



**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja

**Universidad Nacional de Loja**

Facultad Jurídica, Social y Administrativa.

Carrera de Economía

**“Incidencia del proceso de innovación tecnológica sobre el crecimiento económico en Ecuador, durante el periodo 1990-2021”**

**Trabajo de Integración Curricular Previo a la Obtención del Título de Economista.**

**AUTOR:**

José Mateo Ordóñez Ordóñez

**DIRECTOR:**

Econ. José Rafael Alvarado López Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

## Certificación

Loja, 5 de diciembre del 2023

Econ. José Rafael Alvarado Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **“Incidencia del Proceso de Innovación Tecnológica sobre el Crecimiento Económico en Ecuador, durante el periodo 1990-2021”**, previo a la obtención del título de **Economista**, de autoría del estudiante **José Mateo Ordóñez Ordóñez, con cédula de identidad Nro. 1104841679**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:  
JOSE  
RAFAEL  
ALVARADO  
LOPEZ

Econ. José Rafael Alvarado Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **Autoría**

Yo, **José Mateo Ordóñez Ordóñez**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de la misma. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

### **Firma:**

**Cédula de Identidad:** 1104841679

**Fecha:** 29 de enero de 2024

**Correo electrónico:** jose.m.ordonez@unl.edu.ec

**Celular:** 0993275812

**Carta de autorización por parte del autor para la consulta de producción parcial o total, y publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.**

Yo, **José Mateo Ordóñez Ordóñez**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: “**Incidencia del Proceso de Innovación Tecnológica sobre el Crecimiento Económico en Ecuador, durante el periodo 1990-2021**”, como requisito para optar el título de **Economista**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte y nueve días del mes de enero del dos mil veinticuatro.

**Firma:**

**Autor:** José Mateo Ordóñez Ordóñez

**Cédula:** 1104841679

**Dirección:** Loja

**Correo electrónico:** jose.m.ordonez@unl.edu.ec

**Celular:** 0993275812

**DATOS COPLEMENTARIOS**

**Director de Trabajo de Integración Curricular:** Econ. José Rafael Alvarado Mg. Sc.

### **Dedicatoria**

Este trabajo de integración curricular se lo quiero dedicar a Dios, a mi madre y a mi familia, que invirtieron todo su esfuerzo y tiempo en brindarme una buena educación en la escuela y en el colegio y a mi padre por apoyarme en mi etapa universitaria y enseñarme a ser un joven responsable y ordenado

*José Mateo Ordóñez Ordóñez*

### **Agradecimiento**

Deseo agradecer a Dios, a mi familia y a mis compañeros, que tomaron un rol fundamental en mi formación académica.

A la Universidad Nacional de Loja y a los docentes de la carrera de economía por permitirme cumplir una meta más en mi vida, enriquecerme en conocimiento y formarme para el mercado laboral.

Al Econ. Rafael Alvarado, que con su liderazgo supo guiarme y fue un apoyo fundamental en el desarrollo de mi Trabajo de Integración Curricular

*José Mateo Ordóñez Ordóñez*

## Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación .....	ii
Autoría.....	iii
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de figuras .....	viii
Índice de tablas.....	viii
Índice de Anexos.....	viii
1. Título.....	1
2. Resumen.....	2
2.1. Abstract .....	3
3. Introducción .....	4
4. Marco Teórico.....	7
4.1. Antecedentes .....	7
4.2. Evidencia Empírica .....	11
5. Metodología.....	15
5.1. Tratamiento de datos .....	15
5.2. Estrategia econométrica .....	17
6. Resultados .....	22
7. Discusión.....	35
8. Conclusiones .....	45
9. Recomendaciones .....	48
10. Bibliografía.....	50
11. Anexos.....	63

## Índice de figuras

Figura 1. Línea de tiempo del PIB per cápita y la innovación .....	24
Figura 2. Línea de tiempo de las variables de control.....	25
Figura 3. Gráficas de dispersión.....	26
Figura 4. Causalidad espectral del PIB per cápita y la innovación .....	31
Figura 5. Causalidad espectral del PIB per cápita y la fuerza laboral.....	32
Figura 6. Causalidad espectral del PIB per cápita y el capital .....	33
Figura 7. Causalidad espectral del PIB per cápita y la calidad institucional .....	33

## Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de variables y base de datos .....	16
Tabla 2. Estadísticos descriptivos .....	22
Tabla 3. Raíz unitaria LM y RALS-LM con un quiebre estructural .....	27
Tabla 4. Raíz unitaria LM y RALS-LM con dos quiebres estructurales.....	28
Tabla 5. Test de cointegración de Maki .....	29
Tabla 6. Test de cointegración de Hatemi-J.....	29
Tabla 7. Regresiones de cointegración FMOLS, DOLS y CCR.....	30

## Índice de Anexos

Anexo 1. Prueba VIF.....	63
Anexo 2. Certificación del Abstract.....	64



## **1. Título**

**“Incidencia del proceso de innovación tecnológica sobre el crecimiento económico en Ecuador, durante el periodo 1990-2021”.**

## 2. Resumen

América Latina fue la región más afectada en la recesión económica global de 2020 y, puntualmente, el Ecuador sufrió una contracción económica de 6,2%, incrementando de manera sustancial el desempleo y la pobreza en el país. En consecuencia, el presente trabajo de investigación busca evaluar la relación entre la innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico de Ecuador, a través de técnicas estadísticas y econométricas, con el fin de proponer mecanismos de política orientados a incrementar la producción en el país. Para ello, se recopiló información de la base de datos del Banco Mundial (BM) y de la Guía Internacional de Riesgo País (ICRG); posteriormente, se empleó la cointegración de Maki y Hatemmi-J; se midió la elasticidad a largo plazo mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios Dinámicos (DOLS), Mínimos Cuadrados Ordinarios Completamente Modificados (FMOLS) y Regresión Canónica de Cointegración (CCR); y, se comprobó la causalidad a raíz del método de Causalidad Espectral. Los principales resultados argumentan que no existe causalidad entre la innovación tecnológica y el crecimiento económico en el país, mientras que, el capital y la fuerza laboral toman un papel protagónico en la economía ecuatoriana. Por lo tanto, se recomienda medidas de política orientadas a la capacitación y aprovechamiento de la fuerza laboral, por medio de la inversión productiva.

*Palabras clave:* Crecimiento neoclásico, Capital, Fuerza laboral, Calidad institucional, FMOLS, DOLS, CCR

*Códigos JEL:* O47, E22, J21, E13

## 2.1. Abstract

Latin America was the most affected region in the global economic recession of 2020 and, specifically, Ecuador suffered an economic contraction of 6.2%, substantially increasing unemployment and poverty over the country. Consequently, the present research work seeks to evaluate the relationship between technological innovation, physical capital, labor force and institutional quality with the economic growth of Ecuador, through statistical and econometric techniques, in order to propose mechanisms of policy aimed at increasing production in the country. For this, information was collected from the World Bank database and the International Country Risk Guide; subsequently, the cointegration of Maki and Hatemmi-J was used; long-term elasticity was measured using Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS), Fully Modified Ordinary Least Squares (FMOLS) and Canonical Cointegration Regression (CCR); and, the causality was verified as a result of the Spectral Causality method. The main results argue that there is no causality between technological innovation and economic growth in the country, while capital and the labor force play a leading role in the Ecuadorian economy. Therefore, policy measures aimed at training and taking advantage of the labor force, through productive investment, are recommended.

**Keywords: Neoclassical growth, Capital, Labor force, Institutional quality, FMOLS, DOLS, CCR**

### 3. Introducción

El primer trimestre del 2020 sufrió de una de las mayores coyunturas en la economía global en los últimos años, como consecuencia de la contracción económica orquestada por la pandemia del COVID-19 (Takyi et al., 2023); al reportar una caída en el producto bruto mundial de 3.6%, 6.1 puntos por debajo de lo esperado (Pitterle y Nierman, 2021). De tal manera, hubo una reducción en la actividad económica de los hogares y las empresas, considerados como elementos fundamentales en la economía (BM, 2022). Este suceso se atribuye a las medidas de confinamiento, ya que, explicaron el decrecimiento del PIB en China en 2.8 puntos (Wu et al., 2023). En consecuencia, el comercio a nivel global experimentó una contracción del 8.3% en 2020 (BM, 2021). De hecho, la Organización Mundial del Comercio (WTO) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) ubican al COVID-19 como la mayor amenaza a la economía mundial desde la crisis financiera de 2008 (Chakraborty y Maity, 2020). Naturalmente, algunas regiones como África sub-Sahariana entraron en recesión por primera vez en los últimos años (Takyi et al., 2023); El PIB de India (-7.1%) e Indonesia (-24.4%) fueron los más afectadas en Asia (Behera et al. 2023); mientras que, el PIB de Reino Unido (-25%) encabezó a los afectados en el viejo mundo (Omeluzor et al., 2023). En general, la crisis económica se derramó en gran cantidad de países en Europa, el Sur de Asia y Latino América y el Caribe (Pitterle y Nierman, 2021).

Pese al efecto heterogéneo de la crisis sanitaria, Europa y Asia Central esperan recuperarse significativamente gracias a su status de proveedores competitivos en el mercado internacional, que será crucial en el largo plazo (BM, 2022). Sin embargo, el BM precisa que el panorama de América Latina es más complejo en 2020, reportando las peores cifras de crecimiento económico (-7.7%) respecto a otras regiones de países en vías de desarrollo (Calderon y Kubota, 2021). En adición, existen varios elementos que limitaron la respuesta de países de ingresos bajos y medio-bajos frente a la crisis, como el acceso a endeudamiento interno y externo, sostenibilidad de la deuda pública y el acceso a la ayuda exterior (BM, 2022). En el caso puntual de Ecuador, la actividad económica decreció un 6.2% (Takyi et al., 2023); el dólar entró en una fase de depreciación (NU, 2020; FMI, 2020); y el ingreso de países petroleros cayó junto al precio de los combustibles (FMI, 2020); dando paso al declive del PIB per cápita en 9.19 puntos (BM, 2022). Todos estos factores contribuyeron al incremento sustancial en la tasa de desempleo y la pobreza

en el país durante la pandemia (Martínez et al., 2023).

Partiendo de este escenario, el presente trabajo busca reflejar la realidad económica del país, para lo cual, se toma la teoría de crecimiento neoclásico de Solow (1956) como punto de partida. En donde, se abarca la producción desde el PIB per cápita, el trabajo se conecta con la fuerza laboral y el progreso tecnológico recae en la innovación tecnológica. Se escogió esta teoría tomando en cuenta que Mankiw et al. (1992) ratificaron su confiabilidad para evidencia el contexto internacional. Por lo tanto, varios académicos como Stiglitz (1974) y Romer (1990) se han basado en el trabajo de Solow para proponer un sinnúmero de postulados sobre el crecimiento económico, de igual manera, gran cantidad de evidencia empírica utiliza la teoría de crecimiento neoclásica como base teórica, certificando la veracidad de los supuestos del modelo de Solow.

Una vez expuesto lo anterior, para el desarrollo del trabajo se ha planteado 1) Realizar un análisis de evolución y correlación entre el proceso de innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico del Ecuador, mediante un análisis de estadísticos descriptivos, con la finalidad de comprender las características generales de las variables estudiadas. 2) Estimar la relación existente entre el proceso de innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico del Ecuador, a través de un modelo de cointegración, con la finalidad de evidenciar la capacidad explicativa de las variables independientes respecto a la variable dependiente del modelo en el largo plazo. Y, finalmente 3) Demostrar si existe una relación de causalidad entre el proceso de innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico del Ecuador, a través del modelo de causalidad espectral, con la finalidad de sugerir políticas estructurales que promuevan el crecimiento económico del Ecuador.

En definitiva, el aporte de la investigación se centra en proponer una alternativa sin precedentes frente al estudio del crecimiento económico en el país, diferenciando al estudio por incluir variables que han estado fuera de foco en esta línea de investigación, como la calidad institucional y la innovación. Es decir, se brinda una nueva perspectiva en torno a una línea de investigación tan importante como lo es el crecimiento económico del país en los últimos años. Además, al emplear metodología actualizada, se facilita la comparación y contraste con otros estudios de caso, esto permite enriquecer el análisis y discusión de los resultados, llegando a brindar aportes acordes y precisos respecto al tema de interés. Recapitulando, el aporte del trabajo de investigación busca

cubrir una brecha de literatura existente en el país, a través de metodología actualizada.

A fin de mantener un hilo conductor en el trabajo, se plantea una estructura formal para el mismo. De primera mano, el título, resumen e introducción corresponden a las secciones 1, 2 y 3, respectivamente. El apartado 4 desarrolla las teorías que se han desarrollado en torno al tema con el paso del tiempo y trabajos aplicados en diferentes estudios de caso, segmentados en Antecedentes (4.1) y Evidencia Empírica (4.2). La sección 5, metodología, abarca los datos y procesos econométricos, cuyos resultados se presentan en el apartado 6. La discusión de resultados, conclusiones y recomendaciones pertenecen a los numerales 7, 8 y 9, respectivamente. Finalmente, las referencias bibliográficas y los anexos toman lugar en las secciones 10 y 11.

## 4. Marco Teórico

### 4.1. Antecedentes

Existe gran cantidad de literatura referente al crecimiento económico, de ahí que, ha surgido un sinnúmero de teorías respecto al tema en los últimos años. Una de las teorías pioneras en este aspecto es el modelo de Harrod (1939); Domar (1946), enfocado en la relación ahorro-crecimiento. Este supuesto se basa en una economía desarrollada en torno al equilibrio sostenido, con una tasa de crecimiento y rendimientos constantes, en donde, los autores reconocen la influencia de dos factores de producción, el trabajo (L) y el capital (K), llegando a la premisa de que la tasa de crecimiento económico corresponde a la relación entre el ahorro y los factores de producción.

Algunos años más tarde, surgieron teorías como la de Prebisch (1950), misma que resalta la importancia del conocimiento en la asimilación del progreso tecnológico y en el fortalecimiento y diversificación del sector industrial, factores fundamentales en el incremento de la producción, catalogados, según el autor, como motores de crecimiento económico en países en vías de desarrollo. En este contexto, Lewis (1954) plantea un enfoque similar, al estudiar la relación inherente entre la inversión y la aplicación de nuevos conocimientos técnicos como catalizadores del crecimiento económico, expresando la importancia del ahorro del capital y la fuerza laboral sobre el incremento de la productividad marginal y la disponibilidad de capital.

Dos años más tarde, Solow (1956) plantea el modelo de crecimiento neoclásico, partiendo del supuesto de una economía cerrada con rendimientos constantes a escala, utilizando el capital y el trabajo como los factores de la producción, con rendimientos decrecientes y con la capacidad de sustituirse entre ellos. Posteriormente, Solow (1956) agrega el progreso tecnológico y el capital humano como variables explicativas de la producción, dando a conocer la relación existente entre la inversión, la productividad y la producción. Además, el autor define que la inversión es equivalente al ahorro nacional, por lo tanto, el ahorro está directamente asociado al crecimiento económico.

De manera simultánea, Rostow (1956) propone que el crecimiento económico se desencadena a través de un proceso de despegue hacia el crecimiento sostenido, esta conjetura se centra en la importancia de la innovación tecnológica, la productividad y los procesos productivos sobre la apertura de nuevos sectores manufactureros. Es decir, el autor sustenta que las bases del desarrollo

económico se cimientan en torno a la innovación de procesos de fabricación, la industrialización y la diversificación de los sectores productivos.

A principios de los años sesenta, la teoría de *learning by doing* plantea una visión innovadora respecto al crecimiento económico, pues, a diferencia de la teoría neoclásica, Arrow (1961) sostiene que el cambio tecnológico se atribuye a la experiencia generada, como resultado del proceso de aprender haciendo, por lo cual, el crecimiento surge a partir de factores endógenos como el conocimiento, el capital humano, la formación del capital y la innovación, forjando la base para un sinnúmero de teorías del crecimiento endógeno.

Otra de las grandes teorías que surgieron de manera consecutiva al modelo de Solow, es la teoría de Ramsey (1928); Cass (1965); Koopmans (1963), en donde Cass y Koopmans actualizan la teoría matemática del ahorro, al incluir la capacidad de decisión de los agentes económicos, es decir, las familias tienen la capacidad de elegir entre consumir o ahorrar, con el fin de maximizar la utilidad. Por tal motivo, este modelo plantea que la tasa de ahorro es una variable explicativa del crecimiento económico, obtenida como el producto de una decisión racional.

Desde otra perspectiva, Kuznets (1973) plantea que el crecimiento económico presupone un ineludible proceso de inversión en educación, infraestructura e innovación, y, surge de tres aspectos fundamentales; el avance tecnológico, el desarrollo institucional y la evolución ideológica de los gobiernos. En general, el autor sustenta que un rápido crecimiento arranca a partir de los cambios estructurales producidos por la interacción entre el stock de capital, la innovación tecnológica y la flexibilidad institucional.

Consecutivamente, Stiglitz (1974) propone la incorporación de la utilización de recursos naturales como una limitante de crecimiento, estableciendo una extensión al modelo de Solow (1956). Provocando que la teoría de crecimiento con recursos naturales limitados explique el crecimiento económico por medio del capital, el trabajo, el progreso tecnológico, la inversión, el consumo y los recursos naturales.

En una línea de estudio similar, surgieron varios modelos de crecimiento endógeno, los cuales incluyen el conocimiento y las capacidades de aprendizaje humano como determinantes del crecimiento. Por ejemplo, teorías como la de Romer (1986); Lucas (1988), buscan abordar el



crecimiento económico mediante de las externalidades positivas ocurridas gracias a la inversión de capital, es así que, la inversión no conlleva a la mejora exclusiva de la institución inversionista o los recursos humanos, más bien, la inversión trae consigo una mejora en la capacidad productiva a nivel general.

En síntesis, las teorías de crecimiento endógeno establecen una visión contrapuesta a la teoría neoclásica. En adición, a medida que se incrementa la literatura referente al crecimiento económico, se realizaron estudios cuantitativos en torno al tema, como el de King y Rebelo (1989), en donde se estudia la dinámica transicional aplicando el modelo neoclásico con optimización intertemporal de los hogares.

De manera simultánea, Romer (1990) en conjunto con las extensiones de Grossman y Helpman (1991); Aghion y Howitt (1992), postularon la teoría de cambio tecnológico endógeno, y, sostiene que la producción se ve potenciada por tres factores principales, la combinación de las materias primas, la acumulación de capital y el cambio tecnológico, generado como respuesta a los incentivos del mercado. Asimismo, el autor reconoce la gran importancia del capital, la mano de obra, el capital humano y el nivel tecnológico como bases del crecimiento económico.

Seguidamente, Chari y Hopehayn (1991) estudian la importancia en la innovación tecnológica en los procesos de producción, pues, los autores fundamentan que la difusión de tecnología genera un efecto de retraso, brindando una ventaja competitiva hacia aquellas economías que generan nueva tecnología, en respuesta de la investigación, desarrollo e innovación, frente a aquellas que adoptan y asimilan tecnología extranjera.

A finales del Siglo XX, Mankiw et al. (1992) aplican la función de producción neoclásica con rendimientos decrecientes de capital de Solow, tomando en cuenta el crecimiento poblacional y el ahorro como variables exógenas. En la realización de su estudio, los autores llegaron a la conclusión de que el modelo de Solow es confiable para la evidencia internacional utilizada en su modelo, reconociendo así, tanto la importancia del capital físico y humano, como la capacidad explicativa de los ahorros y la educación en el crecimiento económico.

Dos años después, Romer (1994) propone que el crecimiento es el resultado de un sistema económico endógeno, más no el resultado de fuerzas externas como plantea la teoría neoclásica de

crecimiento económico, ya que, se cuestiona la existencia de la competencia perfecta y los rendimientos crecientes. Es así que, el economista norteamericano recalca la importancia de las políticas gubernamentales y los incentivos del mercado como reformadores del progreso económico a largo plazo.

Un año después, Sala-i-Martin y Barro (1995) plantean una teoría respecto al crecimiento económico que combina los principales aportes de las teorías de crecimiento endógeno con las implicaciones de convergencia planteadas en el modelo neoclásico. Los autores reconocen que el crecimiento a largo plazo está íntimamente relacionado con los descubrimientos realizados por las economías líderes en tecnología, de acuerdo al postulado de *Los Grandes Ciclos de la Economía* planteado por Kondrátiev (1935).

Paralelamente, Sala-i-Martin y Barro (1995) consideran que la producción de un país viene determinada por la productividad, el trabajo, la disponibilidad de bienes intermedios y la cantidad empleada de los tipos de bienes intermedios no duraderos, bajo la condición de que todos los agentes en el país tienen un acceso equitativo a la tecnología. A su vez, los autores reconocen la relevancia del gobierno en el crecimiento económico, pues, expresan que la productividad está determinada por las políticas gubernamentales, reflejadas por los servicios de infraestructura, los impuestos y la ley. Finalmente, la teoría propone que la innovación tecnológica está limitada por dos aspectos principales, los costos de innovación y los derechos de propiedad intelectual, es por esto que los líderes tecnológicos no tienen incentivos suficientes para inventar mientras que los países seguidores tienen muchos incentivos para plagiar o copiar, ya que, copiar es más barato que innovar.

A medida que evoluciona la literatura referente al crecimiento económico, surgen nuevas teorías que atribuyen gran importancia a factores gubernamentales, como por ejemplo, el trabajo de Basu y Weil (1998). Dicho estudio plantea una extensión de los modelos de crecimiento endógeno, en donde, se considera que la difusión tecnológica y la intervención gubernamental sobre las tasas de ahorro son determinantes del crecimiento económico a largo plazo.

De igual manera, Yang y Maskus (2001) estudian la importancia de factores gubernamentales sobre el desarrollo de una economía, de tal manera, los autores recalcan que el establecimiento de derechos de propiedad intelectual y las licencias o patentes son factores impulsores de la

innovación, y, según Acemoglu et al. (2012), dicha variable, en conjunto con la estandarización de los procesos productivos son los motores del crecimiento económico, con más motivo, fomentar la innovación a raíz de patentes y derechos de propiedad intelectual tiene un efecto directo sobre el crecimiento económico.

En el mismo año, Acemoglu et al. (2012) plantean un modelo de crecimiento endógeno con restricciones ambientales y recursos limitados. Los principales hallazgos del estudio revelan que el crecimiento económico sugiere un proceso de innovación tecnológica en energía limpia. Dentro de este marco, los autores plantean algunas medidas de política temporales como impuestos a las emisiones o los subsidios a la investigación son factores cruciales en el cambio tecnológico dirigido.

Tres años después, surge el crecimiento compensatorio descrito por Sachs (2015) en su obra, *La Era del Desarrollo Sostenible*. El autor menciona que este proceso de crecimiento económico acelerado surge a causa de la importación y adaptación de tecnología extranjera por parte de los países en vías de desarrollo, haciendo especial énfasis en la importancia de la difusión tecnológica sobre el crecimiento económico.

#### **4.2. Evidencia Empírica**

Debido a la importancia socio-económica del crecimiento económico y su definición como motor del desarrollo, existe un vasto campo de investigación a nivel internacional relacionado al tema. De primera mano, Lahiri et al. (2018) estudian la importancia de la apropiación tecnológica propuesta por Basu y Weil (1998), en el caso de países subdesarrollados. Zhou et al. (2021) abordan una línea de estudio similar, al estudiar la relación entre el progreso tecnológico y el cambio estructural con el desarrollo económico en China. Ambos autores llegan a conclusiones similares, pues, dan a conocer que la tecnología menos avanzada es más eficiente en países en vías de desarrollo, específicamente, la tecnología de telecomunicaciones, según Maneejuk y Yamaka (2020), de igual manera, su desempeño ambiental y económico depende del nivel económico del país, tal y como manifiestan Aldieri et al. (2023). Afortunadamente, el nivel tecnológico es capaz de mejorar por la vía de aprender haciendo, aumentando su intensidad de capital después de cierto umbral de crecimiento.

Shi et al. (2022) desglosan este concepto en dos ideas, la fusión de la industrialización y la digitalización permite mejorar de manera significativa las habilidades competitivas, gracias a la adopción de tecnología, además, este proceso de industrialización digital genera una fase de innovación tecnológica y trae como resultado la evolución del sector manufacturero, como efecto del aprendizaje, la investigación y desarrollo. Como resultado, economías desarrolladas como la de China, apuestan por el cambio estructural en las industrias y en el progreso tecnológico, al priorizar la innovación frente a la imitación, Shao et al. (2021) estudian este proceso de mejora industrial y su efecto junto a la innovación sobre el crecimiento en la marina, cabe recalcar que, Mensah et al. (2019) enfatizan la importancia de la innovación tecnológica, al denominarla como la principal fuerza conductora de la evolución industrial.

Adicionalmente, Shen et al. (2021) estudian la evolución de la estructura industrial gracias a la inversión extranjera directa en innovación de tecnología verde. Yang et al. (2022) reconocen el nexo entre la diversidad industrial y el progreso tecnológico. En este aspecto, Xing-gang y Wei (2020) determinan que, el crecimiento de la industria fotovoltaica en China es conducido por la innovación tecnológica, es más, la elasticidad a largo plazo de la producción bajo la influencia del progreso tecnológico es mayor a la influencia del capital físico y los factores laborales, ya que, el progreso tecnológico y el crecimiento económico tienen una relación en forma de U. Pradhan et al. (2020) corrobora dicha afirmación en su estudio, y, manifiesta que, aunque existe un enlace de causalidad fuerte a corto plazo entre la innovación tecnológica y el crecimiento económico, el efecto generado en el desarrollo es irregular.

Sin embargo, tanto el emprendimiento como la innovación tecnológica estimulan el crecimiento de manera uniforme a largo plazo, de acuerdo a Cao et al. (2020), cuyos hallazgos reflejan que el desarrollo de una mayor capacidad innovadora es muy importante para el crecimiento económico a largo plazo. Dentro de este concepto, Maradana et al. (2019) encuentran que la innovación estimula el crecimiento económico y confirma la existencia de una relación de causalidad unidireccional y bidireccional entre la innovación y el crecimiento económico en el Espacio Económico Europeo, con la ayuda de la causalidad de Granger (1969). Los resultados de dicha relación varían de país en país en el corto plazo, Gyedu et al. (2021) realizan un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) para las variables, y, explica que el impacto de las mismas varía año con año en los G-7 y las BRICS, evidenciando su efecto heterogéneo en el corto plazo.

De manera contrapuesta, Alariquei et al. (2023) encontraron que la tecnología no demuestra una influencia en el crecimiento de la economía en el análisis de corto plazo, en la región de Medio Oriente y el Norte de África (MENA). Conforme a ello, Shao et al. (2021) comprueban que la innovación y el crecimiento económico se encuentran cointegradas y se promueven mutuamente para el caso de la marina de China. De igual manera, He et al. (2023) emplean la cointegración de Westerlund, cuyos resultados reflejan que el crecimiento económico tiene una relación positiva significativa con la innovación tecnológica y la energía limpia, considerados como pilares del desarrollo sostenible, Lee (2023) toma en cuenta este concepto y menciona que la evolución de la economía recae en el equilibrio de la innovación explotadora y exploratoria para el crecimiento.

Respecto al tema, Bena et al. (2022) establecen que la innovación brinda mayor capacidad de producción al aprovechar más eficientemente el capital, además de otorgar flexibilidad en los procesos productivos cuando cambian las condiciones del mercado, por ende, las economías pueden evolucionar de acuerdo a sus necesidades. Yang et al. (2022) estudian este proceso de evolución y lo relacionan con la creación de ecosistemas que favorecen el emprendimiento e innovación, elementos determinantes del crecimiento económico, según Gang et al. (2023). Lee (2023) explica que la diversificación tecnológica y comercial forman parte medular en este proceso de transición económica hacia el crecimiento económico de alta calidad, como lo definen Zhou et al. (2020). Mientras que, Li y Solaymani (2021) manifiestan que la innovación permite mejorar la eficiencia productiva en dichos sectores emergentes, reflejando el rol del progreso tecnológico en la diversificación del sector industrial estudiado por Yang et al. (2022).

En complemento, Qiu et al. (2023) explican la importancia del progreso tecnológico en la productividad total de factores de la industria manufacturera y su participación en el crecimiento económico sustentable, elemento crucial para el desarrollo balanceado de un país, según Maneejuk y Yamaka (2020). Por su lado Gyedu et al. (2021) encuentran que las patentes y marcas registradas como determinantes de la innovación tienen un impacto significativo en el Producto Interno Bruto (PIB) per-cápita. Dentro de la misma línea, Jia et al. (2023) definen a la innovación como un factor clave en la metamorfosis hacia el crecimiento sostenible. Mohsin et al. (2022) agregan que al incrementar la investigación y desarrollo se promueve el crecimiento mediante un proceso de producción tecnológica avanzada. Aldieri, et al. (2023) profundiza el tema, al tomar en cuenta la innovación en tecnología verde y su impacto equilibrado en el crecimiento económico y en la

conservación ambiental, tal y como plantea Jia et al. (2023). Talebzadehhosseini y Garibay (2022) dan a conocer que la innovación tecnológica es un factor crucial en el crecimiento, ya que permite desarrollar nuevos productos y mejorar la capacidad productiva de las naciones.

Ni et al. (2023) estudian este fenómeno, a partir del capital intangible, cuyos hallazgos plantean que el capital de software y el capital de investigación son promotores del crecimiento económico. Weng et al. (2023) complementan la idea al manifestar que la innovación es un multiplicador del crecimiento económico regional y nacional, al utilizar el derrame geográfico de la tecnología planteado por Aldieri, et al. (2023). Este tipo de externalidades de la innovación, facilita la difusión tecnológica, abordada por Cao et al. (2020); Alarique et al. (2023). Zhou et al. (2020) plantea que el estado puede catalizar este proceso de difusión, con herramientas como la preferencia de tecnología en innovación, ya que, el estado tiene un rol importante en la tecnología, según Boeing et al. (2022).

En general, ha existido un gran avance en la investigación de temas que giran en torno a la innovación y el crecimiento económico en los últimos años, pues, abundantes estudios han evaluado la relación de estas variables en las economías de varios grupos de países como los BRICS, los G-7, el EEA y países asiáticos como China y Malasia. Es notable la ausencia de países en vías de desarrollo, tanto sudamericanos como africanos en la lista, es así que, se identifica una gran Brecha de Literatura para países como Colombia, Ecuador, Perú, República Democrática del Congo, Sudán del Sur, Venezuela, etc. Ya que, a pesar de que la evidencia empírica brinda pautas sobre el nexo entre las variables estudiadas, la capacidad de sacar conclusiones precisas para los países antes mencionados es bastante limitada, ya que, no existe evidencia empírica enfocada en países de una estructura socioeconómica similar. A partir de estas afirmaciones, el presente trabajo de investigación busca cubrir parte de dicha brecha de literatura, al estudiar la relación entre la innovación y el crecimiento económico para el caso del Ecuador.

## 5. Metodología

### 5.1. Tratamiento de datos

En la Tabla 1 se presenta la descripción de las variables empleadas en la realización del presente trabajo de investigación, para lo cual, se recopiló información de la base de datos del Banco Mundial (2022) y de la Guía Internacional de Riesgo País (ICRG, 2022) respecto al caso de Ecuador, en el periodo 1990-2021. La variable dependiente del modelo es el crecimiento económico, variable que se evalúa por medio del Producto Interno Bruto per-cápita (Ai y Zhou, 2023; Doré y Teixeira, 2023; Oroud et al., 2023), medido en dólares a precio constante 2010. La innovación tecnológica es una determinante del crecimiento económico (Li y Wei, 2021; Haldar et al., 2023; Lin y Yuan, 2023), por lo tanto, se plantea como variable independiente del modelo, interpretada por las solicitudes de patentes, según varios autores (Jin et al., 2022; Schäper et al., 2023;), medida en unidades. De manera análoga, el capital físico influye en el crecimiento económico (Yasmeen et al., 2021; Zaman et al., 2021; Li et al., 2022), por esta razón, se considera como una variable de control, figurado por la formación bruta de capital, de acuerdo a Khan et al. (2022), medido en dólares a precio constante 2010. De igual manera, la fuerza laboral interviene en la producción, tal y como menciona Zhang et al. (2023), en respuesta, se toma en cuenta dentro del modelo, representada por la población económica activa, medida en unidades. A la par, la calidad institucional interfiere en el crecimiento económico (Sohag et al., 2023; Wang et al., 2023), entonces, se especifica como una variable de control, estimada por el riesgo país, medida por medio de un índice de 12 puntos. Finalmente, para facilitar el tratamiento de los datos, se calculó el logaritmo del PIB per-cápita, la formación bruta de capital, la fuerza laboral y la innovación.

**Tabla 1.***Descripción de variables y base de datos*

<i>Tipo de Variable</i>	<i>Variable</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Definición</i>	<i>Medida</i>	<i>Fuente</i>
Dependiente	Producto Interno Bruto per cápita	PIB	El PIB per cápita representa el valor agregado total de los bienes y servicios finales fabricados por residentes nacionales, más impuestos y menos subsidios, dividido entre la población.	USD constantes 2010	Banco Mundial 2022
Independiente	Innovación	IN	La innovación se expresa como el número de solicitudes de patentes presentadas sobre un producto o proceso que proporciona una nueva forma de hacer algo u ofrece una nueva solución técnica a un problema, en una oficina nacional.	Unidades	Banco Mundial 2022
Control	Capital Físico	C	Formación Bruta de Capital (anteriormente inversión interna bruta) consiste en los desembolsos por adiciones a los activos fijos más los cambios netos en el nivel de inventarios	USD constantes 2010	Banco Mundial 2022
Control	Fuerza Laboral	FL	Población total entre 15 y 64 años como porcentaje de todos los residentes, independientemente del estatus legal o ciudadanía.	Unidades	Banco Mundial 2022
Control	Calidad Institucional	CI	Para el caso de la calidad institucional (IQ) se utiliza un índice de 12 puntos tomados de la “Guía Internacional de Riesgo País (ICRG)”. Este índice contiene; Estabilidad Gubernamental, Condiciones Socioeconómicas, Perfil de Inversión, Conflictos Internos, Conflictos Externos, Corrupción, Milicia en la Política, Tensiones Religiosas, Ley y Orden, Tensiones Étnicas, Contabilidad Democrática y Calidad de la Burocracia	Índice de 0 a 12	Guía Internacional de Riesgo País 2022



## 5.2. Estrategia econométrica

El presente trabajo de investigación busca describir los factores que inciden en la relación existente entre el crecimiento económico y la innovación tecnológica, por medio del uso de valores numéricos y procesos econométricos, con el fin de obtener resultados que describan la relación entre las variables, y, posteriormente, explicar los hallazgos obtenidos durante el proceso cuantitativo.

### 5.2.1. Objetivo específico 1

*Realizar un análisis de evolución y correlación entre el proceso de innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico del Ecuador, mediante un análisis de estadísticos descriptivos, con la finalidad de comprender las características generales de las variables estudiadas.*

De primera mano, se empleó una tabla de estadísticos descriptivos, líneas de tiempo de las variables y diagramas de dispersión entre la innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral, la calidad institucional y el crecimiento económico, con la finalidad de resumir las características principales de las variables, presentar la evolución de las mismas y evaluar la intensidad de su relación, respectivamente.

### 5.2.2. Objetivo específico 2

*Estimar la relación existente entre el proceso de innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico del Ecuador, a través de un modelo de cointegración, con la finalidad de evidenciar la capacidad explicativa de las variables independientes respecto a la variable dependiente del modelo en el largo plazo.*

En segundo lugar, con la finalidad de estimar la relación a largo plazo existente entre el proceso de innovación tecnológica y el crecimiento económico, se siguieron los siguientes pasos. En primera instancia, se comprobó la estacionariedad de las variables plantadas en el modelo, para lo cual, se empleó la Prueba de raíz unitaria con rupturas estructurales (LM), propuesta por Schmidt y Phillips (1992), basada en varios trabajos (Dickey y Fuller, 1981; Bhargava, 1986; Phillips y Perron, 1988) y la Prueba de raíz unitaria con quiebres estructurales y errores no normales (RALS-LM), propuesta

por Meng et al. (2014). La ecuación (1), detallada a continuación, presenta la prueba de raíz unitaria LM, propuesta por Schmidt y Phillips (1992).

$$\Delta y_t = \delta' \Delta z_t + \phi \tilde{y}_{t-1} + \sum_{j=1}^p c_j \Delta \tilde{y}_{t-j} + e_t, \quad (1)$$

En donde  $\tilde{y}_t = y_t - \tilde{\psi} - z_t \tilde{\delta}$ ,  $t = 2, \dots, T$ ;  $\tilde{\delta}$  es el vector de coeficientes en la regresión de  $\Delta y_t$  en  $\Delta z_t$  y  $\tilde{\psi}$  es la estimación de máxima verosimilitud restringida de  $\psi$ , dada por  $y_1 - z_1 \tilde{\delta}$ . El estadístico  $\tilde{\tau}_{LM}$  prueba la hipótesis nula cuando  $\phi = 0$ , y, finalmente, se incluye el término  $\Delta \tilde{y}_{t-j}$ ,  $j = 1, \dots, p$  para controlar los errores autocorrelacionados.

Según varios autores (Akram et al., 2020; Yilanci y Pata, 2020), la prueba de raíz unitaria RALS-LM es más efectiva que otros test, ya que agrega información respecto a los errores anormales. Este modelo, planteado por Meng et al. (2014), se describe seguidamente en la ecuación (2).

$$\Delta y_t = \delta' \Delta z_t + \phi \tilde{y}_{t-1} + \sum_{j=1}^p g_j \Delta \tilde{y}_{t-j} + \hat{w}'_t \gamma + e_t, \quad (2)$$

La ecuación (2) se obtiene al aumentar la ecuación (1) con  $\hat{w}_t$ . Dónde  $\hat{w}_t = [\hat{e}_t - m_2, \hat{e}_t^3 - m_3 - 3m_2 \hat{e}_t]'$ . El modelo de cumple bajo la condición de momentos  $E[g(e_t) \otimes F_t] = 0$ ,  $t = 1, 2, \dots, T$ . Dónde,  $g(e_t) = (e_t, [h(e_t) - K]')$  con  $K = E(e_t)$  y  $h(e_t)$  es una función no lineal del error  $e_t$ . El estadístico correspondiente para la hipótesis nula es  $\tau_{RLM}$ .

Una vez que se comprobó que las variables son estacionarias, se emplearon los modelos de cointegración con múltiples cambios estructurales propuestos por Maki (2012), tal y como se plantea en las ecuaciones. La ecuación (3) presenta un modelo de cointegración con cambio de niveles, la ecuación (4) presenta el modelo de cambio de régimen y reconoce los cambios estructurales en el parámetro  $\beta$  en adición con el error. La ecuación (5) es una extensión de la ecuación (4), al tomar en cuenta la tendencia de las variables, y, finalmente, la ecuación (6) corresponde al modelo de cointegración con cambios estructurales respecto a los niveles, tendencias y regresores.

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \mu_i D_{i,t} + \beta' x_t + \mu_t, \quad (3)$$

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \mu_i D_{i,t} + \beta' x_t + \sum_{i=1}^k \beta_i' x_t D_{i,t} + \mu_t, \quad (4)$$

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \mu_i D_{i,t} + y_t + \beta' x_t + \sum_{i=1}^k \beta_i' x_t D_{i,t} + \mu_t, \quad (5)$$

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \mu_i D_{i,t} + y_t + \sum_{i=1}^k y_{it} D_{i,t} + \beta' x_t + \sum_{i=1}^k \beta_i' x_t D_{i,t} + \mu_t, \quad (6)$$

En las ecuaciones (3), (4), (5) y (6) se presentan las variables  $y_t$  y  $x_t = (x_{1t}, \dots, x_{mt})$  donde  $t = 1, 2, \dots, T$ ,  $y_t$  es un escalar y  $x_t$  es un vector del tipo  $(m \times 1)$ ,  $\mu_t$  es el error de equilibrio,  $\beta' = (\beta_1, \dots, \beta_m)$  y  $\beta_i' = (\beta_{i1}, \dots, \beta_{im})$  son parámetros reales y  $D_{i,t}$  toma el valor de 1 si  $t > T_{Bi}$  y 0 si  $t \leq T_{Bi}$ , ( $i = 1, 2, \dots, k$ ), donde  $k$  es el número máximo de rupturas estructurales y  $T_{Bi}$  corresponde al periodo de tiempo en el que se da la ruptura.

Una vez que se confirmó la existencia de cointegración, se estimó la elasticidad de la relación a largo plazo entre las variables, a través del Método de mínimos cuadrados ordinarios completamente modificados (FMOLS), planteado por Bones-Phillips y Hansen (1990), mínimos cuadrados ordinarios dinámicos (DOLS), propuesto por Stock y Watson (1993) y el modelo de regresión canónica de cointegración (CCR), planteado por Park (1992). Según Ali Khan (2019), el modelo de mínimos cuadrados ordinarios completamente modificados permite corregir la endogeneidad, el sesgo y la correlación serial, al emplear el estimador heterogéneo de FMOLS para cointegración de panel, planteado por Pedroni (2001). Por consiguiente, el modelo de FMOLS se demuestra en la ecuación (7).

$$\begin{aligned} \ln PIB_t = & \beta_0 + \beta_1 \ln IN_t + \beta_2 \ln PC_t + \beta_3 \ln LF_t + \beta_4 IQ_t + \sum_{i=-q}^q \delta_i \Delta IN_{t-i} + \sum_{i=-q}^q \delta_i \Delta PC_{t-i} \\ & + \sum_{i=-q}^q \delta_i \Delta LF_{t-i} + \sum_{i=-q}^q \delta_i \Delta IQ_{t-i} + \bar{\omega} D_i + e_t \end{aligned} \quad (7)$$

Donde  $q$  representa el orden de rezago, determinado en función del criterio de Schwarz y  $D_i$  representa la variable dummy de los quiebres estructurales, en base a los resultados de la cointegración de Maki (2012).

De igual manera, se mide la relación a largo plazo, con la ayuda del estimador de mínimos cuadrados ordinarios dinámicos (DOLS), propuesto por Stock y Watson (1993), para la cual,  $y_t = (\ln PIB)$  es un escalar y  $x_{it} = (\ln IN_t \ln PC_t \ln LF_t IQ_t)$  es un vector de dimensión  $n$ , vinculado a esto,  $(y_t, x'_t)'$  es un vector dimensional de observaciones del tipo  $(n + 1)$ , que se detalla en la ecuación (8).

$$y_t = \alpha_1 + \lambda_i t + \theta_t + y'x_t + e_{it}^* \quad (8)$$

Donde el vector de cointegración entre  $x_t$  e  $y_t$  es igual a  $(1, -y')$ , además,  $y_t - y'x_t$  es el error de equilibrio compuesto, mismo que comprende el efecto específico individual  $\alpha_1$ , la tendencia lineal  $\lambda_i t$  y el factor temporal específico  $\theta_t$ , de acuerdo a Lin y Nelson (2018).

De manera complementaria, se emplea el modelo planteado por Park (1992), conocido como la regresión canónica de cointegración (CCR), dicho estimador elimina el sesgo de segundo orden del método mínimos cuadrados ordinarios, dado que, transforma de las variables, tal y como se muestra.

$$y_{1t}^* = \beta' + y_{2t}^* + u_{1t}^* \quad (9)$$

Donde:

$$u_{1t}^* = u_{1t} - \Omega_{12}\Omega_{22}^{-1}u_{2t}, \quad (10)$$

La ecuación (9) considera que los componentes estocásticos transformados, tales como  $y_{1t}^*$  e  $y_{2t}^*$  están cointegrados bajo el concepto de Engle y Granger (1987), mientras que la ecuación (10) explica el error en la matriz de covarianza a largo plazo  $\Omega$ . Es así que, Montalvo (1995) sostiene que la transformación de las variables elimina la endogeneidad causada por la correlación a largo plazo de  $y_{1t}$  e  $y_{2t}$  y el sesgo por la posible correlación cruzada de  $u_{1t}$  y  $u_{2t}$ .

### 5.2.3. Objetivo específico 3

*Demostrar si existe una relación de causalidad entre el proceso de innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico del Ecuador, a través del modelo de causalidad espectral, con la finalidad de sugerir políticas estructurales que promuevan el crecimiento económico del Ecuador.*

Según Tastan (2015), el test de causalidad espectral propuesto por Breitung y Candelon (2006) permite predecir el efecto de una variable en un periodo de tiempo en el futuro y es más fácil de emplear que modelos predecesores como el de Granger (1969); Geweke (1982) ; Hosoya (1991). Este modelo se representa en la ecuación (11).

$$\theta(L)z_t = \varepsilon_t, \quad (11)$$

Donde, se emplea la medida de causalidad en el dominio-frecuencia de Geweke (1982) y Hosoya (1991),  $z_t$  es un vector de series de tiempo bidimensional con una representación VAR de orden finito, para  $t=1, \dots, T$ . En segunda instancia,  $\theta(L) = I - \theta_1 L - \dots - \theta_p L^p$  es un rezago polinomial de  $2 \times 2$  con  $L^k z_t = z_{t-k}$ . El vector del error  $\varepsilon_t$  tiene ruido blanco, con  $E(\varepsilon_t) = 0$  y una matriz de covarianza positiva definida  $\Sigma = E(\varepsilon_t \varepsilon_t')$ .

Siendo  $G$  la matriz triangular inferior de la descomposición de Cholesky  $G'G = \Sigma^{-1}$  de igual manera  $E(n_t n_t') = I$  y  $n_t = G \varepsilon_t$ , cuando el sistema es estacionario se representa de acuerdo a la ecuación (12).

$$z_t = \Phi(L)\varepsilon_t = \begin{bmatrix} \Phi_{11}(L) & \Phi_{12}(L) \\ \Phi_{21}(L) & \Phi_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} = \psi(L)n_t = \begin{bmatrix} \Psi_{11}(L) & \Psi_{12}(L) \\ \Psi_{21}(L) & \Psi_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_{1t} \\ n_{2t} \end{bmatrix}, \quad (12)$$

## 6. Resultados

### 6.1. Objetivo específico 1

*Realizar un análisis de evolución y correlación entre el proceso de innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico del Ecuador, mediante un análisis de estadísticos descriptivos, con la finalidad de comprender las características generales de las variables estudiadas.*

La Tabla 2 presenta los estadísticos descriptivos de las variables estudiadas en el modelo. Inicialmente, se detalla que la media del PIB per cápita, el capital físico, la fuerza laboral, la innovación y la calidad institucional son de 8.38(4417.76 USD), 23.3(13257111999 USD), 15.63(6151767.52 individuos), 5.91(429.23 patentes) y 4.73 puntos, respectivamente. En segunda instancia, el PIB per cápita exhibe la menor desviación estándar, así pues, es el indicador más consistente, a diferencia de la innovación, que es la determinante más discontinua del modelo. Al mismo tiempo, la prueba de Jarque-Bera (1987) da a conocer que los residuos de todas las variables presentan una distribución normal, a excepción de la innovación. Por otro lado, el PIB per cápita, el capital físico, la fuerza laboral presentan asimetría hacia la derecha, mientras que la fuerza laboral y la innovación presentan una asimetría hacia la izquierda. En base a los resultados de la prueba de curtosis, se puede inferir que todas las variables presentan una distribución platicúrtica, a excepción de la innovación, que posee una distribución leptocúrtica.

**Tabla 2.**

*Estadísticos descriptivos*

	<i>PIB per cápita</i>	<i>Capital Físico</i>	<i>Fuerza Laboral</i>	<i>Innovación</i>	<i>Calidad Institucional</i>
Media	8.38	23.30	15.63	5.91	4.73
Desviación estándar	0.14	0.44	0.22	0.63	0.26
Mínimo	8.21	22.64	15.21	4.42	4.33
Máximo	8.60	23.92	15.96	6.74	5.33
Jarque-Bera	3.50	3.28	1.67	6.88*	1.65
Asimetría	0.26	0.04	-0.24	-1.12*	0.43
Curtosis	1.46*	1.43*	1.99	3.37	2.29
Shapiro-Wilk	0.87**	0.89**	0.95	0.86**	0.96
Observaciones	32	32	32	32	32

Finalmente, la prueba de normalidad Shapiro-Wilk (1965) refleja que las variables PIB per cápita,

capital físico e innovación no presentan una distribución normal, ya que sus valores son inferiores a 0.95, mientras que, las variables fuerza laboral y calidad institucional presentan una distribución normal.

Avanzando con el tema, la Figura 1 trae a colación la evolución del crecimiento económico y la innovación en Ecuador, durante el periodo estudiado. Por su parte, el panel A exhibe el comportamiento de la producción en los últimos años, apoyado en la base de datos del Banco Mundial. En este contexto, se observa un espacio de frágil crecimiento del PIB per cápita que no superó al 2% desde 1990 a 1998, año en el que se identifica el primer punto de umbral, ya que, para el periodo 1999 se presentó el segundo escenario económico más grave en los últimos 30 años, con un decrecimiento de 6.60%. Este suceso se debió principalmente a la caída del precio del petróleo, conjuntamente con la crisis inflacionaria y financiera presente en el país, dichos aspectos desencadenaron el feriado bancario, medida que estuvo vigente por aproximadamente un año.

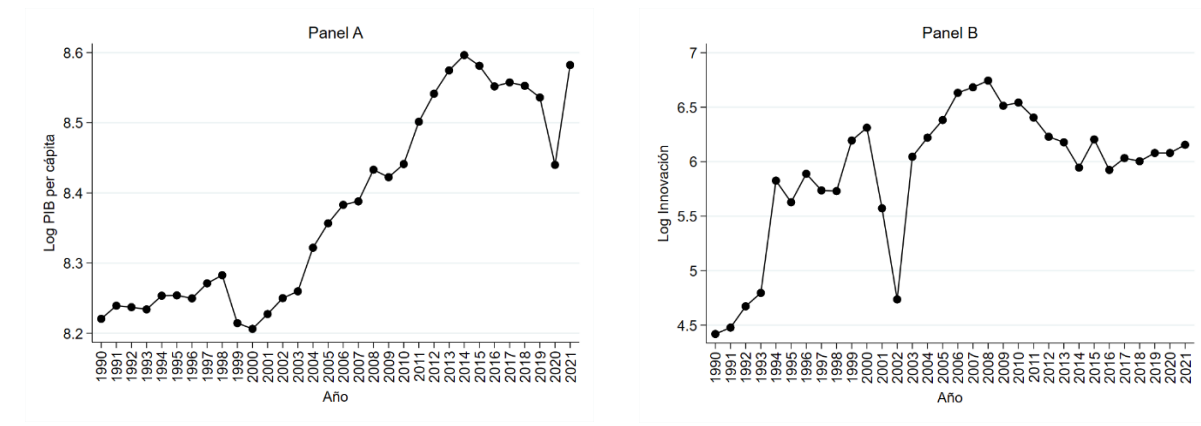
Una vez instaurado el dólar como moneda nacional del Ecuador y con el fortalecimiento del precio por barril de petróleo, el PIB per cápita experimentó un proceso de expansión sostenida, desde 2000 a 2014, con lapsos exitosos como 2004 con una tasa de crecimiento de 6.41% o 2011 con una tasa de 6.22%. Es preciso tener presente que el año 2014 corresponde a un punto de umbral, pues, antecede un cambio en la tendencia de los valores, en donde, el 2020 presenta un decrecimiento de 9.19%, como consecuencia de la crisis sanitaria protagonizada por el virus COVID-19. Merece la pena subrayar que este periodo es considerado como la mayor crisis económica de la cual se tiene registro en el país. Un año más tarde, la nación experimentó un crecimiento de 15.30% como efecto rebote de este acontecimiento.

En paralelo, el panel B expone la trayectoria de la innovación con el paso del tiempo. De manera general, se puede constatar que la innovación se ha ido consolidando conforme pasa el tiempo, sin embargo, existen periodos con fluctuaciones bastante llamativas. Prueba de ello es el periodo 1994, donde las solicitudes de patentes incrementaron en un 180%, es decir, casi se duplicaron respecto al periodo anterior, pasando de 121 solicitudes a 339. Este acontecimiento se explica gracias a la expansión económica mundial, impulsada por la globalización. Otro claro ejemplo corresponde al periodo 2000-2002, al pasar de 551 a 114 solicitudes, de manera conjunta al feriado bancario. En otras palabras, la caída del sector financiero limitó las fuentes de apalancamiento de los *startups* y emprendimientos innovadores, que requieren de una inversión inicial para establecerse en el

mercado. Por su parte, el periodo 2009-2014 percibe una disminución de la innovación, que viene de la mano del proceso de inestabilidad política en la nación, la cual, condujo al golpe de estado policial ocurrido el 30 de septiembre de 2010 y recordado como el 30s. Finalmente, se reconoce un decrecimiento de la variable en 2016, como consecuencia del terremoto de 7.8 grados en la escala de Richter, que azotó al país el 16 de abril del mismo año y la caída del barril de petróleo hasta \$40.76, el dato más bajo registrado desde 2005.

**Figura 1.**

*Línea de tiempo del PIB per cápita y la innovación*



La Figura 2 describe el progreso de las variables de control desde 1990 hasta el 2021. En primer lugar, el panel A destaca la participación de la formación bruta de capital conforme avanza el tiempo, denotando una tendencia positiva, a excepción de los períodos 1999 y 2015-2016. Es oportuno elogiar la labor del Plan de Gobierno 2000-2003, propuesto por el Dr. Gustavo Noboa Bejarano, ya que, logró aumentar la formación bruta de capital considerablemente, al destinar gran parte de los ingresos del gobierno central hacia la inversión productiva, modificando el plan de financiamiento del programa de inversiones, este accionar le permitió al estado conseguir 2 de los 3 períodos más fructíferos en cuanto a formación bruta de capital, con un incremento de 20.26% en 2001 y 18.09% en 2002. En los periodos posteriores, la bonanza económica del país, permitió la realización de proyectos como las hidroeléctricas, refinerías y vías de comunicación a nivel nacional, que se tradujeron en un incremento en la inversión productiva, sin embargo, la tendencia cambia después del periodo 2014, debido a la caída del precio del petróleo en un 48.60%, pasando de \$96.29 en 2014 a \$49.49 en 2015, según los precios fijados por la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEC). El impacto del precio del petróleo ha sido tal que, la formación bruta de capital ha incrementado en un 25.93% gracias a la transición del precio por barril de

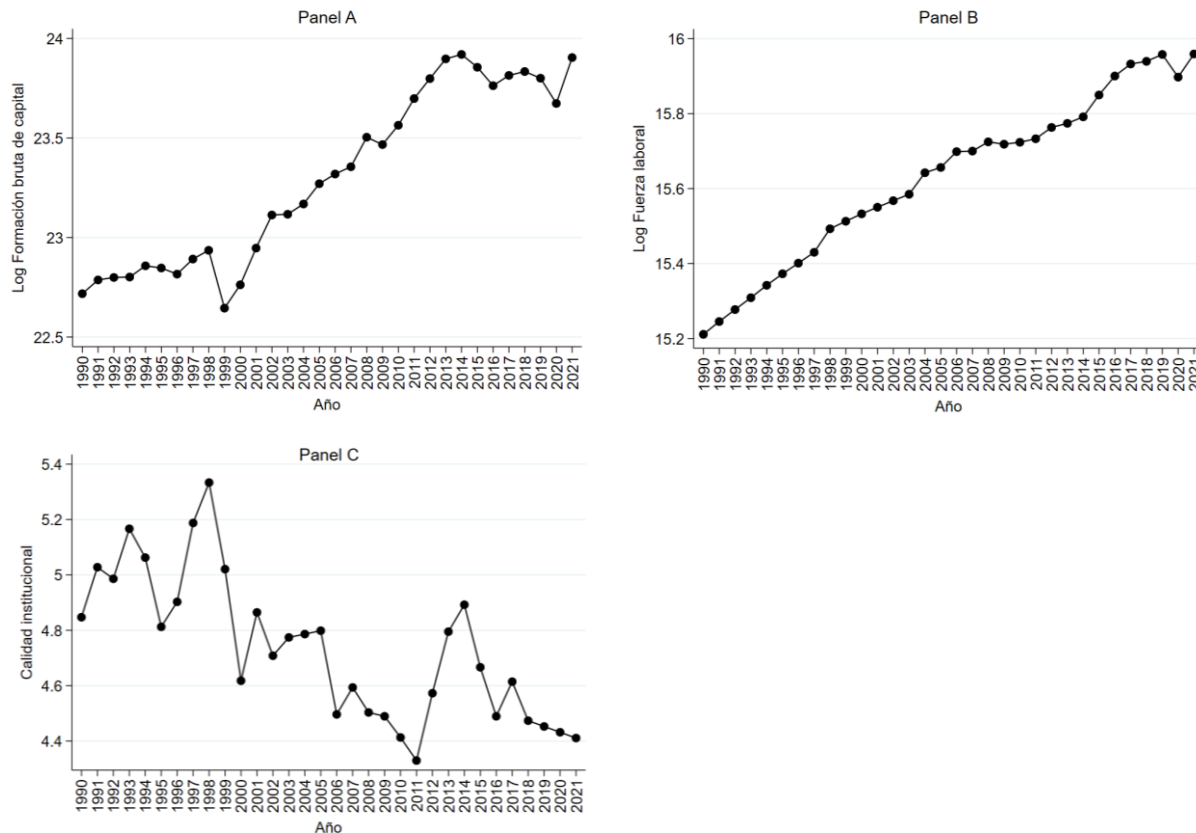


petróleo, de \$41.47 en 2020 a \$69.89 en 2021, acorde a los datos de la OPEC.

En la parte derecha, el panel B esboza el desempeño de la fuerza laboral, cuya tendencia se mantiene positiva en todo el lapso de tiempo estudiado, a excepción de los periodos 2009 y 2020, donde se presentaron los virus A(H1N1) y COVID-19, respectivamente. En tercer lugar, el panel C traza la intervención de la calidad institucional. Es notable la existencia de inestabilidad institucional desde los primeros años, debido a varios sucesos, como el conflicto bélico del Cenepa en 1995 o el golpe de estado militar del 2000, que llevó al Dr. Gustavo Noboa al poder, tras derrocar al entonces presidente Jamil Mahuad.

**Figura 2.**

*Línea de tiempo de las variables de control*



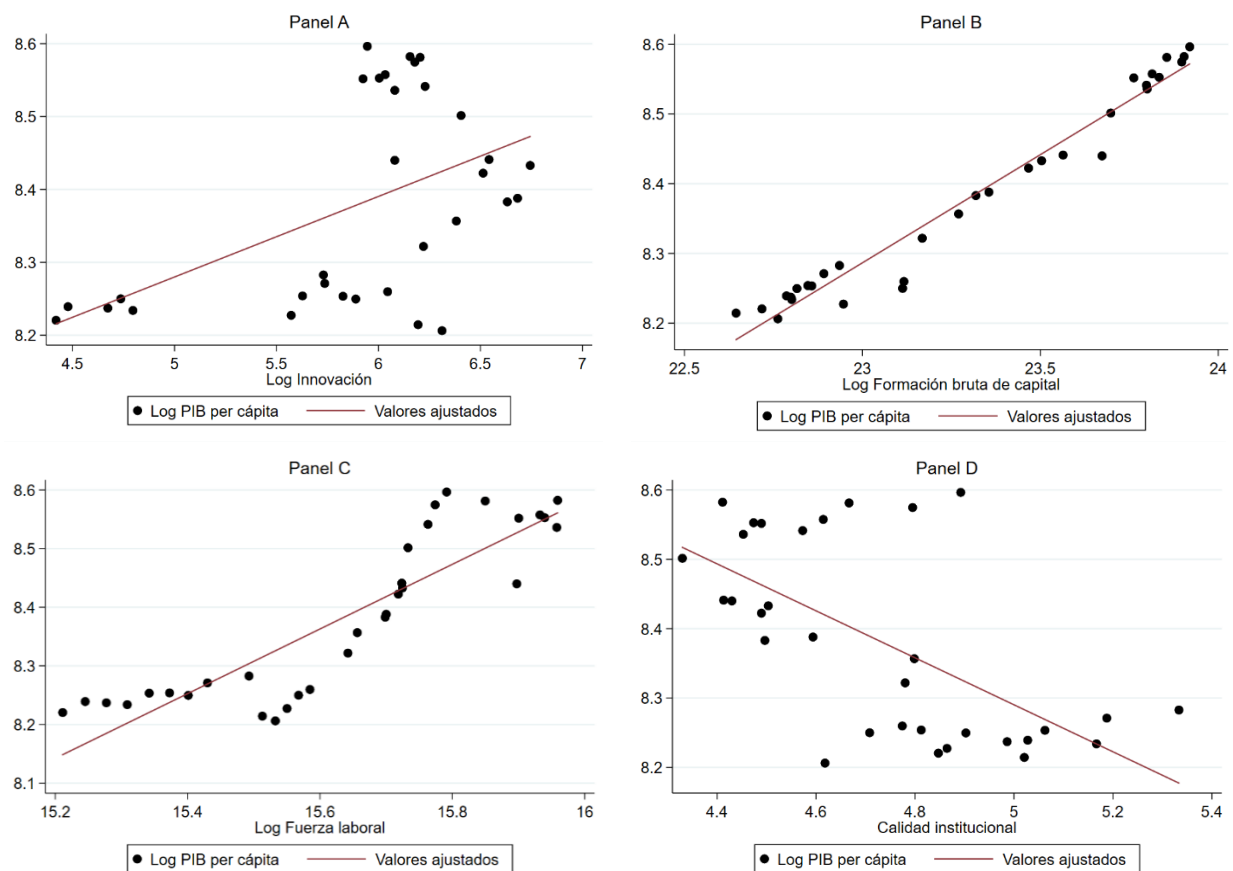
La Rebelión de los Forajidos, que tuvo lugar en 2005 y le arrebató el cargo de presidente a Lucio Gutiérrez, para otorgárselo a Alfredo Palacio, los sobornos e irregularidades presentados desde 2006 a 2011 por empresas petroleras extranjeras como Odebrecht, las protestas de 2015 en contra de los impuestos a la plusvalía y a las herencias y las manifestaciones de 2019 como rechazo a la subida del precio de los combustibles. Estos y otros factores entierran al Ecuador como un país

plagado por la corrupción e impericia institucional, de tal modo que, todos los valores presentados por la variable calidad institucional son inferiores a 6, en una escala de 1 a 12, es decir, por debajo de la mitad.

La Figura 3 expone la intensidad de la relación entre las determinantes del modelo y el crecimiento económico. Así pues, los paneles A, B, C y D proyectan las gráficas de dispersión del PIB per cápita con la innovación, la formación bruta de capital, la fuerza laboral y la calidad institucional. De primera mano, el panel A corrobora una relación positiva débil entre las variables, ya que, gran proporción de la producción ecuatoriana está orientada hacia recursos naturales, por medio de procesos productivos simples, que trascienden de la innovación tecnológica.

**Figura 3.**

*Gráficas de dispersión*



El panel B de la Figura 3 distingue una relación positiva muy fuerte entre las variables. Por ende, la inversión productiva en infraestructura y maquinaria tiene un rol fundamental en el crecimiento económico del país. Algo similar ocurre con el panel C, al notar una relación positiva fuerte entre

los indicadores. Sin embargo, el panel D diserta una relación negativa entre el PIB per cápita y la calidad institucional, de manera contrapuesta a los hallazgos presentados en literatura previa. En otras palabras, el país tiende a experimentar lapsos de auge económico a medida que la eficiencia institucional disminuye.

## 6.2. Objetivo específico 2

*Estimar la relación existente entre el proceso de innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico del Ecuador, a través de un modelo de cointegración, con la finalidad de evidenciar la capacidad explicativa de las variables independientes respecto a la variable dependiente del modelo en el largo plazo.*

La primera condición que deben cumplir las variables previamente a la prueba de cointegración es la estacionariedad, y, por ende, no exista raíz unitaria. Con el fin de comprobar esta circunstancia, tomando en cuenta los quiebres estructurales identificados en el panel B de la Figura 1 y en el panel C de la Figura 2, se emplean las pruebas de raíz unitaria, con uno y dos quiebres estructurales. La Tabla 3 especifica los resultados de las pruebas de raíz unitaria LM y RALS-LM con un quiebre estructural, es así que, el test LM da a conocer que todas las variables, a excepción de la calidad institucional, poseen raíz unitaria con un nivel de significancia de 1%. Dichos resultados evidencian el comportamiento tendencial de las variables, especialmente el PIB per cápita, el capital y la fuerza laboral.

**Tabla 3.**

*Raíz unitaria LM y RALS-LM con un quiebre estructural*

	LM		RALS-LM		
	$\tau$	Quiebre	$\tau$	$\rho^2$	Quiebre
PIB per capita	-3.45**	2011	-4.24***	0.59	2003
Capital	-4.83***	2014	-5.38***	0.79	2012
Fuerza laboral	-4.85***	2006	7.89***	0.52	2003
Innovación	-5.41***	2001	-5.18***	0.87	2011
Calidad institucional	-5.45***	2012	-6.27***	1.00	2001

La Tabla 4 proporciona los resultados de las pruebas de raíz unitaria LM y RALS-LM con dos quiebres estructurales. Los valores adoptados por el estadístico  $\tau$  en el test LM, sugieren que todas las variables, a excepción de la innovación, tienen raíz unitaria con un nivel de significancia del 1%. Esto se debe a que aspectos como la fuerza laboral, el PIB y el capital presentan una tendencia a largo plazo, ya sea positiva o negativa. En el caso de la innovación es diferente, ya que, las

patentes son artefactos nuevos, sin precedentes, por lo cual, no dependen del número de descubrimientos realizados en periodos anteriores. Por tanto, se recurre al método de la primera diferencia, con la finalidad de suprimir el componente tendencial de las determinantes, cumpliendo la condición de estacionariedad.

**Tabla 4.**

*Raíz unitaria LM y RALS-LM con dos quiebres estructurales*

	<i>LM</i>		<i>RALS-LM</i>			
	$\tau$	Periodo de quiebre	$\tau$	$\rho^2$	Periodo de quiebre	
PIB per cápita	-3.75**	2008 2014	-9.83***	0.85	2003	2018
Capital	-5.02***	2005 2014	-7.53***	0.52	2002	2012
Fuerza laboral	-5.02***	2006 2015	-7.90***	0.98	2006	2018
Innovación	-6.97***	2001 2006	-8.50***	1.03	2002	2012
Calidad institucional	-5.58***	2008 2012	-8.34***	0.75	2001	2017

Siguiendo con el tema, con el fin de constatar la relación entre las determinantes del modelo se plantean los modelos de cointegración de Maki (2012) y Hatemi-J (2008). La Tabla 5 provee los resultados para Maki (2012), cuya interpretación se realiza tomando en cuenta el valor crítico planteado por el autor para cada modelo, con tres rupturas estructurales, cuatro regresores y un nivel de significancia del 1%. En primer lugar, las rupturas estructurales del modelo de cointegración con cambio de niveles (0) corresponden a los periodos 2001, 2010 y 2016, relacionados con la crisis económica y financiera post feriado bancario, la crisis política culminada en el golpe de estado policial del 30s y el terremoto que abatió al país, con una magnitud de 7.8 grados en la escala de Richter, sumado a la caída en el precio del petróleo a \$40.76 por barril, respectivamente. El valor del test estadístico equivale a -4.42, de tal manera, se encuentra que no existe cointegración, de manera similar al modelo de cointegración con cambio de niveles y tendencia (1).

Por su parte, el modelo de cointegración con cambio de regímenes (2) difiere de los apartados anteriores en los dos primeros periodos de ruptura estructural, situados en 2004 y 2011, donde se registraron tasas de crecimiento económico sobresalientes, iguales a 6.41% y 6.22%, para ser preciso. El valor de la prueba estadística alcanza los -8.31 puntos, por lo cual, avala la existencia de cointegración entre las variables. Finalmente, el valor del test estadístico para el modelo de cointegración con cambios estructurales respecto a los niveles, tendencias y regresores (3), es igual a -10.55, ratificando la existencia de cointegración entre los regresores y el crecimiento económico. Es necesario tener presente que los quiebres estructurales en el modelo (3) se enclavan en los

periodos 2000, 2006 y 2014, en efecto de la crisis post feriado bancario, la crisis institucional generada por los hechos de corrupción atados a empresas petroleras y la paralización de la Refinería Esmeraldas por más de un mes, ligada a la caída del precio del petróleo, respectivamente.

**Tabla 5.**

*Test de cointegración de Maki*

	<i>Modelos</i>	<i>Test Estadísticos</i>	<i>Periodo de quiebre</i>		
			Primero	Segundo	Tercero
PIB=f (IN, C, FL, CI)	Modelo 0	-4.42	2001	2010	2016
PIB=f IN, C, FL, CI)	Modelo 1	-4.44	2001	2010	2016
PIB=f (IN, C, FL, CI)	Modelo 2	-8.31***	2004	2011	2016
PIB=f (IN, C, FL, CI)	Modelo 3	-10.55***	2000	2006	2014

*Nota.* \*, \*\* y \*\*\* representan el nivel de significancia al 1%, 5% y 10%.

Modelo 0: cambio de niveles

Modelo 1: cambio de niveles con tendencia

Modelo 2: cambio de regímenes

Modelo 3: cambio de regímenes con tendencia

De manera complementaria, el test de cointegración de Hatemi-J ofrece otro punto de vista válido para verificar la existencia de cointegración entre los regresores del modelo y el PIB per cápita. De manera general, el 2010 corresponde al punto de inflexión en la tendencia de las variables, ya que, los estadísticos  $Z_t$  y  $Z_a$ , lo consideran como el único periodo de ruptura estructural, mientras que el estadístico ADF lo toma como el segundo punto de quiebre, esto se debe en gran medida a la crisis institucional vivida en el país, ya mencionada anteriormente. Los resultados del estimador ADF y  $Z_t$  sugieren la existencia de una tendencia estocástica común, ya que, con un nivel de significancia del 1%, no se puede rechazar la hipótesis nula de no cointegración. Sin embargo, no se puede rechazar la hipótesis nula de no cointegración del estadístico  $Z_a$ .

**Tabla 6.**

*Test de cointegración de Hatemi-J*

	<i>Test estadístico</i>	<i>Valores críticos</i>			<i>Periodo de quiebre</i>	
		1%	5%	10%	Primero	Segundo
ADF	-12.09***	-8.35	-7.90	-7.71	1994	2010
$Z_t$	-15.05***	-8.35	-7.90	-7.71	2010	2010
$Z_a$	-53.63***	-140.14	-123.87	-116.17	2010	2010

Una vez comprobado el hecho de que las variables se mueven de manera conjunta a lo largo del tiempo y mantienen una distancia equilibrada a largo plazo, se mide la elasticidad de dicha relación, por medio de FMOLS DOLS y CCR. La Tabla 7 presenta los resultados para los tres métodos empleados. Los FMOLS refleja que todas las determinantes mantienen una relación inelástica con

el PIB per cápita, puesto que los índices son inferiores a 1, de las cuales, el capital y la fuerza laboral son significativos con un nivel de significancia del 1%, mientras que, la innovación es significativa con un nivel de significancia del 10%. En este contexto, la fuerza laboral es el regresor más consistente del modelo, ya que, al incrementar en una unidad la fuerza laboral, se espera que el PIB per cápita incremente en 50 centavos, en el largo plazo. Por otro lado, el capital colabora al incremento del PIB en 34 centavos por cada dólar y la innovación aporta con 2 centavos al incrementar en una unidad.

Del mismo modo, el DOLS concuerda con estos resultados, pues, nuevamente, el capital y la fuerza laboral y el capital toman mayor protagonismo, a pesar de que la innovación y la calidad institucional no son significativas. Finalmente, la CCR halla que la innovación es significativa, con un nivel de significancia de 5%, sin embargo, al igual que en las pruebas anteriores, el capital y la fuerza laboral se llevan el papel principal como determinantes del crecimiento económico. Denotando que la economía ecuatoriana se cimenta en torno a la producción de bienes que no precisan de un proceso de producción complicado, lo cual recae en que la fuerza laboral capaz de realizar labores simples, generalmente relacionadas con la agricultura, y la formación bruta de capital, que permite magnificar la producción y facilita la movilización e intercambio de productos. En cambio, la innovación tecnológica tiene una actuación ínfima en la producción, debido a la débil estructura industrial enfocada al sector tecnológico en el país.

**Tabla 7.**

*Regresiones de cointegración FMOLS, DOLS y CCR*

	<i>FMOLS</i>	<i>DOLS</i>	<i>CCR</i>
Capital	0.34*** (9.95)	0.31*** (8.22)	0.42*** (8.40)
Fuerza laboral	0.50*** (3.65)	0.63*** (4.12)	0.53** (2.68)
Innovación	0.02* (2.28)	0.02 (1.73)	0.04** (3.11)
Calidad institucional	0.02 (0.91)	0.02 (0.76)	0.01 (0.33)
Constante	-0.03** (-3.18)	-0.03*** (-3.30)	-0.03** (-3.25)

*Nota.* \*, \*\* y \*\*\* representan el nivel de significancia al 1%, 5% y 10%.

### **6.3. Objetivo específico 3**

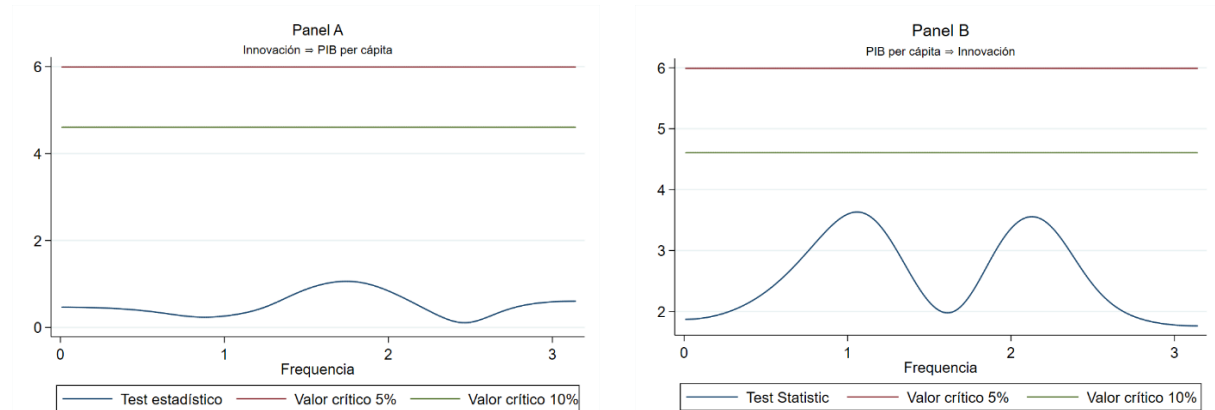
*Demostrar si existe una relación de causalidad entre el proceso de innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico del*

*Ecuador, a través del modelo de causalidad espectral, con la finalidad de sugerir políticas estructurales que promuevan el crecimiento económico del Ecuador.*

En última instancia, tras haber comprobado la existencia de cointegración y medir la elasticidad en el largo plazo de las determinantes con el crecimiento económico, se lleva a cabo un modelo de causalidad espectral, a fin de comprobar si existe una relación causa-efecto en el modelo. La Figura 4 despliega los resultados obtenidos para el PIB per cápita y la innovación. El panel A sitúa los resultados del test estadístico respecto al crecimiento económico, como efecto de la innovación, para el corto, mediano y largo plazo, representados por las frecuencias 1, 2 y 3, respectivamente. Dando a conocer que el estimador no supera el valor crítico, con un nivel de significancia de 5% en ningún punto. Lo mismo ocurre con el panel B, en donde se plantea a la innovación como un efecto del crecimiento económico.

**Figura 4.**

*Causalidad espectral del PIB per cápita y la innovación*



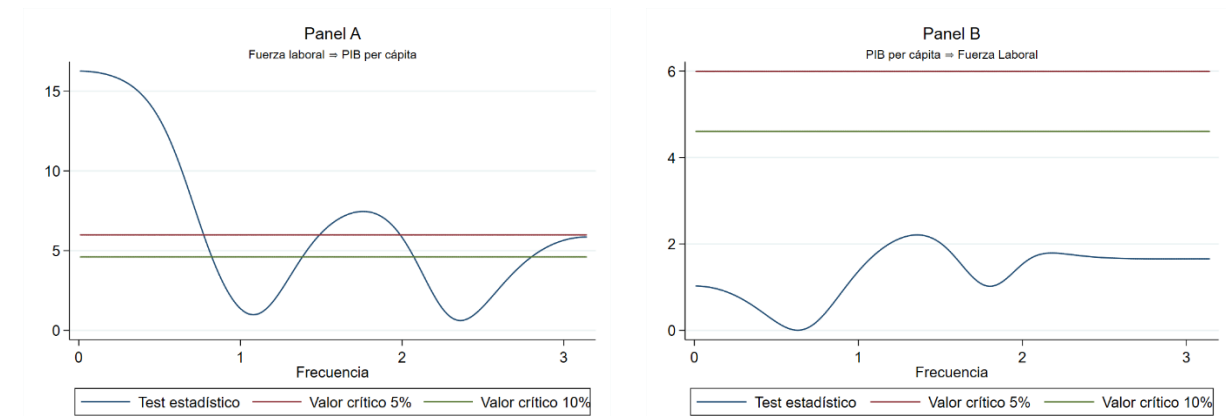
Por ello, tal y como ya se venía anticipando en los resultados de FMOLS, DOLS y CCR, la relación entre las variables es minúscula y, por lo tanto, no existe un lazo de causalidad entre las mismas, es decir, para el caso de Ecuador, la innovación tecnológica no causa crecimiento económico en el corto, mediano y largo plazo y viceversa. Dicha lógica exterioriza la situación económica nacional, dado que, la innovación no ha jugado un papel imperceptible en la producción, como consecuencia de la fuerte influencia de competidores internacionales en el mercado ecuatoriano. Para dimensionar el problema, según los datos del BM (2022), en el periodo 1990-2021, la importación de bienes, servicios, mercadería y servicios comerciales equivalen, en promedio, al 51% del PIB. En efecto, el desarrollo de nuevos artefactos e instrumentos tecnológicos está

fuertemente condicionado por la competencia global (Pradhan et al., 2020); ligada a empresas multinacionales que producen a gran escala.

Avanzando con el tema, la Figura 5 expone los resultados de la causalidad espectral para el PIB per cápita y la fuerza laboral, donde el panel A especifica al crecimiento económico, como efecto de la fuerza laboral y el panel B puntualiza a la fuerza laboral como efecto del crecimiento económico. Una vez más, la fuerza laboral demuestra ser una determinante consistente del modelo, pues tiene una relación de causalidad unidireccional sobre el PIB en el corto y mediano plazo, con un valor crítico del 5%, justo como se observa en el panel A. Por otro lado, el panel B expresa que el crecimiento económico no causa un incremento en la fuerza laboral en el corto, mediano o largo plazo. Se puede deducir, en base a los resultados, la fuerte dependencia del crecimiento económico respecto a la fuerza laboral, como resultado del bajo nivel de automatización de los procesos productivos en las empresas ecuatorianas.

**Figura 5.**

*Causalidad espectral del PIB per cápita y la fuerza laboral*



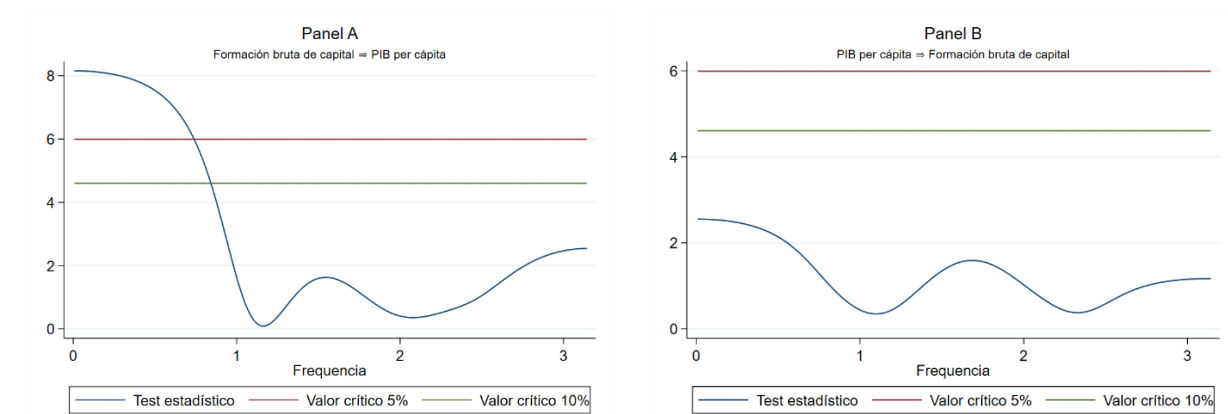
Adicionalmente, la Figura 6 trae a colación los resultados de causalidad espectral para el PIB per cápita y el capital. El panel A traza los resultados del test estadístico respecto al crecimiento económico, como efecto del capital, para el corto, mediano y largo plazo, representados por las frecuencias 1, 2 y 3, respectivamente. Identificando que el estimador supera el valor crítico, con un nivel de significancia de 5%, en la frecuencia 1. En cambio, el panel B enfoca al capital como efecto del crecimiento económico, a partir de ello se comprueba que el estimador no supera el valor crítico en ningún punto. Por lo tanto, se puede deducir que existe una relación de causalidad unidireccional, pues, la formación bruta de capital causa crecimiento económico en el corto plazo,



sin embargo, dicho lazo desaparece en el mediano y largo plazo, a la par que el crecimiento económico no causa una variación en la formación bruta de capital. Esta relación arroja la importancia de la inversión en activos como maquinaria, infraestructura y equipo de transporte en la reactivación de la producción.

**Figura 6.**

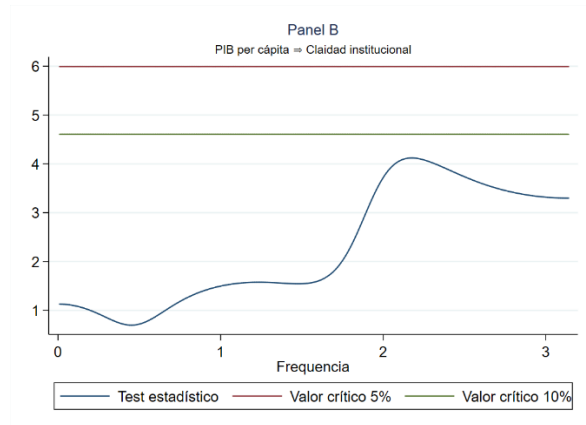
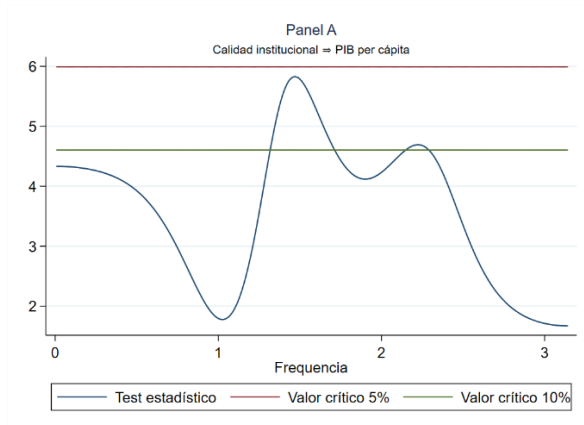
*Causalidad espectral del PIB per cápita y el capital*



Para culminar con los resultados, la Figura 7 especifica los resultados de la causalidad espectral entre el PIB per cápita y la calidad institucional. El panel A dibuja los resultados del test estadístico respecto al crecimiento económico, como efecto de la calidad institucional. Los coeficientes del test estadístico no superan el valor crítico, con un nivel de significancia del 5%, en ningún punto de la gráfica, sin embargo, interceptan la gráfica en la frecuencia 1 y 2 con un nivel de significancia del 10%. Paralelamente, panel B enfoca a la calidad institucional como efecto del crecimiento económico, a partir de ello se comprueba que las observaciones presentan el mismo comportamiento que en el panel A. Denotando que, para el caso ecuatoriano, la calidad institucional causa crecimiento económico, pero no es correspondida. Estas afirmaciones se antepone a la literatura revisada previamente, en vista de que el crecimiento económico promueve un incremento en los ingresos del Estado, y, por este motivo, facilita la gestión de recursos destinados a la administración pública y articulación institucional. En fin, se espera que el estado cumpla un papel multiplicador en el crecimiento económico, gracias a los instrumentos de política, como subsidios, aranceles, impuestos, controles cambiarios, etc. Sin embargo, la realidad del Ecuador pertenece a la otra cara de la moneda, en la cual, el Estado se limita a ejercer un papel de espectador, a medida que la economía nacional evoluciona por si sola.

**Figura 7.**

*Causalidad espectral del PIB per cápita y la calidad institucional*



## 7. Discusión

### 7.1. Objetivo específico 1

*Realizar un análisis de evolución y correlación entre el proceso de innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico del Ecuador, mediante un análisis de estadísticos descriptivos, con la finalidad de comprender las características generales de las variables estudiadas.*

El presente trabajo de investigación definió la relación entre la innovación, la formación bruta de capital, la fuerza laboral y la calidad institucional y el crecimiento económico, enmarcado en tres ejes fundamentales. Inicialmente, se estudió la evolución y correlación de los actores del modelo, por medio de la Tabla 2 y las Figuras 1, 2 y 3. En segundo lugar, los resultados de los modelos de Maki (2012) y Hatemi-J (2008), expuestos en las Tablas 5 y 6, facilitaron el análisis la relación de cointegración de las variables. A la par, los valores ilustrados por los FMOLS, DOLS y CCR, señalados en la Tabla 7, describieron la elasticidad en el largo plazo. Finalmente, la causalidad espectral, explicada en las Figuras 4, 5, 6 y 7 corroboró la relación de causalidad entre los regresores y el crecimiento económico.

En primera instancia, en la investigación se encontró un espacio de frágil crecimiento del PIB per cápita que no superó al 2% desde 1990 a 1998, atribuido al bajo precio del petróleo en el lapso de 1990 a 1999, descrito por la CEPAL (2009). A pesar de lo anterior, Gosh (2013) manifiesta que los países en vías de desarrollo experimentaron un incremento de 600% en el ingreso de capital privado durante el periodo 1990-1996. Sin embargo, la deficiencia estructural de los países subdesarrollados, principalmente asiáticos, condujo a la crisis financiera de 1997, afectando seriamente a la situación económica mundial. De manera contrapuesta, la CEPAL (1999) describe el panorama económico de América Latina en 1998 como esperanzador, pues, en un principio, el ahorro externo jugó un papel fundamental en la inversión y en la expansión del mercado internacional y, como consecuencia, la oferta laboral se disparó.

Sin embargo, pese al entorno optimista a nivel latinoamericano, los datos del BCE (1998) respaldan los hallazgos del trabajo, dando a conocer que el sector manufacturero de Ecuador se hallaba en un trance, aunque las empresas de productos químicos, especialmente aquellos que

intervienen en la agricultura, tuvieron un gran desempeño en la economía. Los registros del BCE también reflejan el fuerte impacto del fenómeno del niño en la balanza de pagos, puesto que las exportaciones del país disminuyeron en un 3.2% y las importaciones de bienes y servicios subieron en un 5.5%, de tal manera, la producción nacional se achicó en pro de los estragos provocados por las fuertes lluvias e inundaciones, lo cual orilló al estado a sustituirla por recursos del extranjero.

En sucesión, los resultados de la investigación precisan que el periodo 1999 presentó el segundo escenario económico más grave en los últimos 30 años, con un decrecimiento de 6.60%. Existieron varios factores que contribuyeron a la progresión de esta coyuntura económica. Acorde a esto, la CEPAL (1999) explica como la crisis financiera internacional ocasionó una caída en el precio de los productos primarios, dando paso a un ciclo de contracción económica y recesión para la región de Latino América durante el primer semestre de 1999. De igual manera, el segundo trimestre de 1999 trajo consigo un recorte de la producción petrolera de las naciones que conforman la OPEC, como respuesta a los bajos precios del petróleo (CEPAL, 2009). Por su parte, conforme al BCE (2000), la producción de crudo en el país disminuyó en 800 mil barriles en 1999. En complemento, acorde a los datos de la Administración de Información Energética del gobierno de Estados Unidos (EIA, 2023), el precio internacional del barril de petróleo, medido por el crudo WTI, se ubicó en sus valores más bajos en el intervalo de 1998-1999, promediando cerca de 17 dólares por unidad. Estos elementos afectaron claramente al rendimiento del petróleo ecuatoriano en el mercado internacional, pues, disminuyeron tanto el valor monetario del producto, como el volumen de producción y exportación, explicando los resultados obtenidos para el periodo 1999.

Sin embargo, estos no fueron los únicos determinantes de la crisis, dado que, la CEPAL (1999) afirma que la caída en el precio del petróleo condujo a magnificar el déficit fiscal y externo. Bajo este contexto, las fuentes de apalancamiento del extranjero suspendieron sus lazos con la economía ecuatoriana, empeorando el sistema financiero del país (BCE, 1999). Además, la inflación fue un factor que contribuyó a la crisis de 1999, al situarse en 60.7%, 17.3% más que el año anterior (BCE, 1999). Dentro de la misma línea, la CEPAL (1999) encontró que la moneda local de gran parte de países latinoamericanos perdió valor a finales de los 90s y el informe de política monetaria y financiera de 1999, publicado por el BCE (1999), corrobora dicha información, al identificar una tendencia alcista a partir del 19 de febrero de 1999. Así, la inestabilidad en el tipo de cambio desencadenó un feriado bancario del 8 al 12 de marzo, sin embargo, dicha medida estuvo vigente

por aproximadamente un año.

En síntesis, el crecimiento económico del Ecuador ha sido azotado por múltiples factores de diferente índole, tanto internos como externos. Por un lado, el declive del principal recurso de exportación y la estructura indeleble del país lo hizo frágil frente a las coyunturas del extranjero, es decir, al ser una economía inmadura, en vías de desarrollo, existen muchos factores que pueden disparar una estabilidad. En este caso específico, la crisis financiera internacional que arremetió con los países del sudeste asiático o la crisis de Brasil fueron dos aspectos de peso en la evolución del PIB. En suma, la negligencia de instituciones frente a la inestabilidad cambiaria y la inflación llevaron al país a hundirse en déficit fiscal.

No obstante, el estudio encontró que el comportamiento del PIB es más alentador a partir del 2000, tras haber instaurado el dólar como moneda nacional del Ecuador, apuntando al crecimiento económico gracias a la estabilidad cambiaria (BCE, 2000); y, con el fortalecimiento del precio del barril de petróleo, pasando de \$19.34 en 1999 a \$30.38 en 2000 (EIA, 2023). Este aumento del precio del petróleo en un 57% indujo una expansión económica sostenida que duraría hasta 2014 (CEPAL, 1999). Durante el intervalo de tiempo, se presentaron algunos lapsos exitosos como 2004 con una tasa de crecimiento de 6,41%, como consecuencia de un escenario antepuesto a la crisis de 1999. En este sentido, el precio del barril de crudo WTI subió hasta \$41.51 en 2004 (EIA, 2023); sumado al incremento del valor agregado petrolero (VAP), impulsado por la construcción del Oleoducto de Crudos Pesados (OCP) (BCE, 2010). Siguiendo esta idea, la CEPAL (2005) advierte que esta obra facilitaría un incremento en el volumen de producción y exportación del crudo desde el tercer trimestre del 2003. En efecto, la producción nacional contó con 26.9 millones de barriles más que en el periodo anterior, lo cual permitió a las exportaciones petroleras superar a las exportaciones no petroleras por primera vez (BCE,2010).

De igual manera, otros sectores tuvieron gran relevancia en el crecimiento del PIB en 2004, un claro ejemplo recae en la explotación de minas y canteras y las remesas, que tuvieron una participación fundamental (22.9% y 5.3%) sobre el PIB ecuatoriano (BCE, 2010). Por su lado, el aumento de transferencias asociadas a las remesas robusteció a la banca, que destinó gran proporción de recursos a brindar créditos orientados al consumo (BCE, 2004); rubro que según datos del BCE (2010) constituyó la mayor parte del PIB en el periodo 2000-2009, con una participación promedio de 66.6%, llevando así a la nación al primer superávit de cuenta corriente

desde el 2000.

Es preciso tener presente que el año 2014 corresponde a un punto de umbral, debido a la caída del precio del petróleo en un 48.60%, pasando de \$96.29 en 2014 a \$49.49 en 2015 (OPEC, 2023). Además, el 2020 presenta un decrecimiento de 9.19%, como consecuencia de la crisis sanitaria protagonizada por el virus COVID-19. El BM (2022) profundiza el tema, dando a conocer que la pandemia afectó a la actividad económica de dos elementos primordiales en la economía nacional como son los hogares y empresas. De igual manera, la recesión económica mundial causada por el COVID-19 y el aislamiento social desencadenaron una pérdida masiva de puestos de trabajo, perjudicando en gran medida a los hogares y empresas, principalmente en los países de bajos y medianos ingresos (Ijarotimi y Ubom, 2023). En paralelo, Omeluzor et al. (2023) aducen casos que presentaron tendencias similares al caso de Ecuador como el de Reino Unido, en donde la contracción de la actividad económica condujo a un decrecimiento del PIB en un 25%, denotando la gran huella del COVID-19 sobre la economía mundial y, por consiguiente, en la economía nacional. Así, merece la pena subrayar que los resultados del trabajo señalan este periodo como la mayor crisis económica de la cual se tiene registro en el país, reflejando la realidad económica y social generada por el COVID-19, abordada anteriormente por los autores.

Respecto a la evolución de la innovación, el estudio encontró que esta determinante se ha ido consolidando conforme pasa el tiempo, gracias a la inversión pública en innovación y en la capacitación de talento humano, de manera similar a los hallazgos de Schwartz y Guaipatín (2014), publicados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Prueba de ello es el periodo 1994, donde las solicitudes de patentes incrementaron en un 180%, es decir, casi se duplicaron respecto al periodo anterior. Maradana et al. (2019) presentaron resultados similares, al ubicar al periodo 1989-2000 como uno de los más fructíferos respecto a innovación en el EEA. En cambio, el periodo 2000-2002 sufrió de un colapso en la innovación, al pasar de 551 a 114 solicitudes, de manera conjunta al feriado bancario. En otras palabras, la caída del sector financiero limitó las fuentes de apalancamiento de los *startups* y emprendimientos innovadores, que requieren de una inversión inicial para establecerse en el mercado. En esta línea, el desarrollo financiero y la innovación van de la mano, puesto que tienen un impacto idéntico sobre el crecimiento económico (Li y Wei, 2021). En contraste, el efecto de los fallos del mercado y la actuación de instituciones reguladoras como espectadores pasivos en el caso ecuatoriano han conllevado a un proceso de

innovación deficiente (BID, 2014).

La formación bruta de capital va denotando una tendencia positiva conforme avanza el tiempo, a excepción de los períodos 1999 y 2015-2016. Asimismo, el colapso de la formación bruta de capital en 1999 se generó como una caída en la inversión del 35.5% debido a la desconfianza generada en base a la inestabilidad financiera y cambiaria del país (BCE, 1999). A pesar de ello, es oportuno elogiar la labor del Plan de Gobierno 2000-2003, propuesto por Gustavo Noboa, ya que, logró aumentar la formación bruta de capital considerablemente, al destinar gran parte de los ingresos del gobierno central hacia la inversión productiva, modificando el plan de financiamiento del programa de inversiones. De manera análoga, el BCE (2002) concede dicho incremento en la formación bruta de capital a la adquisición de materiales de uso industrial y de construcción. En los periodos posteriores, la bonanza económica del país, permitió la realización de proyectos como el OCP, las hidroeléctricas, refinerías y vías de comunicación a nivel nacional, que se tradujeron en un incremento en la inversión productiva, sin embargo, la tendencia cambia después del periodo 2014, debido a las fluctuaciones en el precio del petróleo, cuyo impacto ha sido tal que, la formación bruta de capital ha incrementado en un 25.93% gracias a la transición del precio por barril de petróleo, de \$41.47 en 2020 a \$69.89 en 2021 (OPEC, 2023).

En cuanto al desempeño de la fuerza laboral, la tendencia se mantiene positiva en todo el lapso de tiempo estudiado, a excepción de los periodos 2009 y 2020, donde se presentaron los virus A(H1N1) y COVID-19, respectivamente. En cuanto a la intervención de la calidad institucional, es notable la existencia de inestabilidad institucional desde los primeros años, debido a varios sucesos que entierran al Ecuador como un país plagado por la corrupción e impericia institucional, de tal modo que todos los valores presentados por la variable calidad institucional están por debajo de la mitad. Bajo la misma perspectiva, la corrupción es una de las principales limitantes en la diversificación de exportaciones, especialmente en naciones exportadoras de materia prima, particularmente en el caso de Camerún (Ngameni et al., 2023). Respecto al tema, una posible alternativa apunta hacia el gasto en calidad institucional, al combatir la corrupción y promover la innovación tecnológica simultáneamente (Zhang et al., 2023). Sumado a eso, la calidad de las instituciones fomenta el crecimiento a largo plazo del sector no petrolero (Hasanov et al., 2023). Asimismo, tomando en cuenta que el sector extractivo es de vital importancia en países como Ecuador y Perú, considerados como territorios petroleros (Laastad, 2022); otros sectores

productivos se han visto acotados por las restricciones gubernamentales, que ralentizan la innovación y evolución de los emprendimientos, especialmente en países latinoamericanos (Olavarrieta y Villena, 2014).

## 7.2. Objetivo específico 2

*Estimar la relación existente entre el proceso de innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico del Ecuador, a través de un modelo de cointegración, con la finalidad de evidenciar la capacidad explicativa de las variables independientes respecto a la variable dependiente del modelo en el largo plazo.*

De manera preliminar, se encontró la presencia de raíz unitaria en las variables, al igual que varios trabajos similares como los de Maradana et al., 2019; Alarique et al., 2023; Maneejuk y Yamaka, 2020, por lo cual se realizó el método de la primera diferencia, cumpliendo así la condición de estacionariedad en todas las determinantes. Siguiendo con el tema, los resultados del modelo de cointegración de Maki (2012) con cambio de niveles (0) y el modelo de cointegración con cambio de niveles y tendencia (1) concuerdan que no existe cointegración bajo estos criterios. Estos resultados evidencian que los cambios de regímenes y los cambios estructurales juegan un papel importante en la relación a largo plazo de las variables, en efecto de la volatilidad de las variables con el paso del tiempo.

Por su parte, el modelo de cointegración con cambio de regímenes (2) y el modelo de cointegración con cambios estructurales respecto a los niveles, tendencias y regresores (3) profundizan el análisis de cointegración y difieren de los apartados anteriores, avalando la existencia de cointegración entre los actores del modelo. Los periodos identificados como puntos de quiebre giran en torno a al escenario post dolarización, el espacio de inestabilidad política que desembocó en el 30s y los estragos provocados por el terremoto del 16 de abril. Adicionalmente, el test de cointegración de Hatemi-J ofrece otro punto de vista válido para verificar la existencia de cointegración entre los regresores del modelo y el PIB per cápita. De manera general, el 2010 corresponde al punto de inflexión en la tendencia de las variables, ya que, los estadísticos  $Z_t$  y  $Z_a$ , lo consideran como el único periodo de ruptura estructural, mientras que el estadístico ADF lo toma como el segundo punto de quiebre. Los resultados del estimador ADF y  $Z_t$  sugieren la existencia de una tendencia estocástica común, ya que, con un nivel de significancia del 1%, no se puede rechazar la hipótesis



nula de no cointegración. Sin embargo, no se puede rechazar la hipótesis nula de no cointegración del estadístico  $Z_a$ .

En síntesis, los test confirman la existencia de cointegración entre la innovación, formación bruta de capital, fuerza laboral y calidad institucional con el PIB per cápita, de manera similar a los hallazgos de varios autores (Maneejuk y Yamaka, 2020; Mughal et al., 2022; Li y Solaymani 2021; Raihan, 2023). Alariquei et al. (2023) parte de esta relación para garantizar el protagonismo de la organización sistemática de la innovación tecnológica en todos los niveles, al permitir la articulación de los actores económicos, cubriendo una amplia cantidad de conocimiento que permite maximizar el rendimiento del sector manufacturero y de servicios, por medio de técnicas innovadoras. Simultáneamente, la innovación tecnológica y el consumo de energía tienen un efecto conjunto sobre el PIB, específicamente en las economías del Sur de Asia (Mughal et al., 2022). Mientras que, Maneejuk y Yamaka (2020) plantean que la innovación y el crecimiento económico no están cointegrados para los países del Este asiático, sin embargo, puntualizan que los resultados tienen el riesgo de ser imprecisos, ya que, la innovación podría tener un efecto no lineal sobre el PIB. En contraste, la innovación y el crecimiento económico evolucionan de manera similar y se complementan simultáneamente, sin embargo, el impacto de la innovación se derrama en los sectores productivos y muchas veces no afecta directamente a la producción, sino que mejora la productividad (BID, 2014); la eficiencia operacional, la calidad de los productos, procesos de fabricación, etc. Es decir, mejora las ventajas competitivas de las empresas (CEPAL, 2016); aterrizando un sinnúmero de oportunidades en el mercado internacional.

Los resultados avalan la existencia de cointegración, lo cual supone que hay una relación a largo plazo entre las variables del modelo (Engle y Granger, 1987). La intensidad de este lazo se puede medir de varias maneras, algunos autores toman a los FMOLS como óptimos para medir la elasticidad (Mughal et al., 2022; Balsalobre-Lorente et al., 2023; Ngameni et al., 2023); varios autores priorizan DOLS (Li y Solaymani, 2021; Alariquei et al. 2023; Raihan, 2023); y varios emplean CCR (Zhou et al., 2021; Lin y Yuan, 2023; Raihan, 2023); en consecuencia, se aplicaron los tres métodos a fin de tener una perspectiva más completa y precisa. Los FMOLS, DOLS y CCR presentan resultados afines, pues, resaltan la actuación del capital y la fuerza laboral sobre el PIB per cápita del Ecuador. Estas dos variables han sido estudiadas por un sinnúmero de académicos (Lewis, 1954; Solow, 1956; Arrow, 1961; Kusnetz, 1973; Stiglitz, 1974; Romer, 1986; Lucas,

1988; Romer, 1990; Mankiw, 1992; Bucci et al., 2021; Yasmeeen et al., 2021; Zaman et al., 2021; Li et al., 2022); de tal manera, su actuación sobre el crecimiento económico es innegable, especialmente en el caso de Ecuador. En este sentido, el capital físico y el capital humano promueven el cambio tecnológico y la innovación, valorados como actores cruciales del crecimiento económico (Gang et al., 2023).

En segundo lugar, la innovación es significativa para FMOLS (10%) y CCR (5%), sin embargo, tiene una participación minúscula en el PIB per cápita. En paralelo, la innovación puede entablar una relación insignificante y en algunos casos negativa con la tasa de crecimiento del PIB per cápita a largo plazo para los países desarrollados (Bucci et al. 2021). Estos resultados difieren de gran cantidad de literatura, ya que, la innovación fue la base del desarrollo económico de alta calidad en China (Xing-gang y Wei, 2020). Asimismo, las patentes, marcas registradas y la I+D como determinantes de la innovación tienen un impacto significativo en el PIB per cápita en los G7 y en las BRICS (Gyedu et al.2021). De igual manera, los sectores productivos de Malasia se enrumban hacia el progreso gracias a la innovación tecnológica (Li y Solaymani, 2021). En la misma línea, la innovación ofrece mayor flexibilidad a las empresas frente a los cambios en las condiciones del mercado (Bena et al., 2022).

En tercer lugar, la calidad institucional no tiene una elasticidad significativa a largo plazo con el crecimiento económico. Generalmente, la calidad institucional no tiene una relación significativa con el crecimiento económico a largo plazo en las economías emergentes, específicamente en el caso de Brasil (Doré y Teixeira, 2023). En concordancia, los resultados revelaron que la calidad institucional no tiene relevancia en el crecimiento económico del Ecuador. De manera contrapuesta, el crecimiento económico a largo plazo en países africanos se canaliza al crear condiciones afines al desarrollo institucional y el fortalecimiento de la democracia (Habyarimana y Opoku, 2018). Los autores encuentran también que la inversión extranjera directa y la apropiación tecnológica son alternativas viables para disminuir la brecha estructural entre países desarrollados y países en vías de desarrollo. En complemento, la noción neoSchumpeteriana describe a la innovación como un elemento holístico, integrado por un nivel organizacional, social, político e institucional (Doré y Teixeira, 2023). Por lo cual, la calidad institucional simboliza un engranaje fundamental en el progreso tecnológico y, por consiguiente, un diseño institucional racional puede optimizar la eficiencia del crecimiento económico (Xin-gang y Wei, 2020).

### 7.3. Objetivo específico 3

*Demostrar si existe una relación de causalidad entre el proceso de innovación tecnológica, el capital físico, la fuerza laboral y la calidad institucional con el crecimiento económico del Ecuador, a través del modelo de causalidad espectral, con la finalidad de sugerir políticas estructurales que promuevan el crecimiento económico del Ecuador.*

Los hallazgos del presente trabajo señalan que la innovación tecnológica no causa crecimiento económico y viceversa para el caso de Ecuador. Pese a ello, existen varios factores que han contribuido a esta realidad. Empezando por el hecho de que, el porcentaje del PIB que Ecuador destina a la inversión en innovación está por debajo del promedio en América Latina (BID 2014). Es decir, no existe el suficiente apoyo gubernamental enfocado hacia la innovación, que se mide por medio del gasto en I+D y en las solicitudes de patentes (Maradana et al., 2019).

Tomando en cuenta que, el progreso tecnológico es el conductor del desarrollo industrial en la economía de China (Xing-gang et al., 2020); presenta causalidad bidireccional en los G7 y BRICS (Gyedu et al., 2021); mejora la eficiencia de los sectores productivos en el caso de Malasia (Li y Solaymani, 2021); y es un conductor clave en las economías de la Eurozona (Pradhan et al., 2020); se puede palpar la incapacidad de la economía ecuatoriana para aprovechar las externalidades positivas de la innovación.

Incluso fuera del ámbito económico, la inversión en innovación en el Ecuador tiene una tasa de retorno social que es cuatro veces más rentable que la inversión en capital (BID, 2014). Pese a ello, es necesario construir una estructura institucional fuerte, digitalizada e interconectada, orientada a acelerar la expansión del sector científico (Wen et al., 2023); facilitando el óptimo desenvolvimiento de la innovación tecnológica en una economía. En su defecto, la estructura económica del país ha presentado mayor afinidad por el sector primario, que carece de procesos industriales capaces de brindar valor agregado a los bienes y servicios producidos en el país.

En este contexto, los resultados del estudio verifican que la fuerza laboral causa crecimiento económico en el corto y mediano plazo. Estos datos afloran gran preocupación respecto al contexto económico internacional, ya que, las economías han entrado en un proceso de transición entre un crecimiento dirigido por el trabajo hacia uno dirigido por el capital, durante los últimos años (Zhou et al., 2020). De hecho, la elasticidad a largo plazo de la innovación y el crecimiento económico es mayor respecto al capital físico y los factores laborales (Xing-gang y Wei, 2020).

En síntesis, si bien la fuerza laboral posee un rol fundamental en la producción, esta se verá desplazada por el capital y la innovación, a medida que la tecnología presenta nuevas alternativas más eficientes y más productivas, exoneradas del error humano. La realidad es así, cada economía busca evolucionar y adaptarse de mejor manera en el reñido mercado mundial. Por ende, aquellos países que posean nuevas herramientas, más eficientes y mejor calificadas para realizar tareas específicas, lograrán mejorar la calidad de su producción, en cuanto a costos, dimensión, tiempo y precisión.

De hecho, Bena et al., (2022) pusieron las cartas sobre la mesa, describiendo que la innovación de procesos productivos en las empresas permitirá afrontar problemas como la rigidez laboral, dando paso a la sustitución de mano de obra por capital. En consecuencia, factores como el capital físico y humano promueven el cambio tecnológico y la innovación (Gang et al., 2023); dando paso a nuevos elementos como el capital intangible, capital de software y capital de investigación y desarrollo científico (Ni et al., 2023).

La automatización de procesos productivos ya es una realidad palpable en un sinnúmero de empresas, sin embargo, es necesario invertir en investigación y desarrollo para llegar hasta ese punto. La innovación es fundamental en el desarrollo y optimización de procesos de todos los sectores productivos, específicamente en el sector energético (Mensah et al., 2019); y, mientras economías como el Ecuador no entiendan este concepto, estarán condenadas a vivir en una economía ineficiente, carente de alternativas ajenas a los recursos naturales. Sin embargo, si empiezan a invertir en crear un ambiente seguro y propicio para la innovación e inversión extranjera directa, el ideal de un crecimiento económico sostenido de alta calidad, abordado por Zhou et al. (2020); Wen et al. (2023), se hace cada vez más palpable.

## 8. Conclusiones

En un primer acercamiento, el crecimiento económico del Ecuador ha enfrentado múltiples obstáculos que han afectado su rendimiento con el paso del tiempo, haciéndolo volátil e inconsistente. Además, la estructura del país es frágil y lo ha vuelto vulnerable ante coyunturas económicas, políticas y sociales del extranjero, disparando un ambiente de incertidumbre en el país. En consecuencia, la deficiencia del sector institucional ha saboteado el avance favorable de la innovación, el capital y la fuerza laboral, desvaneciendo sus efectos enriquecedores sobre la economía nacional. De tal manera, aunque los determinantes del desarrollo económico experimenten un ciclo de éxito, la composición interna del país es incapaz de aprovechar este escenario óptimo para el crecimiento.

Profundizando en el tema, el PIB per cápita de Ecuador ha mantenido una correlación positiva con el capital, la fuerza laboral y la innovación en el transcurso de los años, mientras que mantiene una relación negativa fuerte con la calidad institucional. De tal forma, la variación de las determinantes involucra un cambio en el crecimiento económico, directa o indirectamente. Es así que, la tendencia de variables como el crecimiento económico o la fuerza laboral pueden ser limitantes en el análisis. Es decir, se debe eliminar el componente tendencial para comprobar si los regresores realmente mantienen una relación geométrica con el PIB per cápita en el largo plazo o son únicamente estragos o efectos secundarios del desarrollo económico del país.

Por ello, la cointegración de Maki ha comprobado que la innovación, el capital, la fuerza laboral, la calidad institucional y el PIB per cápita están cointegradas cuando se toma en cuenta el cambio de regímenes y la tendencia. En otras palabras, la evolución de la economía ecuatoriana ha pasado por varios ciclos a lo largo del tiempo, segmentados por sucesos importantes conocidos como quiebres estructurales. En retrospectiva, algunos hechos como la dolarización, la construcción del OCP, la paralización de la Refinería Esmeraldas y los conflictos políticos del país han marcado una huella importante en la producción nacional, para bien o para mal.

En complemento, los DOLS, FMOLS y CCR se han encargado de recalcar el rol de la fuerza laboral, que mantiene una elasticidad mayor a 0.5 con el PIB en todas las pruebas. De igual manera, el capital presenta una elasticidad no menor a 0.3. Estos dos factores explican en gran medida el crecimiento económico y se alinean perfectamente a la teoría de crecimiento neoclásico de Solow,

ya que, a medida que el capital disminuye su participación la fuerza laboral se robustece y viceversa, sustituyéndose mutuamente. En general, ambas variables explican los cambios en el PIB en 0,9 puntos. Mientras que, la calidad institucional y la innovación tienen una participación ínfima, casi imperceptible, lo cual refleja el austero sistema institucional y la ausencia de emprendimiento y progreso tecnológico en el país.

En pocas palabras, el dilema de sugerir políticas estructurales que promuevan el crecimiento económico del Ecuador se centra en identificar cuáles son las variables que causan crecimiento económico a largo plazo. En este contexto, la innovación no causa un incremento en el PIB, por el contrario, el capital abre la posibilidad de crecimiento económico en el corto plazo, la calidad institucional es la base del crecimiento en el corto y mediano plazo, mientras que la fuerza laboral es la conductora de la producción nacional a largo plazo. Resulta curioso que, a pesar del crecimiento económico del Ecuador, ninguna de las determinantes se ha visto mejorada como consecuencia del déficit comercial.

Acorde a la teoría de crecimiento neoclásico de Solow, el capital y la fuerza laboral han sido las determinantes primordiales del crecimiento económico del país. Es importante destacar que la estructura económica del Ecuador se concentra en la exportación de mercancías que no presumen de un proceso de producción exhaustivo, lo que prioriza la participación de la fuerza laboral capacitada para realizar tareas sencillas, especialmente en el sector primario, y la inversión en capital para dinamizar la actividad productiva. Sin embargo, la innovación y la calidad institucional han presentado un efecto discontinuo y casi nulo en la producción nacional. Esta relación se ve entorpecida por la inestabilidad social, económica, política y de seguridad que enfrenta en el país, lo cual desestimula la inversión de organizaciones y empresas internacionales por el riesgo que supone inyectar capital en una economía de tal naturaleza.

Pese al alcance favorable del trabajo, se puede extender el estudio, ya sea al tomar en cuenta más variables que han tenido gran peso en el desenvolvimiento de la economía nacional, como el precio del petróleo, la participación del sector primario, el gasto público destinado a contrarrestar las secuelas de desastres naturales como el fenómeno del “Niño”, la corrupción o el consumo, que representa el mayor rubro del PIB del Ecuador en los últimos años. También se puede comparar las variables con países que se desarrollaron en el mismo entorno, con el fin de contrastar y robustecer el análisis de resultados. De igual manera, para evitar el riesgo de que las variables

proxys sean imprecisas, se puede abarcar a la innovación como el gasto en I+D o las marcas registradas y la calidad institucional a raíz de la corrupción, la libertad o la democracia.

## 9. Recomendaciones

De primera mano, se debe establecer políticas estructurales enfocadas hacia dos aspectos. Por un lado, capacitación de la fuerza laboral, al reformar el sector educativo e introducir asignaturas como programación, economía y emprendimiento desde niveles de educación elementales. Como segunda medida, brindar mayor libertad a las empresas emergentes, al fortalecer las leyes de propiedad intelectual y disminuir las restricciones al emprendimiento, como los trámites burocráticos tediosos, altos impuestos, regulaciones laborales, acceso limitado a financiamiento y corrupción. Estas medidas pueden generar un escenario más atractivo para la inversión extranjera directa y permitir aprovechar de mejor manera el potencial de la fuerza laboral, al generar más plazas de empleo y fomentar el crecimiento económico a largo plazo.

Además, los hallazgos del trabajo permiten inferir que el estado debe plantear medidas de política inmediatas sobre aquellas determinantes importantes en el corto plazo como es el capital. El gobierno puede partir de estrategias que han tenido resultados alentadores en economías similares al Ecuador, como es el caso de Camerún. De ahí que, la inversión de capital destinada a la apropiación tecnológica permite disminuir la brecha económica respecto a otros países y construir una base sólida para el progreso tecnológico a futuro.

Frente a estos resultados, el fortalecimiento de los sectores de educación, salud, seguridad y otros servicios que promuevan el desarrollo integral de los ciudadanos da paso a un panorama alentador en el país a largo plazo, pues, si bien la estructura del país no se presta para el crecimiento económico sostenido, el territorio cuenta con inmensidad de recursos que pueden promoverlo, solo es cuestión de combatir la crisis institucional e inestabilidad política que se han visto enquistadas en el país desde hace décadas. Sin embargo, está no es la única alternativa para mejorar la situación a futuro, ya que, las determinantes tienen un impacto dispar sobre el PIB per cápita, que varía con el paso del tiempo, despertando la necesidad de cuantificar la elasticidad a largo plazo e inferir cuales son los elementos que tienen mayor peso en el crecimiento económico.

De igual manera, el estado necesita agravar las sanciones por corrupción e irregularidades en las instituciones ecuatorianas, a fin de preparar un ambiente propicio para el crecimiento económico en el mediano plazo y atraer la inversión, tanto interna como externa. Finalmente, la educación y capacitación de la fuerza laboral es la oportunidad de redención del país, en el corto, mediano y



largo plazo. Tras décadas de crisis, el futuro del Ecuador depende de la capacidad de los funcionarios para generar un ambiente de estabilidad, que permita crecer libremente a la economía, ligada a un marco legal justo y, sobre todo, transparente.

## 10. Bibliografía

- Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L., y Hemous, D. (2012). The environment and directed technical change. *American economic review*, 102(1), 131-166.
- Acemoglu, D., Gancia, G., y Zilibotti, F. (2012). Competing engines of growth: Innovation and standardization. *Journal of Economic Theory*, 147(2), 570-601.
- Administración de Información de Energía (Energy Information Administration - EIA). (2023) Energy Information Administration – Open Data Portal: U.S. Crude Oil and Petroleum Products. Recuperado de: <https://www.eia.gov/opendata/browser/petroleum/pri/spt?frequency=annual&data=value;&start=1998&end=2002&sortColumn=period;&sortDirection=desc>;
- Aghion, P., y Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60, 323-351.
- Ai, H., y Zhou, Z. (2023). Inhibit or promote: The inverse-U-shape effect of greenspace on economic growth. *Environmental Impact Assessment Review*, 100, 107094.
- Akram, V., Rath, B. N., y Sahoo, P. K. (2020). Stochastic conditional convergence in per capita energy consumption in India. *Economic Analysis and Policy*, 65, 224-240.
- Alariqi, M., Long, W., Singh, P. R., Al-Barakani, A., y Muazu, A. (2023). Modelling dynamic links among energy transition, technological level and economic development from the perspective of economic globalization: Evidence from MENA economies. *Energy Reports*, 9, 3920-3931.
- Aldieri, L., Bruno, B., Makkonen, T., y Vinci, C. P. (2023). Environmental innovations, geographically mediated knowledge spillovers, economic and environmental performance. *Resources Policy*, 81, 103423.
- Arrow, K. J. (1961). The economic implications of learning by doing. *Office of Naval Research*, 131-149.

Banco Central del Ecuador. (1998). Memoria 1998. Recuperado de: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Memoria/1998/indice98.htm>

Banco Central del Ecuador. (1999). Memoria 1999. Recuperado de: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Memoria/1999/indice99.htm>

Banco Central del Ecuador. (2000). Memoria 2000. Recuperado de: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Memoria/2000/indice00.htm>

Banco Central del Ecuador. (2002). Memoria 2002. Recuperado de: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Memoria/2002/indice2002.htm>

Banco Central del Ecuador. (2004). Memoria 2004. Recuperado de: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Memoria/2004/indice2004.htm>

Banco Central del Ecuador. (2010). La economía ecuatoriana luego de 10 años de dolarización. Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Notas/Dolarizacion/Dolarizacion10anios.pdf>

Banco Mundial. (2021). Competition and Firm Recovery PostCOVID-19. Europe and Central Asia Economic Update (Fall), Office of the Chief Economist. Washington, DC: Banco Mundial.

Banco Mundial. (2022). Los impactos económicos de la pandemia y los nuevos riesgos para la recuperación. URL: <https://www.bancomundial.org/es/publication/wdr2022/brief/chapter-1-introduction-the-economic-impacts-of-the-covid-19-crisis>.

Basu, S., y Weil, D. N. (1998). Appropriate technology and growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1025-1054.

Behera, H., Gunadi, I., & Rath, B. N. (2023). COVID-19 uncertainty, financial markets and

- monetary policy effects in case of two emerging Asian countries. *Economic Analysis and Policy*, 78, 173-189.
- Bena, J., Ortiz-Molina, H., y Simintzi, E. (2022). Shielding firm value: Employment protection and process innovation. *Journal of Financial Economics*, 146(2), 637-664.
- Bhargava, A. (1986). On the theory of testing for unit roots in observed time series. *The Review of Economic Studies*, 53(3), 369-384.
- Boeing, P., Eberle, J., y 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.
- Bucci, A., Carbonari, L., Gil, P. M., & Trovato, G. (2021). Economic growth and innovation complexity: An empirical estimation of a Hidden Markov Model. *Economic Modelling*, 98, 86-99.
- Calderon, C., y Kubota, M. (2021). Exploring the growth effects of COVID-19 across developing countries.
- Cao, Y., Wan, N., Zhang, H., Zhang, X., y Zhou, Q. (2020). Linking environmental regulation and economic growth through technological innovation and resource consumption: Analysis of spatial interaction patterns of urban agglomerations. *Ecological indicators*, 112, 106062.
- Cass, D. (1965). Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. *The Review of economic studies*, 32(3), 233-240.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas (NU). (1999). Estudio Económico de América Latina y el Caribe 1998-1999.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2009). La crisis de los precios del petróleo y su impacto en los países centroamericanos. URL: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25972/1/LCmexL908\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25972/1/LCmexL908_es.pdf)
- Chakraborty, I., & Maity, P. (2020). COVID-19 outbreak: Migration, effects on society, global

- environment and prevention. *Science of the total environment*, 728, 138882.
- Chari, V. V., y Hopenhayn, H. (1991). Vintage human capital, growth, and the diffusion of new technology. *Journal of political Economy*, 99(6), 1142-1165.
- Dickey, D. A., y Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- Domar, E. D. (1946). Capital expansion, rate of growth, and employment. *Econometrica, Journal of the Econometric Society*, 137-147.
- Doré, N. I., y Teixeira, A. A. (2023). The role of human capital, structural change, and institutional quality on Brazil's economic growth over the last two hundred years (1822–2019). *Structural Change and Economic Dynamics*, 66, 1-12.
- Engle, R. F., y Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.
- FMI. (2020). Actualización de las perspectivas de la economía mundial.
- Gang, C., Li, J., Hu, H., y Wei, W. (2023). Dynamic co-movement between economic growth and language: A new perspective of technological progress. *International Review of Economics & Finance*, 85, 705-721.
- Geweke, J. (1982). Measurement of linear dependence and feedback between multiple time series. *Journal of the American statistical association*, 77(378), 304-313.
- Ghosh, S. R. (2013). East-Asian Crisis of 1997. In *The Evidence and Impact of Financial Globalization* (pp. 669-688). Academic Press.
- Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 424-438.
- Grossman, G. M., y Helpman, E. (1991). Trade, knowledge spillovers, and growth. *European economic review*, 35(2-3), 517-526.

- Gyedu, S., Heng, T., Ntarmah, A. H., He, Y., y Frimppong, E. (2021). The impact of innovation on economic growth among G7 and BRICS countries: A GMM style panel vector autoregressive approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121169.
- Habyarimana, J. B., y Opoku, E. E. O. (2018). Technological progress, worker efficiency, and growth in Africa: Does China's economy matter?. *China Economic Review*, 52, 151-164.
- Haldar, A., Sucharita, S., Dash, D. P., Sethi, N., y Padhan, P. C. (2023). The effects of ICT, electricity consumption, innovation and renewable power generation on economic growth: An income level analysis for the emerging economies. *Journal of Cleaner Production*, 384, 135607.
- Harrod, R. F. (1939). An essay in dynamic theory. *The economic journal*, 49(193), 14-33.
- Hatemi-j, A. (2008). Tests for cointegration with two unknown regime shifts with an application to financial market integration. *Empirical economics*, 35(3), 497-505.
- He, X., Sun, S., Leong, L. W., Cong, P. T., Abu-Rumman, A., y Halteh, K. (2023). Does clean energy and technological innovation matter for economic growth? an Asian countries perspective. *Economic Analysis and Policy*.
- Hosoya, Y. (1991). The decomposition and measurement of the interdependency between second-order stationary processes. *Probability theory and related fields*, 88(4), 429-444.
- Ijarotimi, O. A., y Ubom, A. E. (2023). Role of academia in enhancing technology and innovation for a post COVID-19 recovery and growth. *Scientific African*, e01726.
- Jarque, C. M., y Bera, A. K. (1987). A test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*, 163-172.
- Jia, L., Xu, R., Shen, Z. Y., y Song, M. (2023). Which type of innovation is more conducive to inclusive green growth: Independent innovation or imitation innovation?. *Journal of Cleaner Production*, 406, 137026.
- Jin, P., Mangla, S. K., y Song, M. (2022). The power of innovation diffusion: How patent transfer

- affects urban innovation quality. *Journal of Business Research*, 145, 414-425.
- Khan, M. A., Rehan, R., Chhapra, I. U., y Bai, A. (2022). Inspecting energy consumption, capital formation and economic growth nexus in Pakistan. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 50, 101845.
- Khan, M. W. A., Panigrahi, S. K., Almuniri, K. S. N., Soomro, M. I., Mirjat, N. H., y Alqaydi, E. S. (2019). Investigating the dynamic impact of CO2 emissions and economic growth on renewable energy production: Evidence from FMOLS and DOLS tests. *Processes*, 7(8), 496.
- King, R. G., y Rebelo, S. (1989). Transitional dynamics and economic growth in the neoclassical model.
- Kondrátiév, N. D. (1935). The long waves in economic life. *The Review of Economics Statistics*, 519-562.
- Koopmans, T. C. (1963). On the concept of optimal economic growth.
- Kuznets, S. (1973). Modern economic growth: findings and reflections. *The American economic review*, 63(3), 247-258.
- Laastad, S. G. (2022). Mapping terrains of struggle: State space and the spatiality of oil mobilization in Ecuador and Peru. *Geoforum*, 137, 12-21.
- Lahiri, R., Ding, J., y Chinzara, Z. (2018). Technology adoption, adaptation and growth. *Economic Modelling*, 70, 469-483.
- Lee, H. (2023). Strategic similarity in the co-evolution of technological and business diversification for firm growth: Evidence from smart-manufacturing related firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 189, 122356.
- Lewis, W. A. (1954). Economic development with unlimited supplies of labour.
- Li, G., y Wei, W. (2021). Financial development, openness, innovation, carbon emissions, and economic growth in China. *Energy Economics*, 97, 105194.

- Li, Y., y Solaymani, S. (2021). Energy consumption, technology innovation and economic growth nexuses in Malaysian. *Energy*, 232, 121040.
- Li, Y., Tariq, M., Khan, S., Rjoub, H., y Azhar, A. (2022). Natural resources rents, capital formation and economic performance: Evaluating the role of globalization. *Resources Policy*, 78, 102817.
- Lin, S., y Yuan, Y. (2023). China's resources curse hypothesis: Evaluating the role of green innovation and green growth. *Resources Policy*, 80, 103192.
- Lucas Jr, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 22(1), 3-42.
- Maki, D. (2012). Tests for cointegration allowing for an unknown number of breaks. *Economic Modelling*, 29(5), 2011-2015.
- Maneejuk, P., y Yamaka, W. (2020). An analysis of the impacts of telecommunications technology and innovation on economic growth. *Telecommunications Policy*, 44(10), 102038.
- Mankiw, N. G., Romer, D., y Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 107(2), 407-437.
- Maradana, R. P., Pradhan, R. P., Dash, S., Zaki, D. B., Gaurav, K., Jayakumar, M., y Sarangi, A. K. (2019). Innovation and economic growth in European Economic Area countries: The Granger causality approach. *IIMB Management Review*, 31(3), 268-282.
- Martínez, A. P., Jara-Alvear, J., Andrade, R. J., & Icaza, D. (2023). Sustainable development indicators for electric power generation companies in Ecuador: A case study. *Utilities Policy*, 81, 101493.
- Meng, M., Im, K. S., Lee, J., y Tieslau, M. A. (2014). More powerful LM unit root tests with non-normal errors. *Festschrift in honor of peter schmidt: Econometric methods and applications*, 343-357.
- Mensah, C. N., Long, X., Dauda, L., Boamah, K. B., Salman, M., Appiah-Twum, F., y Tachie, A.



- K. (2019). Technological innovation and green growth in the Organization for Economic Cooperation and Development economies. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118204.
- Mohsin, M., Taghizadeh-Hesary, F., Iqbal, N., y Saydaliev, H. B. (2022). The role of technological progress and renewable energy deployment in green economic growth. *Renewable Energy*, 190, 777-787.
- Montalvo, J. G. (1995). Comparing cointegrating regression estimators: Some additional Monte Carlo results. *Economics letters*, 48(3-4), 229-234.
- Naciones Unidas. (2020). Comprehensive Study on the Impact of COVID-19 on the Least Developed Country Category.
- Ngameni, J. P., Ngassam, S. B., Tiwang, G. N., y Tchounga, A. (2023). Natural resources and exports diversification in Cameroon: Does corruption matter?. *Research in Globalization*, 100134.
- Ni, Q., Zhang, H., y Lu, Y. (2023). Way to measure Intangible capital for innovation-driven economic growth: Evidence from China. *Economic Analysis and Policy*, 78, 156-172.
- Olavarrieta, S., y Villena, M. G. (2014). Innovation and business research in Latin America: An overview. *Journal of Business Research*, 67(4), 489-497.
- Oroud, Y., Almahadin, H. A., Alkhazaleh, M., y Shneikat, B. (2023). Evidence from an emerging market economy on the dynamic connection between financial development and economic growth. *Research in Globalization*, 6, 100124.
- Park, J. Y. (1992). Canonical cointegrating regressions. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 119-143.
- Pedroni, P. (2001). Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. In *Nonstationary panels, panel cointegration, and dynamic panels* (Vol. 15, pp. 93-130). Emerald Group Publishing Limited.
- Phillips, P. C., y Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series

- regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Phillips, P. C., y Hansen, B. E. (1990). Statistical inference in instrumental variables regression with I (1) processes. *The Review of Economic Studies*, 57(1), 99-125.
- Pitterle, I., y Niermann, L. (2021). The COVID-19 crisis: what explains cross-country differences in the pandemic's short-term economic impact?.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Nair, M., y Bennett, S. E. (2020). The dynamics among entrepreneurship, innovation, and economic growth in the Eurozone countries. *Journal of Policy Modeling*, 42(5), 1106-1122.
- Prebisch, R. (1950). Crecimiento, desequilibrio y disparidades: interpretación del proceso de desarrollo económico. En: *Estudio económico de América Latina, 1949-E/CN.12/164/Rev. 1-1950-p. 3-89*.
- Qiu, Y., Han, W., y Zeng, D. (2023). Impact of biased technological progress on the total factor productivity of China's manufacturing industry: The driver of sustainable economic growth. *Journal of Cleaner Production*, 137269.
- Raihan, A. (2023). Nexus between greenhouse gas emissions and its determinants: The role of renewable energy and technological innovations towards green development in South Korea. *Innovation and Green Development*, 2(3), 100066.
- Ramsey, F. P. (1928). A mathematical theory of saving. *The economic journal*, 38(152), 543-559.
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of political economy*, 94(5), 1002-1037.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of political Economy*, 98(5, Part 2), S71-S102.
- Romer, P. M. (1994). The origins of endogenous growth. *Journal of Economic perspectives*, 8(1), 3-22.
- Rostow, W. W. (1956). The take-off into self-sustained growth. *The Economic Journal*, 66(261),

25-48.

Sachs, J. D., y Vernis, R. V. (2015). *La era del desarrollo sostenible* (Vol. 606). Barcelona: Deusto.

Sala-i-Martin, X. X., y Barro, R. J. (1995). *Technological diffusion, convergence, and growth* (No. 735). Center discussion paper.

Schäper, T., Jung, C., Foege, J. N., Bogers, M. L., Fainshmidt, S., y Nüesch, S. (2023). The S-shaped relationship between open innovation and financial performance: A longitudinal perspective using a novel text-based measure. *Research Policy*, 52(6), 104764.

Schmidt, P., y Phillips, P. C. (1992). LM tests for a unit root in the presence of deterministic trends. *Oxford bulletin of economics and statistics*, 54(3), 257-287.

Schwartz, L., y Guaipatín, C. (2014). Ecuador: Análisis del Sistema Nacional de Innovación: Hacia la consolidación de una cultura innovadora. *Banco Interamericano de Desarrollo (Instituciones para el Desarrollo. División de Competitividad e Innovación)*. IDB-MG-223.

Shao, Q., Chen, L., Zhong, R., y Weng, H. (2021). Marine economic growth, technological innovation, and industrial upgrading: A vector error correction model for China. *Ocean & Coastal Management*, 200, 105481.

Shapiro, S. S., y Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.

Shen, F., Liu, B., Luo, F., Wu, C., Chen, H., y Wei, W. (2021). The effect of economic growth target constraints on green technology innovation. *Journal of environmental management*, 292, 112765.

Shi, Y., Gao, Y., Luo, Y., y Hu, J. (2022). Fusions of industrialization and digitalization (FID) in the digital economy: Industrial system digitalization, digital technology industrialization, and beyond. *Journal of Digital Economy*.

- Sohag, K., Gainetdinova, A., y Mariev, O. (2023). Economic growth, institutional quality and deforestation: Evidence from Russia. *Forest Policy and Economics*, 150, 102949.
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94.
- Stiglitz, J. (1974). Growth with exhaustible natural resources: efficient and optimal growth paths. *The review of economic studies*, 41(5), 123-137.
- Stock, J. H., y Watson, M. W. (1993). A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 783-820.
- Takyi, P. O., Dramani, J. B., Akosah, N. K., y Aawaar, G. (2023). Economic activities' response to the COVID-19 pandemic in developing countries. *Scientific African*, 20, e01642.
- Talebzadehhosseini, S., y Garibay, I. (2022). The interaction effects of technological innovation and path-dependent economic growth on countries overall green growth performance. *Journal of Cleaner Production*, 333, 130134.
- Tastan, H. (2015). Testing for spectral Granger causality. *The Stata Journal*, 15(4), 1157-1166.
- Wahidin, D., Akimov, A., y Roca, E. (2021). The impact of bond market development on economic growth before and after the global financial crisis: Evidence from developed and developing countries. *International Review of Financial Analysis*, 77, 101865.
- Wang, X., Wang, Y., y Wei, C. (2023). The impact of natural resource abundance on green economic growth in the belt and road countries: The role of institutional quality. *Environmental Impact Assessment Review*, 98, 106977.
- Weng, Y., Song, P., Gao, C., y Yang, D. (2023). Economic openness, innovation and economic growth: Nonlinear relationships based on policy support. *Heliyon*, e12825.
- Wu, J., Zhan, X., Xu, H., y Ma, C. (2023). The economic impacts of COVID-19 and city lockdown: Early evidence from China. *Structural change and economic dynamics*, 65, 151-165.

- Xin-gang, Z., y Wei, W. (2020). Driving force for China's photovoltaic industry output growth: Factor-driven or technological innovation-driven?. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122848.
- Yang, G., y Maskus, K. E. (2001). Intellectual property rights, licensing, and innovation in an endogenous product-cycle model. *Journal of international economics*, 53(1), 169-187.
- Yang, P., Liu, X., Hu, Y., y Gao, Y. (2022). Entrepreneurial ecosystem and urban economic growth-from the knowledge-based view. *Journal of Digital Economy*, 1(3), 239-251.
- Yasmeen, H., Tan, Q., Zameer, H., Vo, X. V., y Shahbaz, M. (2021). Discovering the relationship between natural resources, energy consumption, gross capital formation with economic growth: can lower financial openness change the curse into blessing. *Resources Policy*, 71, 102013.
- Ye, X., y Lin, R. (2023). Financial market risk and innovation nexus with growth: Channelizing the role of natural resources volatility for United States. *Resources Policy*, 81, 103267.
- Yilanci, V., y Pata, U. K. (2020). Are shocks to ecological balance permanent or temporary? Evidence from LM unit root tests. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124294.
- Zaman, M., Pinglu, C., Hussain, S. I., Ullah, A., y Qian, N. (2021). Does regional integration matter for sustainable economic growth? Fostering the role of FDI, trade openness, IT exports, and capital formation in BRI countries. *Heliyon*, 7(12), e08559.
- Zhang, P., Li, Z., Ghardallou, W., Yan, X., & Jie, C. (2023). Nexus of institutional quality and technological innovation on renewable energy development: Moderating role of green finance. *Renewable Energy*.
- Zhang, S., Zhang, C., Su, Z., Zhu, M., y Ren, H. (2023). New structural economic growth model and labor income share. *Journal of Business Research*, 160, 113644.
- Zhou, B., Zeng, X., Jiang, L., y Xue, B. (2020). High-quality economic growth under the influence of technological innovation preference in China: A numerical simulation from the government financial perspective. *Structural Change and Economic Dynamics*, 54, 163-

172.

Zhou, X., Cai, Z., Tan, K. H., Zhang, L., Du, J., y Song, M. (2021). Technological innovation and structural change for economic development in China as an emerging market. *Technological Forecasting and Social Change*, 167, 120671.

## 11. Anexos

### Anexo 1.

#### *Prueba VIF*

Variable	VIF	1/VIF
Innovación	1.14	0.874107
Capital	1.26	0.791231
Calidad Institucional	1.11	0.904632
Fuerza Laboral	1.08	0.922369
Media VIF	1.15	

**Anexo 2.**

*Certificación del Abstract*

Saraguro, 5 de enero del 2024.

**YO**, Iván Marcelo Ramón Suárez, con título de Licenciado en Ciencias de la Educación en la especialidad de Idioma Inglés, graduado de la Universidad Nacional de Loja, promoción 2005 – 2009 y número de registro en la Senescyt 1008 – 11 – 1070933;

**CERTIFICO:** Que la traducción del resumen (**Abstract**) del texto “**Incidencia del proceso de innovación tecnológica sobre el crecimiento económico en Ecuador, durante el periodo 1990-2021**” está correctamente desarrollada.

Y para que conste y a petición de la parte interesada expido el presente modelo de certificación.



Iván Marcelo Ramón Suárez