



Universidad  
Nacional  
de Loja

**Universidad Nacional de Loja**  
Facultad Jurídica, Social y Administrativa.

### **Carrera de Economía**

“El papel del capital humano en el desarrollo de la innovación para el caso de Ecuador mediante un modelo econométrico de series de tiempo, periodo 1980-2019.”

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

#### **AUTORA:**

Gabriela Alexandra Montaña Medina

#### **DIRECTORA:**

Econ. Karen Gabriela Iñiguez Cueva, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

## **Certificación**

Loja, 01 de mayo de 2024

Econ. Karen Gabriela Iñiguez Cueva Mg. Sc.

**DIRECTORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular: “El papel del capital humano en el desarrollo de la innovación para el caso de Ecuador mediante un modelo econométrico de series de tiempo, periodo 1980-2019.” de autoría de la estudiante Gabriela Alexandra Montaña Medina, previa a la obtención del título de Economista, 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.

Econ. Karen Gabriela Iñiguez Cueva Mg. Sc.

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Gabriela Alexandra Montaña Medina**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular o de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular o de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de identidad:1105663361

Fecha: 01-05-2024

Correo electrónico: [gabriela.a.montano@unl.edu.ec](mailto:gabriela.a.montano@unl.edu.ec)

Teléfono: 0959665134

**Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular o de Titulación.**

Yo, Gabriela Alexandra Montaña Medina, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular titulado: “El papel del capital humano en el desarrollo de la innovación para el caso de Ecuador mediante un modelo econométrico de series de tiempo, periodo 1980-2019”, como requisito para optar por 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 o de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, al 01 día del mes de mayo de dos mil veinticuatro.

Firma:

Autor/a: Gabriela Alexandra Montaña Medina

Cédula: 1105663361

Dirección: Loja

Correo electrónico: gabriela.a.montano@unl.edu.ec

Celular: 0959665134

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

Directora del Trabajo de Integración Curricular o de Titulación: Econ. Karen Gabriela Iñiguez Cueva Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir esta etapa de mi vida. A mis padres, Juan Carlos Montaña y Miriam Medina, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, por sus consejos, apoyo incondicional y su paciencia. Dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. A mis hermanos, Emilia y Ezequiel, por ser mi motivación cada día para superarme. En honor a Graciela, Ericka y Fabián, mi fuente de inspiración y sabiduría, aunque no se encuentren físicamente conmigo, continúan guiándome en cada paso de este camino.

*Gabriela Alexandra Montaña Medina*

## **Agradecimiento**

Primeramente, agradezco a la Universidad Nacional de Loja por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mi directora de tesis, Econ. Karen Iñiguez por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos, además, por haberme tenido paciencia para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

No fue fácil culminar con éxito este proyecto, sin embargo, siempre existe la persona que te motivaba e inspira para seguir adelante. Por eso te agradezco, Esteban, por ofrecerme tu ayuda y apoyo incondicional, por ser parte de este proceso, estando en los momentos y situaciones más complicadas en mi vida.

*Gabriela Alexandra Montaña Medina*

## Índice de contenidos

Portada .....	i
Certificación del Trabajo de Integración Curricular.....	ii
Autoría .....	iii
Carta de autorización .....	iv
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento .....	vi
Índice de contenidos .....	vii
Índice de tablas .....	viii
Índice de figuras .....	viii
Índice de anexos .....	viii
1. Título .....	1
2. Resumen .....	2
2.1 Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
4. Marco Teórico .....	6
4.1 Antecedentes.....	6
4.2 Evidencia Empírica.....	8
5. Metodología.....	14
5.1 Tratamiento de datos .....	14
5.2 Estrategia econométrica.....	17
5.2.1 Objetivo específico 1 .....	17
5.2.2 Objetivo específico 2 .....	18
5.2.3 Objetivo específico 3 .....	20
6. Resultados.....	21
6.1 Objetivo específico 1 .....	21
6.2 Objetivo específico 2 .....	24
6.3 Objetivo específico 3 .....	30
7. Discusión .....	32
7.1 Objetivo específico 1 .....	32
7.2 Objetivo específico 2 .....	34
7.3 Objetivo específico 3 .....	36
8. Conclusiones.....	39
9. Recomendaciones .....	41

10. Bibliografía.....	43
11. Anexos.....	52

### Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de variables .....	15
Tabla 2. Estadísticos descriptivos.....	16
Tabla 3. Correlación de innovación y capital humano de Ecuador periodo 1980 - 2019	24
Tabla 4. Modelo mínimos cuadrados ordinarios .....	25
Tabla 5. Prueba de Dicker y Fuller .....	26
Tabla 6. Prueba de Phillips y Perrón.....	26
Tabla 7. Modelo corrección de error (VEC).....	28
Tabla 8. Prueba de cointegración de vectores de Johansen .....	28
Tabla 9. Estimación del modelo Vectores Autorregresivos (VAR).....	29
Tabla 10. Causalidad de Granger .....	31

### Índice de figuras

Figura 1. Evolución de la innovación y capital humano en Ecuador periodo 1980 - 2019 .....	22
Figura 2. Evolución del Producto Interno Bruto, comercio y efectividad gubernamental en Ecuador periodo 1980 - 2019.....	23

### Índice de anexos

Anexo 1. Certificación del resumen del Proyecto de Integración Curricular .....	52
Anexo 2. Prueba de multicolinealidad por el método del Factor de Inflación de la Varianza (VIF).....	53
Anexo 3. Prueba de heterocedasticidad mediante prueba de White .....	53
Anexo 4. Prueba de autocorrelación mediante Prueba de Breusch - Goodfrey .....	53
Anexo 5. Prueba de heterocedasticidad mediante prueba de White con primeras diferencias .....	54
Anexo 6. Prueba de autocorrelación mediante Prueba de Breusch – Godfrey .....	54

## **1.Título**

“El papel del capital humano en el desarrollo de la innovación para el caso de Ecuador mediante un modelo econométrico de series de tiempo, periodo 1980-2019”

## 2. Resumen

En Ecuador, se destina 0.44% del PIB para el gasto en innovación y desarrollo, lo cual, limita la capacidad de generar nuevas ideas, tecnologías y productos innovadores. Además, en la actualidad el país ocupa el puesto 104 de 132 de clasificación del Índice Mundial de Innovación Global 2023, siendo uno de los seis países con peores resultados. En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo general determinar la relación entre innovación y capital humano en Ecuador durante 1991-2019, mediante técnicas econométricas y estadísticas con la finalidad de recomendar medidas o alternativas de solución. Las variables innovación, capital humano, producto interno bruto, comercio y efectividad gubernamental, fueron obtenidas sobre la base de datos oficiales, como el Banco Mundial (BM), Penn World Table (PWT), Varieties of Democracy (V-Dem); con una metodología con técnicas econométricas. Según las estimaciones, el capital humano guarda una correlación positiva con la innovación en el Ecuador. Además, no existe una relación de corto plazo entre las variables empleadas en el modelo. También, existe una relación a largo plazo cuando se rezaga el modelo al cuarto orden, es decir, el capital humano, producto interno bruto y comercio se encuentran relacionadas a largo plazo con la innovación, lo contrario ocurre con la efectividad gubernamental, el cual, no se relaciona a largo plazo con la innovación. Por otra parte, se evidencia la existencia de causalidad unidireccional entre la innovación, capital humano, producto interno bruto y comercio. En este contexto, se recomienda crear un marco legal para promover la cooperación con líderes empresariales, representantes gubernamentales y académicos, además de brindar incentivos para programas de investigación conjuntos que promuevan la innovación y el desarrollo de habilidades en el país.

**Palabras clave:** Investigación y Desarrollo, Educación, Desarrollo Económico, Series de tiempo, Efectividad gubernamental.

**Códigos JEL:** O3, I2, O1, C22.

## 2.1 Abstract

In Ecuador, 0.44% of GDP is spent on innovation and development, which limits the capacity to generate new ideas, technologies and innovative products. In addition, the country currently ranks 104 out of 132 in the Global Innovation Index 2023, being one of the six countries with the worst results. In this sense, the general objective of this research is to determine the relationship between innovation and human capital in Ecuador during 1991-2019, using econometric and statistical techniques in order to recommend measures or alternative solutions. The variables innovation, human capital, gross domestic product, trade and government effectiveness were obtained based on official data, such as the World Bank (WB), Penn World Table (PWT), Varieties of Democracy (V-Dem); with a methodology using econometric techniques. According to the estimates, human capital is positively correlated with innovation in Ecuador. In addition, there is no short-term relationship between the variables used in the model. Also, there is a long-term relationship when the model is regressed to the fourth order, that is, human capital and government effectiveness are related in the long run with innovation, on the contrary occurs with gross domestic product and trade, which are not related in the long run with innovation. On the other hand, the existence of unidirectional causality between innovation, human capital, gross domestic product and trade is evident. In this context, it is recommended to create a legal framework to promote cooperation with business leaders, government representatives and academics and to provide incentives for joint research programs that promote innovation and skills development in the country.

**Key words:** Research and Development, Education, Economic Development, Time Series, Government Effectiveness.

**JEL codes:** O3, I2, O1, C22.

### 3. Introducción

Según datos de la UNESCO (2023), a nivel mundial, la inversión en investigación y desarrollo creció más rápido que la economía entre 2014 y 2018, registrando un aumento del 19%, sin embargo, el 63% de dicho aumento lo explican solamente dos países: China y Estados Unidos, con el 44% y 19% respectivamente. A pesar de ello, cuatro de cada cinco países siguen asignando menos del 1% de su PIB a la investigación (UNESCO, 2021). Además, el Índice Global de Innovación (2022) destaca que las inversiones en investigación y desarrollo (I+D) crecieron a una tasa del 3,3% aunque no alcanza el récord de 6,1% registrado en 2019. Desde una perspectiva regional, América Latina se encuentra en sexto lugar con resultados destacados en innovación y solamente con dos países siendo: Brasil y Chile. Por el contrario, 11 economías de la misma región obtienen resultados por debajo de lo previsto en materia de innovación (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2023). De la misma manera, Internacional Data Corporation (2023) señala que el 70% de las empresas no están aprovechando plenamente el valor agregado de las tecnologías por una escasez de competencias de su personal.

Relacionado a lo anterior, Ecuador se encuentra en el puesto 104 de 132, de clasificación del Índice Mundial de Innovación 2023, posicionándose entre los seis países con peores resultados (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2023). Además, según datos del Banco Mundial (2014), en el año 2014, se destinó 0.44% del PIB para el gasto en innovación y desarrollo, lo cual, limita la capacidad de generar nuevas ideas, tecnologías y productos innovadores. En adición, el país se encuentra en el puesto 90 de 141, de clasificación del Índice de Competitividad Global 2020, lo que, significa que el país no utiliza adecuadamente los recursos y capacidad en innovación para proveer a sus habitantes de un alto nivel de bienestar. Por otra parte, Ecuador presenta una tasa de Actividad Emprendedora temprana del 36.2% lo que significa que la mayoría de los emprendimientos son generados por necesidad y no por oportunidad, lo cual se ve reflejado en un bajo índice de supervivencia de los mismos, situación que se genera debido a la falta de una cultura de emprendimiento e innovación muy notorio (Lasio et al., 2019).

Consecuentemente, se emplea la teoría propuesta por Romer (1990) quien incorporaba la idea de que el conocimiento y la innovación tecnológica son variables endógenas que pueden ser impulsadas por las decisiones y las inversiones de las empresas generando efectos acumulativos y multiplicadores en el crecimiento económico. En el mismo contexto, Aldas Silva (2023) manifiesta que los ciclos de expansión económica de los países más innovadores

del mundo, de acuerdo con la teoría de Paul Romer, indican que la innovación, que incluye el desarrollo tecnológico y la generación de nuevas ideas y conocimientos, puede impulsar el crecimiento económico. Asimismo, Talavera y Arroyo (2020) comprueban que parte del crecimiento económico está influenciado por fuerzas endógenas a la nación, existiendo un efecto positivo en variables como el capital humano, la innovación y la inversión fija en el PIB.

Por consiguiente, se plantearon tres objetivos específicos que facilitan la investigación:

- 1) Analizar la evolución y correlación de la innovación y capital humano durante 1980-2019, mediante técnicas estadísticas descriptivas, con el propósito de conocer la realidad en Ecuador;
- 2) Estimar la relación de corto y largo plazo entre la innovación y el capital humano, con la finalidad de proponer estrategias orientadas a aumentar la innovación del país; finalmente, 3)
- Determinar la existencia de causalidad entre la innovación y el capital humano, con el fin de proponer políticas estructurales.

En ese sentido, el aporte del estudio radica en proporcionar un análisis completo y detallado de la relación del capital humano y la innovación a través de modelos econométricos y gráficos de evolución proporcionando una visión completa de la realidad de nuestro país en el ámbito de la innovación, ayudando a la toma de decisiones y evaluar posibles métodos y/o soluciones de acción, el cual, pueden ser utilizadas por responsables de políticas, académicos y líderes empresariales para impulsar estrategias que fortalezcan la relación entre el capital humano y la innovación en el país.

Para finalizar, la investigación se encuentra estructurada por secciones, clasificadas de la siguiente manera: título, resumen e introducción, correspondientes a la sección 1), 2) y 3), respectivamente; seguidamente, la sección 4) siendo marco teórico, donde se exponen las teorías que se relacionan con el problema de investigación, además, estudios empíricos que se referencien con las variables en la investigación; después, en la sección 5) la metodología, que se describe el tratamiento de datos y estrategia econométrica; los resultados obtenidos por cada objetivo específico se describen en el apartado 6); la discusión, conclusiones y recomendaciones se ubican en la sección 7), 8) y 9), en ellas, se realizan en base a los objetivos específicos y objetivo general, detallando la discusión con estudios empíricos, y el aporte de las posibles soluciones al problema investigado; por último, en la sección 10) y 11), se ubican la bibliografía y anexos respectivamente.

## 4. Marco Teórico

### 4.1 Antecedentes

Uno de los primeros enfoques importantes en el campo de la teoría de la innovación alude a Schumpeter (1942) quien introdujo el concepto de «destrucción creativa», argumentando que la innovación y el cambio tecnológico se impulsaban por el emprendimiento y la competencia en el sistema capitalista, es decir, las empresas deben estar dispuestas a reinventarse o reestructurarse de forma continua. Como señala Solow (1957) mostró cómo atribuir el crecimiento a diversas fuentes, en la que, la tecnología es presentada como un conjunto de técnicas libremente conocidas y sustituibles, en que el capital se considera flexible, y las técnicas son precisamente información disponible de modo tal que pueden ser evaluadas de manera exclusiva del diferencial entre tasa de beneficios y de salarios, por lo cual, el conocimiento tecnológico se percibe como explícito, articulado, imitable, codificable y perfectamente transmisible.

La teoría del aprendizaje organizacional planteado por Argyris (1979) se centra en cómo las organizaciones adquieren, comparten y aplican conocimiento para innovar, en otras palabras, una organización obtendrá el éxito si considera al individuo como el eje central de la organización, por tanto, el individuo se convertirá en el medio que impulsará a la organización a lograr el desarrollo, la mejora de procesos y estrategias, así como el éxito organizacional. Los componentes del aprendizaje organizacional son de gran importancia, ya que, filosóficamente el aprendizaje organizacional está presente en cada decisión y/o proceso involucrando el talento que poseen los integrantes de una organización (Garzón y Fisher, 2008).

También, Nelson (1985) estudia la relación entre los patrones de cambio tecnológico y patrones de crecimiento a partir del análisis de la interrelación y competencia entre un conjunto heterogéneo de agentes con distintas capacidades de innovación e imitación. Si los procesos de búsqueda son exitosos, la técnica es incorporada solo si la tasa esperada de rentabilidad es mayor a la actual, estando las expectativas sujetas a error acerca de cuáles son los verdaderos valores de los coeficientes productivos.

Asimismo, Lucas (1988) incluye la idea de que el capital humano y la innovación tecnológica son factores clave en el crecimiento económico sostenido, argumentando que el capital humano, a través de su impacto en la productividad y la acumulación de conocimiento, puede generar retornos positivos y contribuir al crecimiento económico a largo plazo. Por su parte,

Romer (1990) presentó un modelo teórico que incorporaba la idea de que el conocimiento y la innovación tecnológica son variables endógenas que pueden ser impulsadas por las decisiones y las inversiones de las empresas generando efectos acumulativos y multiplicadores en el crecimiento económico. Del mismo modo, Elster (1992), Schumpeter consideró a la innovación como el motor del desarrollo económico, analizando el crecimiento junto con los ciclos, ligó estos al desarrollo del modo de producción capitalista, porque su fuente son las innovaciones, para las que el sistema provee un incentivo constante.

Además, Clayton (1997) propone la teoría de la innovación disruptiva se presenta como la respuesta a la pregunta: ¿cómo es posible que con cierta frecuencia pequeñas empresas, nuevos entrantes en un mercado, desplacen del sector a los líderes establecidos? Siendo la estrategia adecuada para que los emprendedores y la pequeña y mediana empresa puedan conseguir el éxito mediante la innovación sustituyendo y creando nuevas tecnologías, lo que fomenta el desarrollo. También, Rogers (2014) propone la teoría de la difusión de las innovaciones el cual busca explicar la forma en que las innovaciones son adoptadas por una población, es decir, la tasa de conocimiento de una innovación por la población adoptante siempre será mayor que la tasa de adopción de la innovación, la decisión de adoptar una innovación es un hecho individual que ocurre durante un largo período y que consiste de una serie de acciones diferenciadas que comprende: conocimiento, decisión, e implementación.

Actualmente, Chesbrough (2020) planteó la teoría de la innovación abierta en la que, se basa en la idea fundamental de que el conocimiento relevante debe difundirse entre la sociedad, es decir, ninguna empresa tiene el monopolio sobre las grandes ideas; independientemente de lo eficaz que sea a nivel interno, necesita conectar con las comunidades y redes de conocimiento externas. De este modo, se logra el fomento de la innovación. Sin embargo, no todas las actividades de innovación abierta tienen un efecto positivo sobre los resultados relacionados con la innovación (Kim y Park, 2010).

Por último, Christensen (2020) explora el concepto del dilema de la innovación refiere a la situación en la que empresas, que han tenido éxito con sus productos o servicios existentes, enfrentan dificultades para adoptar innovaciones poco avanzadas, por consiguiente, equilibrar la mejora de los productos existentes con la necesidad de explorar nuevas oportunidades, mantener un estado competitivo en un entorno empresarial en constante evolución.

## 4.2 Evidencia Empírica

Para la presente investigación se muestra dos clasificaciones de estudios empíricos encontrados, de tipo geográfico y por grupo de variables. Primeramente, aquellas investigaciones que se llevaron a cabo tanto a nivel mundial, nacional y local, y en el segundo referente a investigaciones que relacionan la variable innovación con capital humano, producto interno bruto, comercio y efectividad gubernamental.

En primer lugar, Hu (2021) en su estudio examina empíricamente aquellos determinantes de la innovación tecnológica de los países de Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica en la que utiliza el método de cointegración de Westerlund 2007 el cual muestra que existe una relación estable de equilibrio a largo plazo, así sugiere que una mejora en el capital humano fortalece la relación entre la innovación tecnológica y los efectos indirectos. De igual modo, Atsu y Adams (2023); Cherre (2021) enfatizan que diversos factores como la calidad de las instituciones, el capital humano y las finanzas afectan de manera positivas las capacidades innovadoras, siendo importante el desarrollo del capital humano y así mejorar el sistema financiero de manera que promueva la innovación. De lo contrario, Li et al. (2021); Mutiu et al. (2021) exponen que el impacto indirecto del capital humano a través de la innovación fue en gran medida negativo existiendo un desajuste del capital humano el cual no sólo llevará a una disminución directa de la eficiencia en la asignación del capital humano, sino que también limitará la innovación tecnológica de un país.

Estudios realizados por Azeem y Baker (2020) proponen que la experiencia de los directivos y la educación de los trabajadores, no logran conseguir altos niveles de innovación. Además, Timothy (2022) analiza que aquellas personas que poseen una cualificación de educación superior tienen mayor importancia a la innovación tecnológica en comparación con los de bajo grado de educación, así, los que poseen un nivel educativo alto logran una elevada productividad. Por el contrario, Njiraini et al. (2018) encontraron que la experiencia de los gerentes influye de manera negativa en las decisiones de las pequeñas y medianas empresas en Kenia.

Sun et al. (2020) utilizando la encuesta del banco Mundial sobre empresas en China indagan cómo diferentes aspectos del capital humano aportan a la innovación empresarial, encontrando que los empleados con mayor educación dan como resultado una gran posibilidad de innovar. También, Fonseca et al. (2019) mencionan que el desempeño ideal en innovación se da cuando las empresas equilibran su abstraccionismo, es decir, planificar estratégicamente pero también

ser capaz de poner en práctica estrategias de manera efectiva para obtener resultados precisos en el marco empresarial. Para optimizar las capacidades tecnológicas, las empresas deberían invertir en diferentes formas de capital humano, poner en marcha estrategias de recursos humanos orientadas a desarrollar el capital humano aumentando las capacidades específicas del personal de la empresa (Capozza y Divella, 2019).

En tanto, Tan et al. (2023) sostienen que el gasto en educación fomenta la innovación en las empresas, también capacitar a quienes poseen un bajo grado de innovación y así reducir la brecha existente, fortalecer la innovación en la producción e investigación por parte de las empresas logrando desarrollo científico y tecnológico. En la misma línea, Kong et al. (2022); Soto et al. (2022) sustentan que la educación superior ayuda a acarrear capital humano a más estudiantes y crea más mano de obra calificada en el mercado, promoviendo procesos propios a la innovación contribuyendo así al crecimiento económico y desarrollo de una economía.

Investigaciones de Hasan y Du (2023) manifiestan que para mejorar la influencia del comercio mundial en el crecimiento económico es sustancial el desarrollo de capital humano, investigación y desarrollo y el crecimiento financiero permitiendo a los países promoviendo el comercio internacional y la apertura comercial potenciándose con diversos elementos importantes para el desarrollo económico. Por otro lado, Rosales et al. (2019) se refieren a la relación del gasto en ciencia y tecnología y el PIB en Latinoamérica, utilizando un modelo de vectores autorregresivos, causalidad de Granger y cointegración de Johansen, como resultado se obtuvo la no estacionariedad y bidireccionalidad de las variables de análisis indicando una relación conjunta a lo largo del tiempo, la ciencia y tecnología causa al PIB y viceversa.

A su vez, Cai et al. (2023) analizan el efecto de los mercados internacionales en la innovación y mencionan que aquel efecto se da mediante efecto tecnología y ganancias por lo que, es de gran importancia que los gobiernos reduzcan los obstáculos comerciales, promoviendo el comercio y aumentar la tecnología alcanzando así utilidades de innovación y comercio. Por ende, el libre comercio coadyuva a fomentar la capacidad de innovar (Li et al., 2022). En cambio, Chen et al. (2023) se enfocan a las limitantes de la eficiencia de la innovación en la industria de las tecnologías de la información y comunicación en China, sus resultados muestran que en aquella eficiencia existe un decrecimiento continuo conforme a los límites de las capacidades de investigación y desarrollo de las empresas.

Mientras que, Gen y Kali (2021) destacan la posibilidad de que el comercio persuade a las empresas a promover innovaciones organizativas antes de invertir en innovación y desarrollo. Además, Impullitti y Licandro (2018) estudian las ganancias de bienestar derivadas del comercio en una economía con empresas heterogéneas y crecimiento endógeno, en la que, la liberalización del comercio causa un aumento de la productividad agregada, aumentando los incentivos de las empresas a innovar, promoviendo un incremento de la tasa de crecimiento a nivel de empresas. Ayudando a las empresas a disminuir sus costos de producir y maximizando su desempeño mediante la transformación digital logrando resolver el dilema de la innovación (Lin y Xie, 2023; Zhuo y Chen, 2023).

Desde el punto de vista de Veronica et al. (2020) constatan que el gobierno local apoya el lanzamiento de las mismas limitándose en su crecimiento, por consiguiente, las destrezas de una empresa es la causa principal del desarrollo internacional empresarial, impulsando a la exploración académica. Del mismo modo Zhang et al. (2023) mencionan que el espíritu empresarial ejerce un papel indispensable en el fomento de la comercialización en el marco empresarial, también, el nivel de financiación por parte del gobierno para investigación y desarrollo y las capacidades innovadoras son medios que afectan la comercialización logrando un efecto umbral.

Como señala Song et al. (2022) analizan cómo el gobierno usa los subsidios como medio de promoción a la innovación, en este contexto, aquellos que reciben los subsidios causa mayor bienestar de la sociedad y por consiguiente mayores ganancias. Siendo significativo el apoyo por parte del gobierno mejorando y desempeñando considerablemente la innovación tecnológica (Djibo et al.2022; Huynh et al. 2023; Wan et al.,2023; Xu et al.2023). Además, Pan et al. (2022) estudian cómo la heterogeneidad de la innovación afecta el apoyo del gobierno hacia la investigación y desarrollo debilitando el efecto de la emisión de políticas del gobierno relacionados a incentivos, desempeñando la realización de actividades de innovación por parte de las empresas. De lo contrario, Wang et al. (2022) encuentran que los subsidios por parte del gobierno generados a la investigación y desarrollo tiene un impacto negativo a la innovación, específicamente cuando existe falta de claridad o previsibilidad en cuanto al entorno político de un país.

Desde el punto de vista de Zumba et al. (2023) realizaron un análisis del capital humano como determinante de la innovación, específicamente para el austro ecuatoriano, discernen que no necesariamente basta con contar con personal titulado, sino aquellos que posean una formación

permanente impulsando acciones innovadoras enfocadas a la mejora. Así mismo, estudios realizados por López Fernández et al. (2018) evidencian que la aplicación de las prácticas de formación y desarrollo, evaluación del desempeño e innovación en las pequeñas y medianas empresas hoteleras, es escaso, lo que las hace más vulnerables transformándose en una limitante para lograr e incrementar sostenidamente su competitividad a largo plazo. Para lograr un país competitivo se debe optimizar la eficiencia de las políticas laborales, los rezagos en educación básica; al mismo tiempo invertir en innovación y mejorar la forma en que se adopta la tecnología en los procesos y negocios (Del Castillo y Aldaz Hernández, 2021).

También, Quinde Rosales et al. (2019) evalúan la relación entre el gasto en Ciencia y Tecnología y el PIB entre América Latina, el Caribe y Ecuador, para el caso de Ecuador, determinaron que son de tendencia positiva, utilizando la prueba de Johansen, el nivel de cointegración de las variables de estudio es de 1 bajo la especificación de intercepto en la ecuación de cointegración y no tendencia lineal en los datos con 5 rezagos en términos VAR en diferencias, además, según la prueba de causalidad de Granger el modelo presenta unidireccionalidad, es decir, el PIB no es la única variable que impulsa el avance de la Ciencia y la Tecnología.

A la vez, Armijo y Zambrano (2021) investigan cómo el impacto económico de los actuales métodos de innovación afecta las PYMES del Ecuador, siendo muy positivo su impacto, ya que, logran oportunidades consiguiendo así progreso económico y social de las PYMES del Ecuador tomando en cuenta los factores como financiamiento que conllevan a que las empresas innoven, tanto en maquinaria y personal capacitado fortaleciendo el aumento de las empresas y el desarrollo del país. En cambio, Álvarez (2021) relaciona el capital intelectual con la gestión de la innovación en las PYMES de cuero y calzado en Tungurahua- Ecuador, en la que patentiza poca satisfacción y estabilidad en el trabajo, también, la falta capacitación en temas relacionados a la producción del producto en mención, así como la no existencia de un cambio en la matriz productiva acompañado del poco conocimiento en investigación e innovación. Obteniendo una relación positiva entre la innovación y crecimiento empresarial (Dueñas Torres, 2021).

Teniendo en cuenta a Franco (2019) indaga la relación entre investigación y desarrollo y el capital humano de las empresas manufacturas del Ecuador, evidenciando que la mayoría de empresas tienen niveles bajos de investigación y desarrollo limitando al desarrollo de conocimiento y a mejorar su potencial innovador, también, indican que la innovación y

desarrollo como también el capital humano tienden a relacionarse positivamente con la innovación. De lo contrario, se debe reestructurar la concepción de talento humano en empresas del Ecuador, ya que, se enfoca en el desarrollo intelectual, motivar a la capacitación y/o formación permanente al personal es de gran importancia, evidenciando resultados positivos para los mismos (Reinoso, 2022).

De acuerdo con López et al. (2023) analizan el efecto de los distintos factores de la economía de la innovación del sector comercio en Ecuador, uno de los factores que afectan la inversión en innovaciones en las empresas es el financiamiento, ya que se comporta como un limitante disminuyendo la capacidad de contratar personal apto, ventas y compra de maquinaria, de lo contrario, factores como el tamaño de la empresa, pasivos totales y adquisición de equipo son estadísticamente significativos, por lo que, es muy importante el fomento de aquellos factores para desarrollar la innovación tecnológica en las empresas ecuatorianas. Además, Carvache Franco et al. (2022) examinan la relación de la tecnología, gestión y recursos humanos, con la innovación, manifestando que la tecnología y la gestión son elementos cruciales que repercuten en la innovación de las PYMES exportadoras incrementando el conocimiento tecnológico con el objetivo de innovar productos, todo lo contrario, ocurre con recursos humanos e innovación al no existir una relación significativa.

A nivel local, de acuerdo con Minga y Fadua (2021) en una investigación en la que influencia el capital humano y social en las oportunidades de innovación agropecuaria del Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba, su principal hallazgo hace referencia a que la asistencia de estudiantes y profesores a procesos de capacitaciones es baja, así mismo, existe gran dependencia entre la capacitación y los procesos innovadores, lo cual es de gran importancia la capacitación para así poder estimular el compromiso social y fortalecer la especialización como tal. En esa misma línea, Salinas Arévalo (2019) analiza el capital intelectual e innovación de 10 empresas de la ciudad de Loja evidenciando que el capital humano y relacional con de gran importancia para el capital intelectual, proporcionando conocimiento necesario para promover la eficiencia y productividad impulsando la capacidad de innovar.

Finalmente, aunque existe evidencia sustancial de estudios que relacionan la innovación y capital humano a nivel mundial, existe una brecha significativa en la literatura en relación a estudios a nivel de Ecuador, la influencia directa y el impacto específico del capital humano en este proceso carecen de un análisis detallado. Por lo que, aquella brecha plantea la necesidad

de investigar cómo el capital humano, en términos de habilidades, formación y capacitación continua, influye y potencia la capacidad innovadora en el contexto empresarial y económico de Ecuador.

## 5. Metodología

### 5.1 Tratamiento de datos

Para el desarrollo de la investigación se utiliza información del Banco Mundial (2023); Penn World Table (2023); V-Dem (2021) para Ecuador en el periodo (1980-2019), empleándose datos de cinco de variables. La variable explicada es la innovación representada por el total de patentes de residentes y no residentes. Mientras que, la variable explicativa hace referencia al capital humano, del cual, Lucas (1988) argumenta que el capital humano, a través de su impacto en la productividad y la acumulación de conocimiento, puede generar retornos positivos y contribuir al crecimiento económico a largo plazo. Así mismo, para realizar un análisis profundo se incorporan variables de control siendo estas el Producto Interno Bruto (PIB), de la que, Rosales et al. (2019) sostiene la existencia de una relación conjunta a lo largo del tiempo en el que la ciencia y tecnología causan al PIB y viceversa; además, la variable comercio que según Hasan y Du (2023) influye en la investigación y desarrollo promoviendo el comercio internacional y la apertura comercial potenciándose con diversos elementos importantes para el desarrollo económico, por último, la efectividad gubernamental, considerándose la importancia del apoyo por parte del gobierno mejorando y desempeñando considerablemente la innovación tecnológica (Son et al. 2022).

La Tabla 1 muestra la definición de las variables, en la que se detalla las variables a emplearse, dependiente, independiente y las de control, conformado por unidad de medida y breve descripción de cada una de ellas.

**Tabla 1.**  
*Descripción de variables*

Tipo de variable	Variable	Notación	Unidad de medida	Fuente	Definición
Dependiente	Innovación	IN	Numérica	Banco Mundial (2023)	Tecnología, mediante el número de patentes de residentes y no residentes.
Independiente	Capital Humano	CH	Índice	Penn World Table (2023)	Capital humano, basado en los años de escolarización y los rendimientos de la educación
	Producto Interno Bruto	PIB	Tasa	Banco Mundial (2023)	Crecimiento porcentual anual del PIB per cápita en moneda local, a precios constantes. El PIB per cápita es el producto interno bruto dividido por la población a mitad de año.
Control	Comercio	COM	Tasa	Banco Mundial (2023)	Suma de las exportaciones e importaciones de bienes y servicios, medidas como proporción del producto interno bruto.
	Efectividad Gubernamental	AH	Tasa	V-Dem (2021)	Percepción que la población tiene sobre la calidad de los servicios públicos, la calidad de la administración pública y su grado de independencia frente a presiones políticas, la calidad de la formulación y aplicación de políticas y la credibilidad en el compromiso del gobierno.

*Nota:* Tomado del Banco Mundial (2023); Penn World Table (2023); V-Dem (2021)

La Tabla 2 presenta los estadísticos descriptivos, el número de observaciones para cada variable, se establece su media, valor que se obtiene al dividir la suma de todos los datos de las diferentes variables entre la cantidad total, además, desviación estándar, medida que ofrece información sobre la dispersión media de una variable siendo siempre mayor o igual que cero; mínima siendo el valor más pequeño de todos los datos y máxima, el valor más grande de todos los datos.

La base posee 40 observaciones para cada variable, en la cual la innovación tiene un promedio de 5.66%, una desviación estándar de 0.716 en Ecuador, además, el capital humano muestra que en Ecuador en promedio existe el 2.42% de capital humano, una desviación de 0.259. Para las variables de control, se evidencia que producto interno bruto tiene un promedio de 0.92%, desviación estándar de 2.530, el comercio posee un promedio de 47.08%, desviación estándar de 9.892 y, por último, la efectividad gubernamental con un promedio de 5.165% y desviación estándar de 2.846.

Se deduce la existencia de innovación moderadamente alta debido a inversiones significativas en investigación y desarrollo, políticas gubernamentales que fomentan la innovación y un entorno empresarial propicio, así mismo, dado que se hace uso del número de patentes de residentes y no residentes, existe una significancia alta en aquella variable. Además, el capital humano refleja un sistema educativo sólido, pero se pueden dar oportunidades para mejorar la formación y la capacitación. Así mismo, el producto interno bruto sugiere una economía robusta, posiblemente respaldada por sectores clave que fomenten el crecimiento como tal. Seguido de una alta variabilidad en el comercio a causa de la dependencia de ciertos sectores o a la sensibilidad a factores externos como fluctuaciones en los mercados internacionales. Finalmente, la efectividad gubernamental sugiere una variabilidad significativa debido a diferencias en la calidad de la gobernanza, la corrupción, la eficiencia administrativa y otros factores que afectan la capacidad del gobierno para cumplir con sus funciones. La variabilidad desde 1 hasta 10 indica que hay observaciones con niveles muy bajos y muy altos de efectividad gubernamental. Un valor mínimo de 1 sugiere que al menos una observación tiene una efectividad gubernamental muy baja, mientras que un valor máximo de 10 indica que al menos una observación experimenta un alto nivel de efectividad gubernamental.

**Tabla 2.**  
*Estadísticos descriptivos*

<b>Variable</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Innovación (log)	40	5.665	0.717	4.477	6.744.059
Capital Humano	40	2.428	0.259	1.973	2.762
Producto Interno Bruto	40	0.922	2.530	-6.369	6.344
Comercio	40	47.086	9.892	29.915	68.056
Efectividad Gubernamental	40	5.165	2.846	1	10

## 5.2 Estrategia econométrica

La presente investigación empleará estrategias econométricas con metodología de series de tiempo, la misma que se estructura en tres partes, para el objetivo específico 1 se emplea gráficos de evolución de las variables de estudio, además, el coeficiente de correlación de Pearson (1897). Para el objetivo específico 2 se aplica un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con la finalidad de encontrar una linealidad que mejor se ajuste a los datos utilizados y que sea una representación adecuada del comportamiento de las variables utilizadas, así mismo, se realiza una prueba de raíz unitaria de Dicker – Fuller (1979) y Phillips y Perron (1988), por otra parte, pruebas como el factor de inflación de la varianza (VIF), heterocedasticidad y autocorrelación también, modelos de Vectores Autorregresivos (VAR) y modelos de Corrección de Error (VEC). Finalmente, para el objetivo específico 3 se ejecuta la prueba de Causalidad de Granger (1969).

### 5.2.1 Objetivo específico 1

*Analizar la evolución y correlación de la innovación y capital humano en Ecuador durante 1980-2019, mediante técnicas estadísticas descriptivas, con el propósito de conocer la realidad en Ecuador.*

Con la finalidad de ejecutar el primer objetivo específico, se emplea un análisis gráfico de la evolución de la variable innovación y capital humano; por lo que, se explica el comportamiento de aquellas variables a lo largo del periodo de estudio.

Para llevar a cabo el procedimiento econométrico mencionado, se utiliza el coeficiente de correlación de Pearson (1897) que mide la relación estadística entre dos variables continuas. Si la asociación entre los elementos no es lineal, entonces el coeficiente no se encuentra representado adecuadamente. El coeficiente de correlación puede tomar un rango de valores de +1 a -1. Si se obtiene un valor de 0 de correlación entre la innovación y capital humano indica que no hay asociación entre las dos variables. Un valor mayor que 0 indica una asociación positiva, es decir, que a medida que aumente el capital humano también lo hará la innovación; un valor menor que 0 indica una asociación negativa, es decir, decir que a medida que aumenta el valor de la variable del capital humano la innovación será en menor proporción. En la ecuación (1) del coeficiente de correlación de Pearson se identifica que “x” es igual a la variable dependiente, “y” pertenece a la variable independiente, “zx” es la desviación estándar de la variable dependiente, “zy” es la desviación estándar de la variable independiente y “N” es el

número de datos.

$$r_{xy} = \frac{\sum Z_x Z_y}{N} \quad (1)$$

### 5.2.2 Objetivo específico 2

*Estimar la relación de corto y largo plazo entre la innovación y el capital humano en Ecuador durante 1980-2019, a través de modelos de series de tiempo, con la finalidad de proponer estrategias orientadas a aumentar la innovación del país.*

Con la finalidad de ejecutar el segundo objetivo específico, mediante el modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para series de tiempo. Con la finalidad de comprobar la relación que tiene la variable capital humano sobre la innovación. expresándose en la ecuación (2).

$$\text{Log}IN_t = \alpha_0 + \beta_1 CH_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Donde, la variable dependiente es la innovación medida por el logaritmo de las patentes de residentes y no residentes, la variable independiente es el capital humano, expresada en los años de escolarización y los rendimientos de la educación, adicional el término de erro ( $\varepsilon_t$ ), el cual recoge todas aquellas variables que inciden en la variable dependiente que no se encuentran especificadas en el modelo.

No obstante, para una mejor modelación del modelo se incluye tres variables de control, las mismas que tienen capacidad explicativa sobre la innovación de Ecuador, siendo el producto interno bruto (PIB), comercio y la efectividad gubernamental. El modelo por estimar se denota en la ecuación (3).

$$\text{Log}IN_t = \alpha_0 + \alpha_1 CH + \alpha_2 PIB + \alpha_3 COM + \alpha_4 EG + \varepsilon_t \quad (3)$$

Previamente es importante realizar pruebas como raíz unitaria de Dicker – Fuller (1979) y Phillips y Perron (1988) con la finalidad de verificar qué tan fuertemente los datos de series temporales se ven afectados por una tendencia presentada en la ecuación (4). Además, comprobar la presencia de problemas como: multicolinealidad mediante del factor de inflación de la varianza (VIF), heterocedasticidad y autocorrelación.

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^n \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Donde  $\Delta$  demuestra la primera diferencia de observaciones,  $t$  indica el tiempo,  $n$  hace referencia a la cantidad óptima de rezagos,  $\varepsilon$  el término de error. Con relación a la prueba de Phillips y Perron (1988) con la finalidad de comprobar la correlación serial, en la ecuación (5) se presenta el planteamiento del mismo.

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \beta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Conformándose por dos hipótesis,  $H_0$ : existe estacionariedad y  $H_1$ : no hay estacionariedad, el criterio de selección referencia el valor  $z(t)$  si es menor al valor crítico obtenido correspondiente al 1%, 5% y 10%, se acepta la hipótesis  $H_0$  de la existencia de estacionariedad en la serie temporal y rechazo la hipótesis  $H_1$ .

Finalmente, se utiliza modelos de Vectores Autorregresivos (VAR) lo cual permite estudiar la relación entre las variables innovación y capital humano en el corto plazo. Siendo explicado en la ecuación (6) y (7).

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=0}^n \Delta x_{t-1} + \alpha_2 \sum_{i=0}^n \Delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$\Delta x_t = \alpha_3 + \alpha_4 \sum_{i=0}^n \Delta y_{t-1} + \alpha_5 \sum_{i=0}^n \Delta x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Donde  $\Delta$  es el operador de segundas diferencias, una vez que la existencia de cointegración es verificada entre las variables del modelo, se obtiene el término de error de equilibrio  $\alpha_i$ . El parámetro del error rezagado  $\varepsilon_t$  debe ser significativo, dado que, este revela como las variables retroceden al equilibrio en aquella magnitud temporal. Si los resultados obtenidos de cada variable son menores a 0,05 se aprueba la presencia de relación de equilibrio a largo plazo entre las variables.

También se emplea modelos de corrección de error (VEC) donde se analiza la relación de largo plazo entre las variables innovación y capital humano, siendo la ecuación (8) y (9) el modelo a estimar. La significancia estadística del parámetro asociado con el error de equilibrio incorporado en el  $\varepsilon_{t-1}$  indica el mecanismo de corrección. Se añade el término de error rezagado  $\mu_t$  como una variable explicativa adicional y si el resultado del coeficiente del error y de las variables son significativos (si el valor de probabilidad de  $\chi^2$  es menor a 0.05) se deducirá la existencia de equilibrio a corto plazo entre las variables.

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=0}^n \Delta x_{t-1} + \alpha_2 \sum_{i=0}^n \Delta y_{t-1} + \alpha_3 \varepsilon_{t-1} + \mu_t \quad (8)$$

$$\Delta x_t = \alpha_4 + \alpha_5 \sum_{i=0}^n \Delta x_{t-1} + \alpha_6 \sum_{i=0}^n \Delta y_{t-1} + \alpha_7 \varepsilon_{t-1} + \mu_t \quad (9)$$

### 5.2.3 Objetivo específico 3

*Determinar la existencia de causalidad entre la innovación y el capital humano en Ecuador durante 1980-2019, mediante técnicas econométricas, con el fin de proponer políticas estructurales.*

Con la finalidad de ejecutar el tercer objetivo específico, se realiza la prueba de Causalidad de Granger (1969) en el cual se puede verificar el sentido de causalidad entre las variables, además, permite comprobar si los efectos de una variable sirven para predecir otra, es decir, si las variables incluidas en el modelo tienen una relación causal y directa con la innovación. Por lo que, se plantea la ecuación (10). Tomando en cuenta la existencia de causalidad unidireccional y bidireccional.

$$Y_t = C_1 + \sum_{i=1}^p a_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p b_i X_{t-i} + U_t \quad (10)$$

La prueba de causalidad consiste en dos pasos: en primer lugar, se requiere estimar los errores de la posible ecuación de integración y segundo determinar si la serie de errores estimados es I (0) (estacionario) o no. En esta prueba se debe comparar y concluir, si el comportamiento actual y el pasado de una serie temporal Y predice la conducta de una serie temporal X. Si esto se llegara a manifestar, el resultado de Y causa en el sentido de Granger (1988) el resultado X; resultando ser así un comportamiento unidireccional. De igual manera, si el resultado de X predice el resultado de Y, el comportamiento sería bidireccional y así ambos resultados tendrían causalidad entre ellos.

## 6. Resultados

### 6.1 Objetivo específico 1

*Analizar la evolución y correlación de la innovación y capital humano durante 1980-2019, mediante técnicas estadísticas descriptivas, con el propósito de conocer la realidad en Ecuador.*

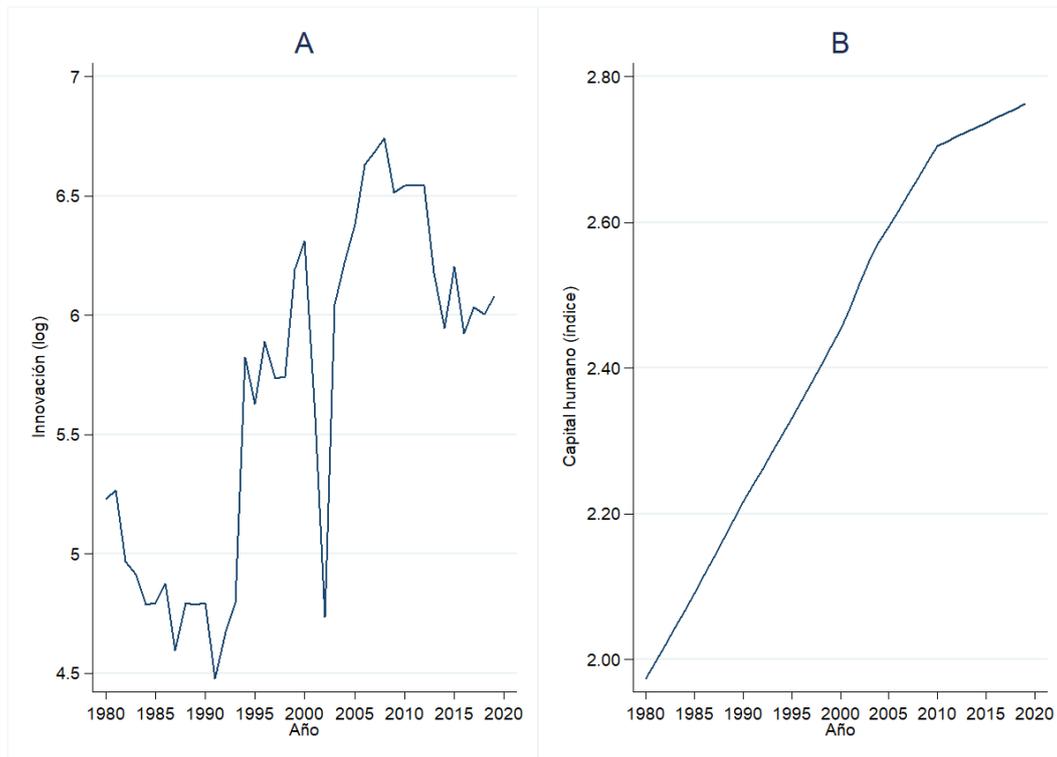
La Figura 1 muestra la evolución de la innovación y capital humano en Ecuador periodo 1980 – 2019. Con respecto a la innovación (panel A) a lo largo del tiempo existe una tendencia considerable, a partir del año 1993 existió un aumento de la solicitud de patentes de residentes y no residentes en Ecuador hasta el año 2000, producto de la dolarización existe una disminución notable, ya que aquel hito histórico tuvo un impacto indirecto lo que implica que aquella reducción pudo deberse por distintas condiciones económicas, políticas y sociales. Adicional, a partir del año 2002, una vez estabilizada la economía del país, existe una tendencia positiva, puesto que, la dolarización de cierta forma requería estabilizar el sistema financiero, lo que repercute a que las empresas se encuentren en un entorno financiero estable, logrando así investigación y desarrollo de calidad. También, aquella estabilización dio paso a la apertura a inversionistas extranjeros a aumentar su competencia en diferentes sectores, incentivando a las empresas a innovar para mantener o mejorar su posición en el mercado (Veintimilla Quezada, 2015). Todo ello tuvo su impacto hasta el año 2014 el cual existió un decrecimiento logrando estabilizarse en el año 2015 para nuevamente sufrir una disminución, y hasta la actualidad se logró un aumento importante.

En cuanto al índice de capital humano (panel B), en Ecuador a lo largo del tiempo se ha visto marcado por diversos acontecimientos y políticas, siendo notable su incremento, puesto que, en el año 1980 se implementan reformas educativas para aumentar la calidad y correspondencia de la educación en Ecuador, tomando en cuenta la existencia de problemas de acceso y desigualdades en el mismo ámbito. Con el pasar del tiempo el capital humano ha ido incrementándose y es que a partir del año 2010 existió numerables inversiones en educación, infraestructura educativa, programas de capacitación y políticas centradas en aumentar el capital humano, así mismo, la implementación de tecnologías de información y la comunicación (TIC) en la búsqueda de mejorar el acceso y la calidad de enseñanza educativa (Guayasamin Mogrovejo, 2017). Sin embargo, a pesar de los avances en este campo las desigualdades socioeconómicas continúan afectando el acceso y calidad de la educación en Ecuador. Para contrarrestar estas problemáticas se han implementado ciertas medidas como: el

incrementar la cobertura de los establecimientos educativos y gratuidad en la educación pública lo que ha generado un incremento en el nivel educativo (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [Semplades], 2017).

**Figura 1.**

*Evolución de la innovación y capital humano en Ecuador periodo 1980 – 2019.*

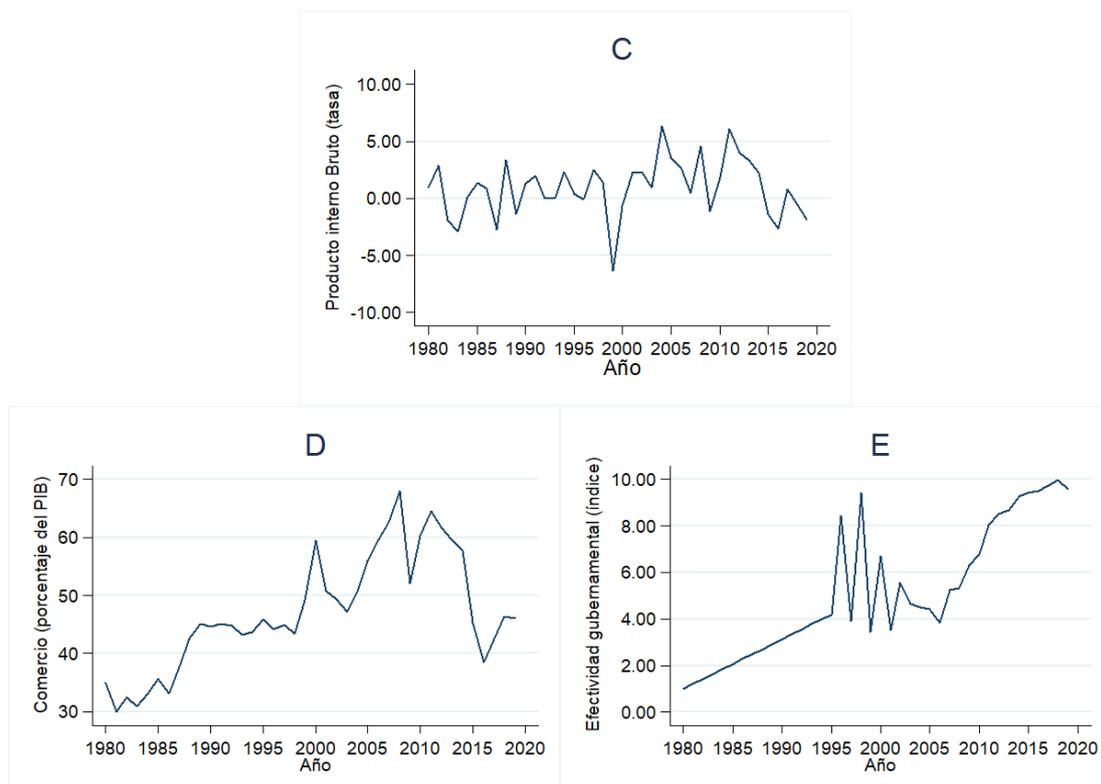


Para dar mejor conceptualización se adjunta las variables de control, producto interno bruto (panel C), comercio (panel D) y efectividad gubernamental (panel E), como se observa en el panel C una tendencia cíclica a través de los años, además, antes del año 2000 un decrecimiento significativo debido a diferentes factores como el cambio en la política fiscal, monetaria y cambiaria, como antesala a la dolarización. (CEPAL, 2016) realizó un informe macroeconómico para Ecuador, en la que, menciona la existencia del aumento de las exportaciones petroleras en términos de volumen, lo que contribuye al aumento del producto interno bruto. Además, el segmento de la demanda que sostuvo este leve crecimiento fue el consumo del gobierno, que creció un 1,1%, junto con el consumo de los hogares, que creció un 0,2%. En el panel D, se evidencia una variación significativa, principalmente existen picos positivos en el año 2000 y 2007, debido a políticas comerciales que afectaron positivamente obteniendo beneficios importantes. A fines de 2007 se registró un superávit comercial observado (USD 1,404 millones, equivalente a 3.1% del PIB) es el resultado del dinamismo de

las exportaciones, básicamente petroleras, favorecidas por las condiciones internacionales, así como por el incremento del precio del crudo en el mercado internacional (Banco Central, 2007). Finalmente, en el panel E, se muestran diferentes tendencias cíclicas, a causa de factores como ciclos electorales, cambios en la administración y condiciones económicas, además, de los periodos previos a elecciones pueden mostrar un aumento en la actividad gubernamental para ganar apoyo, seguido de transiciones de poder y cambios en la dirección política, y es a partir del año 2009 hasta la actualidad existió un incremento significativo, el cual, Basabe-Serrano et al. (2010) indican que Ecuador ha demostrado una interesante paradoja en los últimos años, ya que la recuperación de los indicadores económicos después de la crisis de 1999 ha coincidido con el deterioro de la democracia y con ello la eficacia del gobierno.

**Figura 2.**

*Evolución del Producto Interno Bruto, comercio y efectividad gubernamental en Ecuador periodo 1980 – 2019.*



Para finalizar con la segunda parte del primer objetivo, se realiza el análisis de la correlación entre la innovación y capital humano. La Tabla 3 muestra el nivel de asociación entre innovación y capital humano, siendo de 0.80 el cual indica una correlación positiva fuerte, es decir, la innovación normalmente requiere de un nivel significativo de habilidades y conocimientos específicos, por lo que, un personal altamente capacitado es más propenso a

generar ideas y ponerlas en marcha impulsando procesos innovadores. La innovación y el producto interno bruto se relacionan con el 0.23 indicando una relación positiva, pero relativamente débil, respaldando la noción de que la innovación puede ser un motor clave para el desarrollo económico, ya que empresas y sectores innovadores tienden a generar mayor valor añadido. Sin embargo, es crucial reconocer que otros factores también pueden influir, como lo es el comercio y efectividad gubernamental correlacionándose con el 0.74 y 0.60 respectivamente el cual a medida que el producto interno bruto, el comercio y la efectividad gubernamental aumentan, la innovación también, en cuanto al comercio la fuerte correlación respalda la idea de que la innovación no solo impulsa el crecimiento económico, sino que también puede tener un impacto positivo en las actividades comerciales, las innovaciones tecnológicas pueden facilitar el comercio internacional al mejorar la eficiencia logística y reducir barreras, generando crecimiento y desarrollo económico. Por último, la efectividad gubernamental, mientras se fomente la innovación se puede ver reflejado en mejoras en la misma, es decir, la adopción de tecnologías y enfoques innovadores y puede contribuir a resolver problemas gubernamentales y mejorar la prestación de servicios públicos.

**Tabla 3.**

*Correlación de innovación y capital humano de Ecuador periodo 1980 – 2019.*

	Innovación (log)	Capital humano	Producto Interno Bruto (log)	Comercio	Efectividad Gubernamental
Innovación (log)	1.000				
Capital humano	0.805	1.000			
Producto Interno Bruto (log)	0.231	0.199	1.000		
Comercio	0.743	0.743	0.440	1.000	
Efectividad Gubernamental	0.606	0.844	0.059	0.475	1.000

## 6.2 Objetivo específico 2

*Estimar la relación de corto y largo plazo entre la innovación y el capital humano en Ecuador durante 1980-2019, a través de modelos de series de tiempo, con la finalidad de proponer estrategias orientadas a aumentar la innovación del país.*

La Tabla 4 muestra el modelo de mínimos cuadrados ordinarios, tomando en cuenta el R cuadrado el modelo es explicado en un 69% por las variables empleadas, el capital humano es significativo para el modelo, así, a medida que aumenta, la innovación aumenta en un 1.85 lo

que significa que el aumento del capital humano se asocia con un mayor potencial para la generación y adopción de innovaciones. La formación educativa, la capacitación continua y el desarrollo de habilidades específicas son esenciales para empoderar a las personas en la contribución a procesos innovadores que impulsan el progreso económico y social. Adicional, a medida que aumenta el producto interno bruto, la innovación disminuye en 0.009 ya que, a medida que el país va en aumento de su producto interno bruto puede estar menos incentivado en innovar, posiblemente debido a la autosatisfacción, la inversión en tecnologías probadas en lugar de arriesgar en nuevas ideas, o porque los recursos disponibles pueden ser asignados a otras áreas. En el caso del comercio, a medida que aumenta, la innovación lo hace en 0.02, el comercio puede actuar como un motor para la innovación al proporcionar a las empresas nuevas oportunidades y recursos que estimulan una mejora continua. Finalmente, cuando la efectividad gubernamental aumenta la innovación tiende a disminuir en un 0.26 esto significa que puede existir una mala gestión por parte del gobierno al no gestionar o propiciar políticas y acciones adecuadas para priorizar la innovación en el país.

**Tabla 4.**  
*Modelo mínimos cuadrados ordinarios*

<b>Innovación (log)</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Error estándar</b>	<b>t</b>	<b>P&gt;t</b>	<b>Intervalo de confianza al 95%</b>	
Capital humano	1.850	0.696	2.66	0.012	0.436	3.264
Producto interno bruto (log)	-0.009	0.029	-0.31	0.761	-0.07	0.051
Comercio	0.022	0.012	1.85	0.073	-0.002	0.046
Efectividad Gubernamental	-0.262	0.048	-0.55	0.589	-0.123	0.071
_cons	0.262	1.145	0.23	0.820	-2.062	1.161

*Nota:* Siendo el R<sup>2</sup>: 0.698.

Los resultados de las pruebas de diagnóstico con sus respectivas explicaciones se muestran en el Anexo 2, 3 y 4 los cuales establecieron que el modelo no presenta problemas de multicolinealidad, por el contrario, existe problemas de heteroscedasticidad y autocorrelación, el cual realizando primeras diferencias se realiza la debida corrección adjuntadas en el Anexo 5 y 6. Antes de la estimación de la relación de corto y largo plazo, es importante determinar la presencia de raíz unitaria, para ello se aplica el test de Dickey y Fuller (1979) con el propósito de determinar el orden de integración de las variables. La Tabla 5 evidencia los resultados de los test, los cuales permiten determinar que el modelo presenta problemas de raíz unitaria. Por lo que, se aplica primeras diferencias a todas las variables para descartar el efecto tendencial, dando como resultado que las variables tengan un orden de integración I (1).

**Tabla 5.**  
*Prueba de Dicker y Fuller*

Variables	Prueba estadística	Primeras diferencias							I (1)
		Valor crítico			Valor crítico				
		1%	5%	10%	Prueba estadística	1%	5%	10%	
Innovación (log)	-1.627	-3.655	-2.961	-2.613	-6.714	-3.662	-2.964	-2.614	I (1)
Capital humano	-5.016	-3.655	-2.961	-2.613	-0.556	-3.662	-2.964	-2.614	I (1)
Producto interno bruto	-4.924	-3.655	-2.961	-2.613	-9.069	-3.662	-2.964	-2.614	I (1)
Comercio	-1.883	-3.655	-2.961	-2.613	-6.508	-3.662	-2.964	-2.614	I (1)
Efectividad Gubernamental	-2.140	-3.655	-2.961	-2.613	-20.788	-3.662	-2.964	-2.614	I (1)

La prueba propuesta por Phillips y Perrón (1988) siendo el mismo procedimiento que la prueba anteriormente realizada. Tomando en cuenta que se estima la ecuación de prueba no aumentada y modifica la relación del coeficiente de modo que la aceleración serial no afecta a la distribución asintótica del test estadístico. La Tabla 6 presenta resultados para la variable Efectividad Gubernamental, la prueba estadística es -1.727, que es menor que los valores críticos en todos los niveles de significancia, sugiriendo que la serie es estacionaria. Sin embargo, para la variable Producto Interno Bruto (log), la prueba estadística es -4.939, que es menor que los valores críticos en todos los niveles de significancia, lo que también sugiere que la serie es estacionaria. Los resultados el cual apoyan lo argumentado por Dicker y Fuller (1979) en otras palabras, las variables tienen un orden de integración I (1)

**Tabla 6.**  
*Prueba de Phillips y Perrón*

Variables	Prueba estadística	Primeras diferencias							I (1)
		Valor crítico			Valor crítico				
		1%	5%	10%	Prueba estadística	1%	5%	10%	
Innovación (log)	-1.469	-3.655	-2.961	-2.613	-6.911	-3.662	-2.964	-2.614	I (1)
Capital humano	-2.883	-3.655	-2.961	-2.613	-0.588	-3.662	-2.964	-2.614	I (1)
Producto interno bruto (log)	-4.939	-3.655	-2.961	-2.613	-10.864	-3.662	-2.964	-2.614	I (1)
Comercio	-1.813	-3.655	-2.961	-2.613	-6.581	-3.662	-2.964	-2.614	I (1)
Efectividad Gubernamental	-1.727	-3.655	-2.961	-2.613	-18.240	-3.662	-2.964	-2.614	I (1)

La Tabla 7 presenta los resultados del modelo de corrección de error (VEC). El estadístico “cell” recoge los errores rezagados de cada una de las variables del modelo. Se determina la existencia de una relación a corto plazo en base al estadístico “cell”, el cual, al ser estadísticamente significativo, indica que existe una relación de corto plazo entre capital humano, producto interno bruto y comercio, lo contrario ocurre con efectividad gubernamental.

El capital humano desempeña un papel fundamental en el proceso de innovación al proporcionar el conocimiento, las habilidades y las capacidades necesarias para identificar problemas, desarrollar soluciones y llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo que impulsen el progreso tecnológico y económico en el corto plazo. De la misma manera, aunque los resultados inmediatos de la innovación en el producto interno bruto pueden ser menos claros en el corto plazo en comparación con el largo plazo, el financiamiento de proyectos innovadores puede generar impactos significativos en la economía, especialmente en aspectos como la generación de empleo, el fortalecimiento de la competitividad empresarial y el avance tecnológico. En contraste, una relación positiva y significativa entre el crecimiento del comercio y la innovación puede indicar que una mayor actividad empresarial tiene un efecto positivo en la misma, tal vez al crear empleos o brindar acceso a nuevos mercados. Finalmente, la falta de significancia estadística para la efectividad gubernamental apunta a la complejidad y diversidad de factores que influyen en la innovación.

La relación a corto plazo entre el capital humano y la innovación es elemental y se presenta mediante distintos factores interrelacionados. En primer lugar, el capital humano, que abarca las habilidades, conocimientos y experiencias de los individuos en una empresa u organización mejorando su nivel de cualificación, desempeñando un papel importante en el proceso innovador, los empleados bien capacitados y con habilidades específicas pueden abordar desafíos complejos y proponer soluciones de manera más eficiente. Siendo la innovación una actividad intensiva en trabajo de elevada cualificación, por lo que el capital humano resulta imprescindible para su desarrollo (Fernández – Rodríguez y Giménez, 2012).

**Tabla 7.**  
*Modelo corrección de error (VEC)*

<b>beta</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Error estándar</b>	<b>z</b>	<b>P&gt;z</b>	<b>intervalo de confianza al 95%</b>	
_cel						
dIIN	1	.	.	.	.	.
dCH	-2.875	7.878	-3.65	0.000	-4.419	-1.331
dPIB	0.113	0.034	3.33	0.001	0.046	0.180
dCOM	0.069	0.017	4.04	0.000	0.035	0.103
dEF	-0.124	0.115	-1.08	0.281	-0.351	0.101
_cons	0.593	.	.	.	.	.

La Tabla 8 muestra la prueba de cointegración de vectores de Johansen (1988), los cuales nos indican el número de vectores de cointegración que existen en el modelo econométrico planteado. Por lo que, existe una relación a largo plazo cuando se rezaga el modelo al cuarto orden. La relación a largo plazo entre el capital humano y la innovación está vinculada al papel esencial que desempeña la fuerza laboral educada y capacitada en la generación, adopción y difusión de nuevas ideas y tecnologías. Las políticas que fomentan la educación, la formación continua y el desarrollo de habilidades son cruciales para fortalecer esta relación y promover un entorno propicio para la innovación.

**Tabla 8.**  
*Prueba de cointegración de vectores de Johansen*

<b>Rango máximo</b>	<b>Parámetros</b>	<b>LL</b>	<b>Valor propio</b>	<b>Estadística de seguimiento</b>	<b>Valor crítico 5%</b>
0	30	-128.22	.	126.860	68.52
1	39	-107.786	0.668	85.990	47.21
2	46	-89.250	0.632	48.918	29.68
3	51	-76.060	0.509	22.539	15.41
4	54	-65.042	0.448	0.503*	3.76
5	55	-64.791	0.013		

*Nota:* El asterisco (\*), indica la presencia de vectores de cointegración.

La Tabla 9 presenta los resultados del modelo VAR estimado, conjuntamente con las variables de control. Los resultados contribuyen a lo arrojado en el test de cointegración; pues, de acuerdo a los valores de  $P > \chi^2$  que son menores a 0,05 se determina la existencia de una relación de largo plazo entre las variables, es decir, el capital humano, producto interno bruto y comercio se encuentran relacionadas a largo plazo con la innovación. De lo contrario ocurre

con la efectividad gubernamental, siendo mayores a 0.05 lo que denota la falta de relación a largo plazo con la innovación.

En Ecuador, el desarrollo económico sostenible se basa en la relación de largo plazo entre la innovación y el capital humano. Un capital humano bien educado y capacitado constituye la base necesaria para la introducción y creación de nuevas tecnologías. Las inversiones en educación aumentan la capacidad innovadora de la fuerza laboral, contribuyendo así al crecimiento económico a través de la eficiencia y la competitividad. La colaboración público-privada para promover la educación en ciencia, tecnología, etc., puede mejorar las capacidades de innovación. Facilitando la transferencia de conocimientos y tecnología, contribuyendo así a un entorno de innovación más sólido a largo plazo.

La relación a largo plazo entre el producto interno bruto y la innovación resulta vital para el progreso económico sostenible y la competitividad internacional de una nación. La innovación impulsa el aumento del PIB al facilitar la emergencia de nuevos campos industriales, elevar los estándares de vida y fomentar el avance del capital humano y tecnológico. Asimismo, el intercambio comercial puede fomentar la innovación al facilitar la transferencia de tecnología y al generar un ambiente competitivo. Del mismo modo, la innovación puede impulsar el comercio al dar lugar a la creación de productos y servicios innovadores que satisfagan la demanda en los mercados siendo importantes para el crecimiento y desarrollo económico en el largo plazo.

Finalmente, la capacidad de un gobierno para fomentar la innovación también depende del contexto nacional e internacional. Factores como la estabilidad política, la inversión extranjera, la cooperación internacional y las redes de innovación pueden influir en la capacidad de un gobierno para promover la innovación a largo plazo.

**Tabla 9.**  
*Estimación del modelo Vectores Autorregresivos (VAR)*

<b>Ecuación</b>	<b>Parms</b>	<b>RMSE</b>	<b>R-sq</b>	<b>chi2</b>	<b>P&gt;chi2</b>
dIIN	11	0.327	0.462	31.792	0.000
dCH	11	0.002	0.929	490.920	0.000
dPIB	11	2.932	0.398	24.537	0.006
dCOM	11	5.195	0.285	14.798	0.139
dEF	11	1.058	0.784	134.326	0.000

### 6.3 Objetivo específico 3

*Determinar la existencia de causalidad entre la innovación y el capital humano en Ecuador durante 1980-2019, mediante técnicas econométricas, con el fin de proponer políticas estructurales.*

Para satisfacer el último objetivo específico, se empleó la prueba de causalidad de Granger (1969). Esta prueba permite evaluar si una serie temporal puede prever a otra, ya sea en un solo sentido o en ambos. Se consideran relaciones causales significativas aquellas que presentan resultados inferiores a 0,05 en el estadístico "Prob > chi2", lo que evidencia la existencia de una relación causal entre las variables incluidas en el modelo econométrico. Los resultados de la prueba de causalidad se muestran en la Tabla 10 el cual se evidencia la existencia de causalidad unidireccional entre la innovación, capital humano, producto interno bruto y comercio. Así mismo, existe causalidad entre el capital humano, el comercio y la efectividad gubernamental.

En base a los resultados, la visión de Ecuador sobre los impulsores clave de la innovación se centra en el capital humano, el producto interno bruto y el comercio, más que en la efectividad gubernamental. Esto puede atribuirse al hecho de que en muchos casos la innovación está impulsada por factores del mercado como la demanda y las oportunidades comerciales. La inversión privada en investigación y desarrollo también puede desempeñar un papel importante, y si el sector privado impulsa esta inversión, la relación con la eficiencia del gobierno es directa. Además, las percepciones pueden verse influenciadas por la iniciativa de la empresa y su capacidad para adaptarse a las condiciones del mercado. La calidad del capital humano y la presencia de ecosistemas empresariales y educativos sólidos pueden influir en la innovación más que las políticas gubernamentales específicas. Si las políticas no están diseñadas para promover la innovación o se perciben como ineficaces, siendo posible que la relación con la efectividad gubernamental se vea minimizada.

Lo expuesto implica que la formación avanzada también fomenta una mentalidad emprendedora y creativa, generando un ambiente propicio para la generación de ideas disruptivas facilitando la transferencia efectiva de conocimientos entre sectores académicos y empresariales, promoviendo la aplicación práctica de descubrimientos innovadores. También, un producto interno bruto elevado provee los recursos financieros necesarios para estimular la investigación y desarrollo, creando un ambiente propicio para la innovación, además, mercados

más extensos y consumidores con mayor capacidad adquisitiva generan fuertes incentivos para que las empresas innoven.

Es preciso hacer hincapié en la efectividad gubernamental, si bien es esencial para garantizar el funcionamiento estable de las instituciones, promueve la innovación. La burocracia y la rigidez inherentes a muchas estructuras gubernamentales pueden inhibir la flexibilidad necesaria para experimentar y adoptar nuevas ideas. Así mismo, los procesos regulatorios y las jerarquías burocráticas generalmente crean resistencia al cambio y obstaculizan la búsqueda de soluciones innovadoras. Además, la aversión al riesgo combinada con la necesidad de seguir protocolos establecidos puede provocar un retraso en la adopción u omisión de ideas innovadora.

**Tabla 10.**  
*Causalidad de Granger*

<b>Ecuación</b>	<b>Excluido</b>	<b>chi2</b>	<b>df</b>	<b>Prob &gt; chi2</b>
dIIN	→ dCH	7.556	2	0.023
dIIN	→ dPIB	8.455	2	0.015
dIIN	→ dCOM	13.651	2	0.001
dIIN	dEF	3.301	2	0.192
dIIN	ALL	28.669	8	0.000
dCH	dIIN	0.843	2	0.656
dCH	dPIB	2.044	2	0.360
dCH	→ dCOM	22.061	2	0.000
dCH	→ dEF	9.998	2	0.007
dCH	ALL	38.543	8	0.000
dPIB	dIIN	0.088	2	0.957
dPIB	dCH	3.67	2	0.160
dPIB	dCOM	0.192	2	0.908
dPIB	dEF	2.631	2	0.268
dPIB	ALL	6.464	8	0.595
dCOM	dIIN	2.312	2	0.315
dCOM	dCH	5.309	2	0.070
dCOM	dPIB	4.163	2	0.125
dCOM	dEF	0.151	2	0.927
dCOM	ALL	13.417	8	0.098
dEF	→ dIIN	8.659	2	0.013
dEF	dCH	0.446	2	0.800
dEF	dPIB	0.457	2	0.796
dEF	dCOM	0.893	2	0.640
dEF	ALL	11.454	8	0.177

## 7. Discusión

Una vez presentados los resultados, a continuación, se realiza una contrastación de estos con los principales estudios empíricos para contextualizar, interpretar y destacar la relevancia de la investigación, la presente discusión se lo efectúa por cada objetivo específico.

### 7.1 Objetivo específico 1

*Analizar la evolución y correlación de la innovación y capital humano durante 1980-2019, mediante técnicas estadísticas descriptivas, con el propósito de conocer la realidad en Ecuador.*

Con base en los resultados del objetivo específico 1, descritos en el apartado anterior, en la Figura 1, existe una tendencia cíclica. Resultados similares fueron encontrados por Carlsson et al. (2002), quienes exponen que los cambios tecnológicos también son un proceso evolutivo donde las recientes innovaciones superan a las anteriores, por lo que, el sistema económico nunca alcanza el equilibrio, ya que toda innovación crea tensión o desequilibrio que, si se resuelve, resulta en crecimiento y se generan nuevas tensiones, y si no se resuelve, el proceso de innovación se detiene. De lo contrario, según la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación del 2015 apenas el 7,9% de las empresas ecuatorianas emprendieron búsquedas de patentes o utilizaron servicios informáticos sobre patentes, reflejando una amplia debilidad en el sistema de propiedad intelectual. De la misma manera, El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2014) entre 2009 y 2014 el gasto total en actividades de innovación de producto y/o proceso el 74.47% fueron financiadas con recursos propios de las empresas, lo que representa \$3.175,27 millones de dólares, así mismo, el 54.51% de las empresas realizan algún tipo de innovación (producto, proceso, organizacional o de comercialización).

En cuanto al capital humano, se ve reflejado un aumento significativo. Esto es consistente con lo expuesto por Lahiguera et al. (2020) quienes sostienen que el cambio tecnológico más relevante de las últimas décadas, la digitalización, es de una importancia enorme en muchos aspectos, pero de manera directa para el uso y aprovechamiento del capital humano. Por otra parte, estudios realizados por Li et al. (2021); Mutiu et al. (2021) exponen que el impacto indirecto del capital humano a través de la innovación fue en gran medida negativo existiendo un desajuste del capital humano el cual no sólo llevará a una disminución directa de la eficiencia en la asignación del capital humano, sino que también limitará la innovación tecnológica de un país.

Con base en los resultados expuestos en la Figura 2 existe un aumento del producto interno bruto en diferentes tiempos lo que concuerda con lo expuesto por el Banco Central del Ecuador (2015) presentándose un incremento considerable en el producto interno bruto, debido al aumento de los ingresos petroleros y la recaudación tributaria, para el año 2013 el crecimiento del producto interno bruto estuvo impulsado por el comportamiento del sector no petrolero, mientras que en el 2014 se debió por el aumento del Gasto de Consumo Final de los Hogares, seguido por las exportaciones e inversión pública y privada. Adicionalmente, el comercio presenta una variación significativa a lo largo del tiempo. De modo similar, coinciden con la información obtenida del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversión y Pesca (s.f.); Banco Central del Ecuador (2017), manifestando que en el periodo 2007 – 2017 se logra un intercambio comercial de \$215.726 millones de dólares en exportaciones y 217.079 millones de dólares en importaciones, en parte gracias a la firma de nuevos tratados comerciales de alcance parcial con: Chile en el 2010, con Guatemala en el 2013 y con Nicaragua en el 2017. Finalmente, los resultados de efectividad gubernamental muestran una tendencia cíclica. Dicho resultado se relaciona con lo expuesto por Tornero y Andrade (2020) el cual afirman que las medidas políticas del gobierno durante el periodo 2010-2016 fueron efectivas y acertadas, logrando así estabilidad en el país.

Los resultados de la Tabla 3 reflejan un nivel de correlación alto entre innovación, capital humano, producto interno bruto, comercio y efectividad gubernamental. Estos resultados coinciden con lo mencionado por Franco (2019); Magdaleno et al. (2019); Cherre Quintanilla (2021) manifestando que la gestión del capital humano tiene una relación significativa alta con la innovación lo que indica que el capital humano impulsa la innovación de manera considerable. Así mismo, estudios realizados por Timothy (2022) manifiestan que aquellas personas que poseen una cualificación de educación superior tienen mayor importancia a la innovación tecnológica en comparación con los de bajo grado de educación, así, los que poseen un nivel educativo alto logran una elevada productividad. En cambio, Azeem y Baker (2020) en su estudio proponen que la experiencia de los directivos y la educación de los trabajadores, no logran conseguir altos niveles de innovación. De igual forma, Talavera y Arroyo (2020) en su estudio realizado para México, corroboran la existencia de una relación positiva entre la innovación y el crecimiento económico a través de las patentes, del modo que, un incremento en 1% en las patentes, tiene como resultado un crecimiento económico del 0.07% en el país. Además, Shu y Steinwender (2019) exponen que, a nivel empresarial, los efectos positivos del comercio sobre la innovación son más pronunciados en las empresas inicialmente más

productivas, mientras que los efectos negativos son más pronunciados en las empresas inicialmente menos productivas. En la misma línea, estudios realizados por Solarte Solarte et al. (2020) encuentran que a medida que una empresa incluye en su producción algún tipo de innovación, la orientación al mercado crece en gran magnitud, es decir, la innovación y el comercio están estrechamente relacionadas y mantienen una correlación positiva. Por último, resultados expuestos por Kondratenko et al. (2020) demuestran que el aumento de la eficacia del gobierno conduce a un aumento de 0.094 al desarrollo de la innovación. En contraposición, estudios realizados por Pan et al. (2022) en sus resultados manifiestan que la heterogeneidad innovación afecta el apoyo del gobierno hacia la investigación y desarrollo, debilitando el efecto de la emisión de políticas del gobierno relacionados a incentivos de innovación.

## **7.2 Objetivo específico 2**

*Estimar la relación de corto y largo plazo entre la innovación y el capital humano en Ecuador durante 1980-2019, a través de modelos de series de tiempo, con la finalidad de proponer estrategias orientadas a aumentar la innovación del país.*

Con la aplicación del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) los resultados evidencian una significancia de la variable capital humano e innovación, existiendo una relación de proporcionalidad directa, es decir cuando el capital humano aumenta, también lo hace la innovación, de lo contrario sucede con el producto interno bruto, comercio y efectividad gubernamental. En esta misma línea de investigación, Cinnirella y Streb (2017); Obeidat et al. (2021) encuentran resultados similares en el que manifiestan que un aumento del capital humano afecta directamente el crecimiento económico al mejorar la productividad laboral en la producción, así como, alcanzar una ventaja competitiva. Influyendo directamente en el crecimiento inclusivo e indirectamente a través de la innovación (Oyinlola et al., 2021). De lo contrario, resultados expuestos por Zumba et al. (2023) disciernen que no necesariamente basta con contar con personal titulado, sino aquellos que posean una formación permanente impulsando acciones innovadoras enfocadas a la mejora.

Ante lo mencionado, es preciso señalar la contribución de Cai et al. (2023) quienes analizan el efecto de los mercados internacionales en la innovación y mencionan que aquel efecto se da mediante efecto tecnología y ganancias, promoviendo el comercio y aumentar la tecnología alcanzando así utilidades de innovación y comercio. Por ende, el libre comercio coadyuva a fomentar la capacidad de innovar (Li et al., 2022). Por otra parte, Song et al. (2022) en su estudio enfatizan que la eficiencia gubernamental tiene un impacto significativamente positivo

en la producción de innovación y, lo que es más importante, verifica el impacto positivo de la mejora de la calidad de la burocracia en la innovación. Por el contrario, resultados de González (2011) señalan que para los países no desarrollados es imperativo generar políticas enfocadas en aumentar y robustecer el desarrollo tecnológico.

Los resultados del modelo VEC indican que existe una relación de corto plazo entre innovación, capital humano, producto interno bruto y comercio, de lo contrario, sucede con la efectividad gubernamental. En concordancia, resultados encontrados por Nuchera et al. (2008) deducen que, a nivel de empresas los factores que impulsan la innovación son el resultado de la capacidad de integrar la calidad y productividad en el corto plazo. Así mismo, Blümel et al. (2010) en su estudio determinan que la tasa de crecimiento del producto interno bruto de una economía se determina principalmente en el corto plazo por la acumulación de factores de producción como lo es el trabajo. Los resultados de efectividad de gobierno se relacionan con Bermúdez y Fernández (2020) en su estudio para Cuba, determinan que la gestión del gobierno orientado a la innovación contribuye a la implementación de políticas, estrategias y programas en el corto plazo para un efectivo desarrollo económico. En cambio, Longo (2012) destaca que la innovación en el sector público se plantea como requisito primordial para satisfacer necesidades sociales a largo plazo.

Como respaldo a los resultados del modelo VAR, se determina la existencia de una relación de largo plazo entre las variables. De la misma manera, los resultados muestran consistencia con los hallazgos de Diebolt y Hippe (2019); Hu (2021) evidenciando una relación positiva y significativa entre el capital humano y la innovación existiendo una relación estable de equilibrio a largo plazo, sugiriendo que una mejora en el capital humano fortalece la relación entre la innovación tecnológica y los efectos indirectos. En la misma línea, se relaciona con los hallazgos de Giménez y López-Puello (2015) haciendo hincapié en que a niveles más altos de escolaridad mejoran la capacidad de entender, generar y analizar información y nuevas ideas en el largo plazo, sin embargo, la escolarización podría haber tenido mayores efectos sobre la innovación si la información sobre los niveles de educación pudiera ser sustanciada.

Así mismo, los resultados son contrastados con la teoría expuesta por Lucas (1988) quien incluye la idea de que el capital humano y la innovación tecnológica son factores clave en el crecimiento económico sostenido, argumentando que el capital humano, a través de su impacto en la productividad y la acumulación de conocimiento, puede generar retornos positivos y contribuir al crecimiento económico a largo plazo. En contradicción a los resultados, hallazgos

de Muhamad et al. (2018) infieren que no existe una relación a largo plazo entre el capital humano y la capacidad de innovación en países de ingresos medios, debido al nivel de renta y su impacto en el crecimiento económico.

En el mismo sentido, trabajos realizados por Díaz-Canel Bermúdez y Delgado Fernández (2021) sostienen que la innovación se alcanza por la combinación de los ciclos continuos de gestión de la calidad e investigación y desarrollo bajo la dirección del gobierno en el largo plazo. Además, estudios realizados por Zhang y Guan (2018); Wang et al. (2022) en sus hallazgos muestran que los subsidios gubernamentales obstaculizan el desempeño de las empresas en innovación a largo plazo.

En similitud, Rojo Gutiérrez et al. (2019) recalando que, a nivel de empresa, el papel de la innovación sobresale por las aportaciones que realiza tanto a la productividad como a la competitividad económica reflejados en el producto interno bruto a largo plazo y en la relación tan estrecha que guarda con el desarrollo económico y con el bienestar de la población. También, los resultados obtenidos concuerdan con Valencia-Rodríguez (2019) el cual alude que la innovación permite a las organizaciones mejorar la productividad y obtener ventajas a largo plazo respecto de sus competidores y, por tanto, las mantiene activas potenciando el desarrollo del comercio.

### **7.3 Objetivo específico 3**

*Determinar la existencia de causalidad entre la innovación y el capital humano en Ecuador durante 1980-2019, mediante técnicas econométricas, con el fin de proponer políticas estructurales.*

En los resultados encontrados, se evidencia la existencia de causalidad unidireccional entre la innovación, capital humano, producto interno bruto y comercio. Así mismo, existe causalidad entre el capital humano y comercio, además, la efectividad gubernamental causa a la innovación. Los resultados son respaldados por Ramírez et al. (2019) quienes exploran la relación entre innovación y productividad en el sector manufacturero incluyendo el capital humano en la etapa de decisión de inversión y encuentran una relación causal del capital humano en la decisión de inversión en investigación y desarrollo y su impacto en el comportamiento innovador. De la misma manera, autores como Ríos (2005); Lara e Iñiguez (2021) presentan resultados similares, manifestando que en los países de ingresos bajos existe causalidad unidireccional de va desde el capital humano hasta el comercio por lo tanto

crecimiento económico, siendo de gran importancia una inversión estratégica que garantice el desarrollo de los mismos.

De forma similar, bajo el criterio de causalidad de Granger, Quinde- Rosales et al. (2018) determinaron unidireccionalidad en términos del gasto en ciencia y tecnología (innovación) al producto interno bruto. Así mismo, Reyna García et al. (2018) destacan la existencia de una relación causal directa entre la innovación y el desempeño económico, indicando que existe significancia para impulsar la innovación como factor de la competitividad en el contexto global actual. En la misma línea de investigación, estudios realizados por Esteban et al. (2015) recalcan que la capacidad de innovación es compatible con las nuevas teorías del crecimiento endógeno, que sostienen que el capital humano causa el crecimiento económico. La innovación tecnológica está realmente asociada de forma positiva al desarrollo económico, ya que las medidas políticas adoptadas por el gobierno también deberían incentivar la investigación y desarrollo para obtener un efecto esperado más amplio (Pinzón y Rodríguez Crespo, 2024). En contraposición, Pradhan et al. (2016); Rosales et al. (2019); López et al. (2021); Romero-Capa et al. (2022) obtuvieron bidireccionalidad, indicando una relación conjunta a lo largo del tiempo, es decir, la innovación causa al producto interno bruto y viceversa, lo que significa que la creación de patentes influye en el comportamiento del crecimiento económico y viceversa.

Del mismo modo, un estudio efectuado por Iolster (2021) presenta evidencia de una relación bidireccional entre las exportaciones, el comercio internacional y el crecimiento económico, recalcando que la integración de nuevas tecnologías en el proceso de fabricación la creciente competencia hace que las empresas tengan que volverse más eficientes, aumentando la productividad, la producción y el crecimiento económico. Por lo que, una liberalización sustancial del comercio puede reducir la incertidumbre en materia de política comercial, lo que conduciría a una mayor inversión en innovación (Liu y Ma, 2020). Además, Santana Quintero (2010) en su estudio obtiene que la innovación logra causar un efecto en la competitividad, es decir, si se generan innovaciones, se consigue corregir desventajas en la matriz productiva para así generar estrategias mancomunadas logrando en general, eficiencia comercial.

De manera semejante, Bekhet y Latif (2018) en sus resultados confirman la presencia de causalidad unidireccional que va desde la calidad de las instituciones de gobernanza en materia de innovación tecnológica hacia el desarrollo financiero de Malasia. Así mismo, como respaldo a los resultados, Bravo Maya (2023) determina la existencia de causalidad unidireccional en el sentido de Granger entre rendición de cuentas y efectividad gubernamental con el crecimiento

económico y la causalidad unidireccional en el sentido de Granger entre el crecimiento económico y calidad regulatoria. Igualmente, Roh et al. (2021) destacan que el efecto del apoyo gubernamental manifestó un efecto significativo y causal en la participación de las pequeñas empresas en la innovación abierta en comparación con las empresas medianas y grandes. En contraposición, Sung (2019) encontró pruebas de una relación bidireccional positiva entre la política gubernamental de investigación y desarrollo y la innovación de las empresas.

## 8. Conclusiones

Primeramente, la innovación ha experimentado altibajos a lo largo de las últimas décadas. Después de un aumento en las solicitudes de patentes hasta el año 2000, la dolarización causó una disminución. Sin embargo, a partir de 2002, con la estabilización económica, la innovación volvió a crecer. La apertura a inversionistas extranjeros y un entorno financiero estable impulsaron la investigación y desarrollo empresarial. Por otro lado, el capital humano ha experimentado un crecimiento constante, impulsado por reformas educativas desde 1980 y mayores inversiones a partir de 2010. A pesar de estos avances, las desigualdades socioeconómicas persisten, afectando el acceso y la calidad de la educación en el país. De la misma manera, se resalta la relación importante y positiva entre la innovación y capital humano y la necesidad de habilidades especializadas para impulsar la innovación, seguido de ello, la innovación y producto interno bruto respalda la idea de que la innovación impulsa el crecimiento económico al crear más valor, generando mejoras en el comercio, actividad empresarial y demás factores.

En segundo lugar, con la estimación de MCO se confirma que el capital humano es un determinante clave de la innovación, de lo contrario ocurre con el producto interno bruto, comercio y la efectividad gubernamental. Mediante el modelo VEC, en el corto plazo, se demuestra una relación significativa entre el capital humano, producto interno bruto, comercio y la innovación, lo que apunta a desafíos inmediatos en el ajuste laboral y la distribución equitativa de los beneficios económicos. Si bien el comercio está relacionado positivamente con la innovación en el corto plazo, la falta de significancia para la efectividad gubernamental destaca la complejidad de los factores gubernamentales que podrían no tener un impacto inmediato en la innovación en el periodo de estudio. Del mismo modo, a través del modelo VAR, se respalda la existencia de una relación de largo plazo entre la innovación, capital humano, producto interno bruto, así como el comercio en Ecuador, según los valores significativos en el test de cointegración de Johansen. Por otro lado, la falta de una relación directa a largo plazo entre la innovación y la efectividad gubernamental sugiere desafíos temporales en la realización de beneficios económicos, influencias de factores externos y la necesidad de evaluar la calidad y relevancia de las innovaciones, aunque pueden estimular la innovación, no siempre se puede asumir una relación directa y constante a lo largo del tiempo.

Seguido de ello, por medio de la prueba de causalidad de Granger se indican relaciones unidireccionales significativas entre la innovación, capital humano, producto interno bruto y comercio, evidenciando que cambios en el capital humano, el producto interno bruto y el comercio tienen la capacidad de prever alteraciones en al menos una dirección en la innovación, resaltando la importancia de comprender cómo ciertos factores impulsan cambios en otros, lo que puede ser fundamental para la toma de decisiones y la formulación de estrategias en el contexto socioeconómico actual.

Finalmente, se demuestra que la relación entre innovación y capital humano, la formación y desarrollo de los trabajadores ecuatorianos contribuye directamente a la capacidad del país para adoptar nuevas tecnologías y mejorar procesos. A medida que el capital humano se fortalece con educación de calidad y capacitación especializada, se generan las condiciones propicias para la generación de ideas innovadoras. Siendo así que empresas e instituciones que fomentan un entorno de trabajo que valora y nutre el talento humano suelen ser más propensas a la adopción de prácticas innovadoras. Por otro lado, la innovación también impacta el capital humano al crear nuevas oportunidades de empleo y demandar habilidades más avanzadas, así como la inmersión entre el sector empresarial, el gobierno y las instituciones educativas es importante para que el capital humano se alinee con las necesidades cambiantes del mercado, promoviendo así un ciclo virtuoso de crecimiento económico sostenible en Ecuador. La limitación de la investigación, se da por la falta de datos actualizados de las variables empleadas, lo cual restringe la amplitud de la investigación, dado que el contexto del tiempo puede variar, siendo posible que haya existido algunas circunstancias únicas durante el período que no son consistentemente representativas.

## 9. Recomendaciones

Considerando la importancia de la relación positiva entre innovación y capital humano, se sugiere fortalecer las políticas educativas y las inversiones en formación y capacitación a la fuerza laboral para garantizar que esté equiparada con habilidades especializadas. Esto no solo considera la capacidad innovadora del país, sino que también contribuirá a disminuir la brecha socioeconómica al mejorar el acceso y la calidad de la educación. También, con la finalidad de mantener y potenciar el crecimiento en innovación, se recomienda fomentar la colaboración entre el sector público y privado en el ámbito educativo para la creación de alianzas estratégicas que faciliten el intercambio de conocimientos, recursos y tecnologías, impulsando la investigación y desarrollo en las empresas, así mismo, es importante abordar las desigualdades persistentes, no solamente en el ámbito educativo, sino también en el acceso a oportunidades innovadoras, para asegurar un crecimiento económico moderado, pero sobre todo equitativo en Ecuador.

Ante la relación significativa entre el capital humano, el producto interno bruto, comercio y la innovación en el corto plazo y no con la efectividad gubernamental, se recomienda implementar medidas proactivas para mitigar los desafíos en el ajuste laboral y promover una distribución equitativa de los beneficios económicos, tal como, políticas que faciliten la adaptación de la fuerza laboral a las demandas cambiantes del mercado y promuevan la inclusión podrían contribuir a superar estos desafíos. Así como políticas y regulaciones que fomenten la innovación y la creatividad en diversos sectores como la simplificación de trámites burocráticos, la protección de la propiedad intelectual y la promoción de la competencia en el mercado. Además, dada la significativa relación de largo plazo entre la innovación, el capital humano y comercio, se sugiere que el gobierno ecuatoriano continúe promoviendo políticas que fomenten la educación y el desarrollo de habilidades especializadas para desarrollar un capital humano altamente cualificado y adaptable.

Considerando las relaciones unidireccionales significativas identificadas a través de la prueba de causalidad de Granger, para fortalecer el capital humano se recomienda implementar una política de educación y capacitación que satisfaga las necesidades del mercado laboral y las nuevas tendencias tecnológicas. Esto podría incluir programas de formación específicos, cooperación entre empresas y centros de formación e incentivos para la investigación y el desarrollo de capacidades pertinentes. De igual modo, en relación con el crecimiento económico, se pueden desarrollar incentivos fiscales y financieros para empresas innovadoras,

así como promover iniciativas de promoción del comercio internacional, como acuerdos bilaterales y participación activa en ferias comerciales internacionales. Asimismo, se propone establecer indicadores clave de rendimiento que reflejen la relación entre innovación, capital humano, producto interno bruto y comercio. Incluyendo métricas determinadas, a su vez, aquellos datos deben ser recopilados y analizados periódicamente, permitiendo la toma de decisiones estratégicas, evaluando el impacto de las políticas que se implemente y ajustando estrategias según sea imprescindible, para así establecer mecanismos de retroalimentación a actores clave, para obtener percepciones adicionales sobre la dinámica de estos factores en el contexto nacional.

Por último, para promover la integración efectiva de las instituciones empresariales, estatales y educativas, se recomienda crear plataformas de cooperación y espacios de diálogo. Esto puede incluir la organización regular de mesas redondas, conferencias y eventos conjuntos para líderes empresariales, representantes gubernamentales y académicos para discutir las necesidades del mercado, compartir perspectivas y explorar oportunidades de colaboración. Incluso, se puede crear un marco legal para promover la cooperación tripartita y brindar incentivos para programas de investigación conjuntos que promuevan la innovación y el desarrollo de habilidades en el país. Paralelamente, la inclusión de programas de reconocimiento y recompensa para los empleados que hagan contribuciones significativas a la innovación, así como la creación de lugares de trabajo flexibles que fomenten la colaboración y la libre expresión de ideas, considerando también incorporar capacitación en habilidades sociales como el pensamiento crítico y el trabajo en equipo para mejorar la capacidad de los empleados para participar activamente en el proceso de innovación. Hacia investigaciones a futuro, se recomienda realizar un estudio exhaustivo que analice de manera detallada los mecanismos específicos mediante los cuales la formación y desarrollo de capital humano impactan directamente en la innovación, incluyendo un enfoque tanto cuantitativo como cualitativo, que examinen de cerca los factores mediadores y moderadores que influyen en la relación entre la educación de calidad, la capacitación especializada y la generación de ideas innovadoras.

## 10. Bibliografía

- Aldas Silva, A. A. (2023). *Modelo de Romer: Innovación y crecimiento económico en los países más innovadores del mundo*, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Contabilidad y Auditoría. Carrera de Economía).
- Álvarez, J. C. E. (2021). Capital intelectual y gestión de innovación: Pequeñas y medianas empresas de cuero y calzado en Tungurahua–Ecuador. *Revista De Ciencias Sociales*, 27(4), 230-245.
- Argyris, C. (1979). *El comportamiento del PDG es clave para el desarrollo organizativo*. Deusto.
- Armijo, F. G. N., & Zambrano, I. A. B. (2021). Efecto económico de la innovación en las PYMES del Ecuador. *Journal of Economic and Social Science Research (JESSR)*, 1(1), 61-73.
- Atsu, F., & Adams, S. (2023). Financial development and innovation: Do institutions and human capital matter? *Heliyon*, 9(8).
- Azeem, M. M., & Baker, D. (2020). Human capital endowments, establishments' practices, and innovation: a cross-country analysis of the food and beverage industry. *International Journal of Innovation Management*, 24(07), 2050063.
- Banco Central del Ecuador. (2015). *La economía ecuatoriana creció en 0.2% en el 2015*. Obtenido de <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/909-la-econom%C3%ADa-ecuatoriana-creci%C3%B3-en-02-en-el-2015>.
- Banco Central del Ecuador. (2017). *Evolución de la Balanza Comercial*. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/BalanzaPagos/balanzaComercial/ebc201802.pdf>
- Banco Central. (2007). Recuperado el 4 de enero de 2024, de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Memoria/2007/Memoria-07-2.pdf>
- Banco Mundial (2014). *Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)*. Obtenido de: <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=EC>
- Banco Mundial (2023). *World Bank Open Data*. <https://datos.bancomundial.org/pais/ecuador>
- Basabe-Serrano, S., Pachano, S., & Mejía Acosta, A. (2010). La democracia inconclusa: Derechos fundamentales, instituciones políticas y rendimientos gubernamentales en Ecuador (1979-2008). *Revista de ciencia política (Santiago)*, 30(1), 65-85.
- Bekhet, HA y Latif, NWA (2018). El impacto de la innovación tecnológica y la calidad de las instituciones de gobernanza en el crecimiento sostenible de Malasia: evidencia de una relación dinámica. *La tecnología en la sociedad*, 54, 27-40.

- Bermúdez, M. D. C., & Fernández, M. D. (2020). Modelo de gestión del gobierno orientado a la innovación. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 4(3), 300-321.
- Blümel, G., Espinoza, R., & Domper, M. (2010). Crecimiento económico, precios de la energía e innovación tecnológica. *Libertad y desarrollo*.
- Bravo Maya, M. G. (2023). *Impacto de la calidad institucional en el crecimiento económico de América del Sur, período 2002–2021* (Bachelor's thesis, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.).
- Cai, M., Cui, R., & Li, D. (2023). Trade with innovation benefits: A re-appraisal using micro data from China. *Journal of Asian Economics*, 101664.
- Capozza, C., & Divella, M. (2019). Human capital and firms' innovation: evidence from emerging economies. *Economics of Innovation and New Technology*, 28(7), 741-757.
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M. y Rickne, A. (2002). Sistemas de innovación: cuestiones analíticas y metodológicas. *Política de investigación* , 31 (2), 233-245.
- Carvache-Franco, O., Carvache-Franco, M., Gutiérrez-Candela, G., & Carvache-Franco, W. (2022). Incidencia de la tecnología y gestión en la innovación de las pymes exportadoras ecuatorianas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 18(2), 246-255.
- Chen, Y., Zhang, S., & Miao, J. (2023). What limits the innovation efficiency in China's ICT industry? A two-stage dynamic network slacks-based measure approach. *Technology Analysis & Strategic Management*, 1-19.
- Cherre Quintanilla, G. V. (2021). Gestión del capital humano y su relación con la innovación de los trabajadores en el Gobierno Regional de Piura en el año 2019.
- Chesbrough, H. (2020). Resultados de la innovación abierta: olvidémonos del sensacionalismo y volvamos al negocio (Vol. 65). *Universidad de Deusto*.
- Christensen, C. M. (2020). El dilema de los innovadores. *Ediciones Granica SA*.
- Cinnirella, F., & Streb, J. (2017). The role of human capital and innovation in economic development: evidence from post-Malthusian Prussia. *Journal of economic growth*, 22, 193-227.
- Clayton, A. (1997). El dilema del innovador. *Editorial Harper Business*.
- Del-Castillo, S., & Aldaz-Hernández, A. (2021). Análisis del índice de competitividad para Ecuador según el Foro Económico Mundial. *Green World Journal*, 4(2), 6.
- Díaz-Canel Bermúdez, M. M., & Delgado Fernández, M. (2021). Gestión del gobierno orientado a la innovación: Contexto y caracterización del Modelo. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 6-16.
- Dickey, D. A. y Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431. <https://doi.org/10.2307/2286348>.
- Diebolt, C., & Hippe, R. (2019). The long-run impact of human capital on innovation and economic development in the regions of Europe. *Applied Economics*, 51(5), 542-563.

- Djibo, B. O. S., Horsey, E. M., & Zhao, S. (2022). Government institutional support and eco-innovation: The moderating role of market performance in Benin's industrial sector. *Journal of Cleaner Production*, 378, 134598.
- Dueñas Torres, D. A. (2021). La innovación y su incidencia en el crecimiento empresarial de las MYPES de comercio de San Juan de Lurigancho.
- Elster, Jon (1992). El cambio tecnológico: Investigación sobre la racionalidad y la transformación social. Barcelona: *Gedisa*.
- Esteban, G. G., Pueyo, C. L., & Villarroja, J. J. S. (2015). Medición del capital humano en los países OCDE y su relación con el crecimiento del PIB y la innovación. *Revista de economía mundial*, (39), 77-108.
- Estudio Económico de América Latina y el Caribe (2016). Cepal.org. Recuperado el 22 de diciembre de 2023, de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/276887ec-6228-4bfb-9ae1-d312f7a18be6/content>
- Fonseca, T., de Faria, P., & Lima, F. (2019). Human capital and innovation: the importance of the optimal organizational task structure. *Research policy*, 48(3), 616-627.
- Foro Económico Mundial (2015). Recuperado el 6 de enero de 2024, de [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Human\\_Capital\\_Report\\_2015.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Human_Capital_Report_2015.pdf)
- Franco, O. C. (2019). Incidencia de la investigación y desarrollo y el capital humano en el desempeño innovador de las empresas industriales ecuatorianas. *X-pedientes Económicos*, 3(7), 23-37.
- Garzón Castrillón, M. A., & Fisher, A. L. (2008). Modelo teórico de aprendizaje organizacional. *Pensamiento & gestión*, (24), 195-224.
- Geng, D., & Kali, R. (2021). Trade and innovation: Unraveling a complex nexus. *International Journal of Innovation Studies*, 5(1), 23-34.
- Giménez, G., Sanaú, J., & López-Pueyo, C. (2015). *Medición del capital humano en los países de la OCDE y su relación*
- González, R. H. (2011). Conocimiento, innovación y desarrollo. *Conocimiento, innovación y desarrollo*, 17.
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37, 424–438. <https://doi.org/10.2307/1912791>.
- Guayasamin Mogrovejo, M. N. (2017). Aciertos, críticas y desafíos pendientes de la política educativa durante la presidencia de Rafael Correa Ecuador 2007-2017. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 8(14), 9-30.
- Hasan, M. M., & Du, F. (2023). The role of foreign trade and technology innovation on economic recovery in China: The mediating role of natural resources development. *Resources Policy*, 80, 103121.

- Hu, G. G. (2021). Is knowledge spillover from human capital investment a catalyst for technological innovation? The curious case of fourth industrial revolution in BRICS economies. *Technological forecasting and social change*, 162, 120327.
- Huynh, T. N., Van Nguyen, P., Nguyen, Q. N., & Dinh, P. U. (2023). Technology innovation, technology complexity, and co-creation effects on organizational performance: The role of government influence and co-creation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 100150.
- Impullitti, G., & Licandro, O. (2018). Trade, firm selection and innovation: The competition channel. *The Economic Journal*, 128(608), 189-229.
- Índice Global de Innovación (2022). *Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica*. Obtenido de: <https://amiif.org/indice-global-de-innovacion-2022/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2014). *Encuesta Nacional de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/Ciencia\\_Tecnologia-ACTI/2012-2014/presentacion\\_ACTI.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Ciencia_Tecnologia-ACTI/2012-2014/presentacion_ACTI.pdf)
- Internacional Data Corporation (2023). El gasto en TI en América Latina superará el crecimiento del PIB en 2023. Obtenido de: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prLA50040523>
- Iolster, M. (2021). Impacto del comercio internacional en el crecimiento económico.
- Kim, H., & Park, Y. (2010). The effects of open innovation activity on performance of SMEs: The case of Korea. *International Journal of Technology Management*, 52(3/4), 236-256.
- Kondratenko, V., Okopnyk, O., Ziganto, L. y Kwilinski, A. (2020). DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN Y EFICIENCIA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA: CARACTERÍSTICAS DE GESTIÓN Y LEGISLACIÓN. *Marketing y Gestión de Innovaciones*, (1).
- Kong, D., Zhang, B., & Zhang, J. (2022). Higher education and corporate innovation. *Journal of Corporate Finance*, 72, 102165.
- Lahiguera, L. H., García, F. P., & Martínez, L. S. (2020). Capital humano, digitalización y crecimiento económico en España. *Papeles de Economía Española*, (166), 18-32.
- Lara, E., & Iñiguez, K. (2021). Efecto del consumo de energía y capital humano sobre el crecimiento económico: Análisis de cointegración y causalidad con datos de panel a nivel mundial. *Revista Económica*, 9(1), 39-54.
- Lasio, V., Amaya, A., Zambrano, J., Ordeñana, X., & Macías, D. (2019). *Global Entrepreneurship Monitor Ecuador 2019/2020*. Obtenido de: [https://www.espae.edu.ec/wp-content/uploads/2021/02/GEM\\_Ecuador\\_2019.pdf](https://www.espae.edu.ec/wp-content/uploads/2021/02/GEM_Ecuador_2019.pdf)
- Li, J., Qin, X., Tang, J., & Yang, L. (2022). Foreign trade and innovation sustainability: Evidence from China. *Journal of Asian Economics*, 81, 101497.

- Li, X., Guo, Y., Hou, J., & Liu, J. (2021). Human capital allocation and enterprise innovation performance: an example of China's knowledge-intensive service industry. *Research in International Business and Finance*, 58, 101429.
- Lin, B., & Xie, Y. (2023). The impact of government subsidies on capacity utilization in the Chinese renewable energy industry: Does technological innovation matter?. *Applied Energy*, 352, 121959.
- Liu, Q., & Ma, H. (2020). Trade policy uncertainty and innovation: Firm level evidence from China's WTO accession. *Journal of International Economics*, 127, 103387.
- Longo, F. (2012). Innovación en gobernanza: entornos colaborativos y liderazgos relacionales. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, (80), 46-69.
- López, L. A. Á., Márquez, C. Z., & León, J. A. G. (2021). Comportamiento de la innovación en los países de la alianza del pacífico/Innovation behavior in the pacific alliance countries. *Universidad & ciencia*, 10(1), 74-85.
- López, M. S. A., Aimacaña, N. R. L., Romo, M. D. C. G., & Jara, M. P. B. (2023). Determinantes de la economía de la innovación en el sector comercio en el Ecuador. *Revista multidisciplinaria de desarrollo agropecuario, tecnológico, empresarial y humanista.*, 5(2), 11-11.
- Lucas, R. E. (1988), "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics* 22, pp. 3-42.
- Magdaleno, J. A. R., Zamores, S. M., & Zesati, R. E. F. (2019). La influencia de la estrategia empresarial en el capital intelectual y la innovación de la pequeña y mediana empresa. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en competitividad*, 13, 1099-1115.
- Mínga León, F. E. (2021). Influencia del capital social y humano en oportunidades de innovación agropecuaria del Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepampa Loja, Ecuador Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversión y Pesca. (s.f.). *Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversión y Pesca*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/acuerdos-comerciales/>
- Muhamad, S., Sulaiman, N. F. C., & Saputra, J. (2018). The role of human capital and innovation capacity on economic growth in ASEAN-3. *Jurnal Ekonomi Malaysia*, 52(1), 281-294.
- Muti A. Oyinlola, Abdulfatai A. Adedeji, Olumide Onitekun. (2021). Human capital, innovation, and inclusive growth in sub-Saharan African Region, *Economic Analysis and Policy*, Volume 72, Pages 609-625, ISSN 0313-5926.
- Nelson, R. R. (1985). *An evolutionary theory of economic change*. harvard university press.
- Njiraini, P., Gachanja, P., & Omolo, J. (2018). Factors influencing micro and small enterprise's decision to innovate in Kenya. *Journal of Global Entrepreneurship Research*, 8, 1-9.
- Nuchera, A. H., Idoipe, A. V., & Torres, M. (2008). Los factores clave de la innovación tecnológica: claves de la competitividad empresarial. *Dirección y organización*, (36), 5-22.

- Obeidat, U., Obeidat, B., Alrowwad, A., Alshurideh, M., Masadeh, R., & Abuhashesh, M. (2021). The effect of intellectual capital on competitive advantage: The mediating role of innovation. *Management Science Letters*, 11(4), 1331-1344.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (2023). *Índice Mundial de Innovación*. Obtenido de: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/wipo-pub-2000-2023-exec-es-global-innovation-index-2023.pdf>
- Oyinlola, M. A., Adedeji, A. A., & Onitekun, O. (2021). Human capital, innovation, and inclusive growth in sub-Saharan African Region. *Economic Analysis and Policy*, 72, 609-625.
- Pan, J., Lin, G., & Xiao, W. (2022). The heterogeneity of innovation, government R&D support and enterprise innovation performance. *Research in International Business and Finance*, 62, 101741.
- Pearson, Karl. (1897). Mathematical contributions to the theory of evolution – on the form of spurious correlation which may arise when indices are used in the measurements of organs. *Proceedings of the Royal Society of London*. Vol. 60, p. 268-286.
- Penn World Table. (2023, January 23). *Penn World Table versión 10.01*. University of Groningen. <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/?lang=en>
- Phillips, PC y Perron, P. (1988). Prueba de raíz unitaria en regresión de series de tiempo. *biometrika*, 75 (2), 335-346.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Hall, J. H., & Nair, M. (2016). Innovation, financial development and economic growth in Eurozone countries. *Applied Economics Letters*, 23(16), 1141-1144.
- Quinde-Rosales, V. X., Bucaram, R. M., Bucaram, M. R., & Silvera, C. K. (2019). Relación entre el gasto en Ciencia y Tecnología y el Producto Interno Bruto. Un análisis empírico entre América Latina y el Caribe y el Ecuador. *Revista Espacios*, 40(04).
- Quinde-Rosales, V., Bucaram-Leverone, R., Bucaram-Leverone, M., Silvera-Tumbaco, C. (2018). Relación de Causalidad Entre el Gasto en Ciencia y Tecnología y el Producto Interno Bruto. Caso Mexico y Ecuador. *Journal of Alternative Perspectives in the Social Sciences*, 9(3).
- Ramírez Clavijo, SR, Gallego Acevedo, JM, & Tamayo, M. (2019). Capital humano, innovación y productividad en las empresas colombianas: un enfoque estructural utilizando variables instrumentales.
- Reinoso, M. V. A. (2022). La gestión del capital humano en el sector empresarial en el Ecuador. *Revista multidisciplinaria de desarrollo agropecuario, tecnológico, empresarial y humanista.*, 4(2), 6-6.
- Reyna-García, G., Molina-Morejón, V., & Cortina-Bernal, J. (2018). Modelo causal: Innovación–colaboración–desempeño económico.
- Ríos, M. A. G. (2005). Capital humano, externalidades y crecimiento económico en Colombia. *Ensayos de economía*, 15(27), 25-74.

- Rogers, E. M., Singhal, A., & Quinlan, M. M. (2014). Diffusion of innovations. In An integrated approach to communication theory and research (pp. 432-448). Routledge.
- Romer, P. (1990), “Endogenous Technological Change”, *Journal of Political Economy* 98 (5), pp. 71-102.
- Roh, T., Lee, K., & Yang, J. Y. (2021). How do intellectual property rights and government support drive a firm's green innovation? The mediating role of open innovation. *Journal of Cleaner Production*, 317, 128422.
- Rojo Gutiérrez, M. A., Padilla-Oviedo, A., & Riojas, R. M. (2019). La innovación y su importancia. *Revista Científica UISRAEL*, 6(1), 9-22.
- Romero-Capa, J. L., Martínez, D., Encalada, J., & Ordoñez, J. V. (2022). Incidencia de la innovación y calidad institucional sobre el crecimiento económico, un análisis con datos de panel para países clasificados por su nivel de ingresos. *Revista Económica*, 10(2), 82-95.
- Rosales, V. Q., Vargas, M. S., Portilla, B. G., & Minaya, A. M. (2019). Relación entre gasto en ciencia y tecnología y producto interno bruto en Latinoamérica. *Revista de ciencias sociales*, 25(1), 99-113.
- Rupietta, C., & Backes-Gellner, U. (2019). Combining knowledge stock and knowledge flow to generate superior incremental innovation performance—Evidence from Swiss manufacturing. *Journal of Business Research*, 94, 209-222.
- Salinas Arévalo, J. D. (2019). *Análisis del capital intelectual e innovación de las empresas relacionadas con actividades profesionales, científicas y técnicas de la ciudad de Loja* Año 2018 (Bachelor's thesis).
- Santana Quintero, T. (2010). *Innovación y competitividad en la industria azucarera de México* (Doctoral dissertation).
- Schumpeter (1942). *Socialism, capitalism and democracy*. Nueva York. Harper & Brothers,
- Semplades. (2017). Plan nacional de desarrollo 2017-2021. Toda una vida. Retrieved from [https://www.planificacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](https://www.planificacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)
- Shu, P. y Steinwender, C. (2019). El impacto de la liberalización del comercio en la productividad y la innovación de las empresas. *Política de innovación y economía*, 19 (1), 39-68.
- Solarte Solarte, C. M., Solarte Solarte, M. L., & Barahona Vinasco, J. F. (2020). Cultura organizacional e innovación en la orientación al mercado de empresas familiares de Pasto (Colombia). *Contaduría y administración*, 65(1).
- Solow, Robert M. (1957). “Technical change and the aggregate production function”. *The Review of Economics and Statistics*, vol. 39, n° 3, pp. 312-20.
- Song, Y., Sahut, J. M., Zhang, Z., Tian, Y., & Hikkerova, L. (2022). The effects of government subsidies on the sustainable innovation of university-industry collaboration. *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 121233.

- Soto, I. B. R., Lozano, R. A. R., Suárez, C. A. H., & Núñez, R. P. (2022). Educación, innovación, emprendimiento, crecimiento y desarrollo en América Latina. *Revista De Ciencias Sociales*, (3), 110-128.
- Sun, X., Li, H., & Ghosal, V. (2020). Firm-level human capital and innovation: Evidence from China. *China Economic Review*, 59, 101388.
- Sung, B. (2019). Do government subsidies promote firm-level innovation? Evidence from the Korean renewable energy technology industry. *Energy Policy*, 132, 1333-1344.
- Talavera, M. F. P., & Arroyo, J. A. M. (2020). Efecto de la innovación sobre el crecimiento económico de México: análisis empírico con el Modelo de Crecimiento Endógeno de Romer. *Revista de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas*, 5(9), 1-11.
- Tan, Q., Li, C., Qin, Z., Yu, S., Pan, Y., & Andrianarimanana, M. H. (2023). Impact of fiscal education expenditure on innovation of local listed enterprises: Evidence from China. *Finance Research Letters*, 57, 104192.
- Timothy, V. L. (2022). The effect of top managers' human capital on SME productivity: The mediating role of innovation. *Heliyon*, 8(4).
- Tornero, J. L. V., & Andrade, R. M. B. (2020). Eficacia de las medidas políticas e índices internacionales de criminalidad: el caso de la República del Ecuador. *Gestión y Análisis de Políticas Públicas*, (23), 152-166.
- UNESCO (2021). *El estado de la ciencia en el mundo*. Obtenido de: <https://courier.unesco.org/es/articulos/el-estado-de-la-ciencia-en-el-mundo>
- UNESCO (2023). *Aumenta la inversión en investigación y desarrollo en el mundo, pero continúa muy concentrada*. Obtenido de: <https://www.unesco.org/es/articulos/aumenta-la-inversion-en-investigacion-y-desarrollo-en-el-mundo-pero-continua-muy-concentrada>
- Valencia-Rodríguez, M. (2019). Relación entre la innovación de productos y capacidades organizacionales. *Ingeniería industrial*, 40(2), 194-201.
- Varieties of Democracy. (2021). *The V-Dem dataset*. <https://v-dem.net/data/the-v-dem-dataset/>.
- Veintimilla Quezada, J. J. (2015). Determinantes de la inversión extranjera directa en Ecuador: aplicación de un modelo de gravedad período 2002-2014 (Master's thesis, Quito, Ecuador: Flacso Ecuador).
- Veronica, S., Shlomo, T., Antonio, M. P., & Victor, C. (2020). International social SMEs in emerging countries: Do governments support their international growth?. *Journal of World Business*, 55(5), 100995.
- Wan, Q., Ye, J., Zheng, L., Tan, Z., & Tang, S. (2023). The impact of government support and market competition on China's high-tech industry innovation efficiency as an emerging market. *Technological Forecasting and Social Change*, 192, 122585.

- Wang, L., Wang, Y., & Zhou, J. (2022). Political connection, government R&D subsidies and innovation efficiency: Evidence from China. *Finance Research Letters*, 48, 102953.
- Wen, J., Deng, P., Zhang, Q., & Chang, C. P. (2021). Is higher government efficiency bringing about higher innovation?. *Technological and economic development of economy*, 27(3), 626-655.
- World Economic Forum (2020). Global Competitiveness Report Special Edition 2020: How Countries are Performing on the Road to Recovery. Obtenido de: <https://es.weforum.org/publications/the-global-competitiveness-report-2020/>
- Xu, R., Shen, Y., Liu, M., Li, L., Xia, X., & Luo, K. (2023). Can government subsidies improve innovation performance? Evidence from Chinese listed companies. *Economic Modelling*, 120, 106151.
- You, S., Zhou, K. Z., & Jia, L. (2021). How does human capital foster product innovation? The contingent roles of industry cluster features. *Journal of Business Research*, 130, 335-347.
- Zhang, J., & Guan, J. (2018). The time-varying impacts of government incentives on innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 135, 132-144.
- Zhang, J., Chen, X. y Zhao, X. (2023). Una perspectiva de la inversión gubernamental y la innovación empresarial: comercialización del entorno empresarial. *Revista de Investigación Empresarial* , 164 , 113925.
- Zhuo, C., & Chen, J. (2023). Can digital transformation overcome the enterprise innovation dilemma: Effect, mechanism and effective boundary. *Technological Forecasting and Social Change*, 190, 122378.
- Zumba-Zúñiga, M. F., & Martínez-Fernández, V. A. (2023). Influencia del capital humano en el proceso de innovación de empresas turísticas del Austro Ecuatoriano. *Revista Turismo & Desarrollo (RT&D)/Journal of Tourism & Development*, (40).

## 11. Anexos

### Anexo 1.

*Certificado de traducción del Abstract*

CERTF. N° 8.8 – 2024  
Loja, 20 de abril del 2024

El suscrito Franco Guillermo Abrigo Guarnizo.

**Lcdo. En Ciencias de la Educación Mención Idioma Inglés**

A petición de la parte interesada y en forma legal.

### **CERTIFICO:**

Haber realizado la traducción español-inglés del resumen del documento adjunto, correspondiente al Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Economista, denominado: **“El papel del capital humano en el desarrollo de la innovación para el caso de Ecuador mediante un modelo econométrico de series de tiempo, periodo 1980-2019”**.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo la interesada hacer uso del presente documento en lo que estimare conveniente.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

FRANCO GUILLERMO ABRIGO GUARNIZO

.....  
Franco Guillermo Abrigo Guarnizo

**Lcdo. En Ciencias de la Educación Mención Idioma Inglés**

Número de Registro Senescyt: 1008-2021-2368808

Cédula: 1104492127

**Anexo 2.***Prueba de multicolinealidad por el método del Factor de Inflación de la Varianza (VIF)*

<b>Variable</b>	<b>VIF</b>	<b>SQRT VIF</b>	<b>Tolerancia</b>	<b>R-Cuadrado</b>
Innovación (log)	3.31	1.82	0.302	0.698
Capital humano	8.85	2.97	0.113	0.887
Producto Interno Bruto (log)	1.30	1.14	0.767	0.232
Comercio	3.56	1.89	0.281	0.718
Efectividad gubernamental	4.26	2.06	0.234	0.765
<b>Promedio VIF</b>	<b>4.26</b>			

**Donde:** $H_0$  = No existe multicolinealidad $H_1$  = Existe multicolinealidad VIFVIF < 10 se acepta  $H_0$ . Es decir, no hay multicolinealidad**Anexo 3.***Prueba de heterocedasticidad mediante prueba de White*

<b>Source</b>	<b>chi2</b>	<b>df</b>	<b>p</b>
Heteroskedasticity	9.92	14	0.767
Skewness	4.08	4	0.395
Kurtosis	0.26	1	0.607
Total	14.27	19	0.76

**Donde:** $H_0$  = Homocedasticidad $H_1$  = HeterocedasticidadSi los valores de p son mayores a 0.05 aceptamos  $H_0$ . Por consiguiente, se rechaza la existencia de heterocedasticidad.**Anexo 4.***Prueba de autocorrelación mediante Prueba de Breusch – Godfrey*

<b>lags(p)</b>	<b>chi2</b>	<b>df</b>	<b>Prob &gt; chi2</b>
1	12.067	1	0.000

**Donde:** $H_0$  = No existe autocorrelación $H_1$  = Existe autocorrelación

Si el valor Prob &gt; chi2 es mayor a 0.05 no existe autocorrelación.

**Anexo 5.***Prueba de heterocedasticidad mediante prueba de White con primeras diferencias*

<b>Source</b>	<b>chi2</b>	<b>df</b>	<b>p</b>
Heteroskedasticity	9.92	14	0.767
Skewness	4.08	4	0.395
Kurtosis	0.26	1	0.606
Total	14.27	19	0.767

**Donde:** $H_0$  = Homocedasticidad $H_1$  = Heterocedasticidad

Si los valores de p son mayores a 0.05 aceptamos  $H_0$ . Por consiguiente, se rechaza la existencia de heterocedasticidad

**Anexo 6.***Prueba de autocorrelación mediante Prueba de Breusch – Godfrey con primeras diferencias*

<b>lags(p)</b>	<b>chi2</b>	<b>df</b>	<b>Prob &gt; chi2</b>
1	1.259	1	0.2619

**Donde:** $H_0$  = No existe autocorrelación $H_1$  = Existe autocorrelación

Si el valor Prob > chi2 es mayor a 0.05 no existe autocorrelación.