an engine for sustainable economic growth in Central Asia,” *Economies*, vol. 13, no. 12, pp. 365–377, 2025, doi: 10.3390/economies13120365.