



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA
CARRERA DE ECONOMÍA

Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Economista

Tema:

“Inversión en I+D+i en Sudamérica: Un análisis multivariante”

Autora: Gallardo Sinchiguano, Lisbeth Nataly

Tutor: Dr. Mantilla Falcon, Luis Marcelo Mg.

Ambato – Ecuador

2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Dr. Luis Marcelo Mantilla Falcon Mg., con cédula de identidad No. 0501648521 en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación sobre el tema: **“INVERSIÓN EN I+D+i EN SUDAMÉRICA: UN ANÁLISIS MULTIVARIANTE”** desarrollado por Lisbeth Nataly Gallardo Sinchiguano, estudiante de la Carrera de Economía, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para la presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, febrero 2022

TUTOR



Dr. Luis Marcelo Mantilla Falcon Mg.

C.I. 0501648521

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Lisbeth Nataly Gallardo Sinchiguano, con cédula de identidad No. 0550174775 tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el Proyecto de Investigación, bajo el tema: **“INVERSIÓN EN I+D+i EN SUDAMÉRICA: UN ANÁLISIS MULTIVARIANTE”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos, conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este Proyecto de Investigación.

Ambato, febrero del 2022

AUTORA



Lisbeth Nataly Gallardo Sinchiguano

C.I. 0550174775

CESIÓN DE DERECHOS

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación, un documento disponible para su lectura consulta y proceso de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación con fines de discusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial; y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, febrero del 2022

AUTORA



Lisbeth Nataly Gallardo Sinchiguano

C.I. 0550174775

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado, aprueba el Proyecto de Investigación con el tema: “**INVERSIÓN EN I+D+i EN SUDAMÉRICA: UN ANÁLISIS MULTIVARIANTE**”, elaborado por Lisbeth Nataly Gallardo Sinchiguano, estudiante de la Carrera de Economía, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero del 2022



.....
Dra. Mg. Tatiana Valle

PRESIDENTE



.....
Eco. Elsy Álvarez

MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Eco. Geovanny Carrion

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo dedico en primer lugar, al motor de mi vida, mis padres, Consuelo y Amilcar que con su esfuerzo y apoyo nunca dejaron que desmaye en mi camino profesional, soy lo que soy gracias a los valores que desde pequeña me han inculcado, todas mis metas cumplidas y las que me faltan por cumplir son en nombre de ellos.

A mis hermanos Antonio y Romel, mi ejemplo a seguir, mis mejores amigos, mis cómplices; por transmitir su energía, fortaleza y sabiduría a través de una palabra de aliento y demostrarme que cada obstáculo es una enseñanza.

A quienes pusieron su confianza en mí y me apoyaron directa e indirectamente para cumplir esta meta.

Lisbeth Nataly Gallardo Sinchiguano

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgencita María por haberme guiado y protegido en cada paso que doy, sobre todo por cuidar de mí cuando partía a mis estudios y por darme la oportunidad de compartir este logro con mi familia.

Agradezco a mis padres Consuelo y Amilcar, y a mis hermanos Antonio y Romel, por ser quienes han puesto su apoyo económico y moral para que mi sueño se cumpla, a pesar de los problemas que hemos tenido ellos siempre han puesto mi educación en primer plano.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato por abrir sus cálidas puertas y poder enriquecerme con el conocimiento de cada uno de mis maestros que a lo largo de estos años me han acompañado e inculcado saberes y enseñanzas; a mis compañeros por ser mi fortaleza en los momentos de tristeza y por compartir momentos amenos a lo largo de este camino.

Y finalmente, agradezco al Dr. Marcelo Mantilla quien tuvo el compromiso, la paciencia y el cariño de ayudarme en el desarrollo de mi trabajo, por haber confiado en mí y siempre haberme dado una palabra de aliento.

Lisbeth Nataly Gallardo Sinchiguano

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA
CARRERA DE ECONOMÍA

TEMA: “INVERSIÓN EN I+D+i EN SUDAMÉRICA: UN ANÁLISIS MULTIVARIANTE”

AUTORA: Lisbeth Nataly Gallardo Sinchiguano

TUTOR: Dr. Luis Marcelo Mantilla Falcon Mg.

FECHA: Febrero 2022

RESUMEN EJECUTIVO

La inversión en I+D+i en la actualidad es un tema de discusión de varios países, entre ellos el continente sudamericano, puesto que han comenzado a potencializar estos aspectos para tener cambios positivos en su crecimiento económico, desarrollo intelectual y una buena calidad de vida para la población. Por ende, la presente investigación tiene la finalidad de analizar el comportamiento de cada indicador que interviene en esta inversión para cada país de Sudamérica, aplicando una metodología descriptiva multivariante, del mismo modo, se busca saber si esta tiene un impacto en el crecimiento endógeno, para lo cual se aplicó un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) combinados, que permitió examinar la relación entre las variables utilizadas de los países sudamericanos en conjunto, usando la técnica de datos de panel. Los resultados obtenidos mostraron que cada país presenta una realidad diferente al invertir en I+D+i, unos con escasez y otros están en el camino de auge, por otro lado, solo algunas variables explicativas de manera conjunta se relacionan directamente con el crecimiento endógeno, mismas que comprueban la teoría de Romer en la que se basó el estudio. Además, se hace hincapié en que las políticas gubernamentales juegan un papel clave para potencializar esta inversión en estos países.

PALABRAS DESCRIPTORAS: INVERSIÓN EN I+D+i, SUDAMÉRICA, CRECIMIENTO ENDÓGENO, DESARROLLO INTELECTUAL, MULTIVARIANTE.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDIT
ECONOMICS CAREER

TOPIC: “INVESTMENT IN R+D+i IN SOUTH AMERICA: A MULTIVARIATE ANALYSIS”

AUTHOR: Lisbeth Nataly Gallardo Sinchiguano

TUTOR: Dr. Luis Marcelo Mantilla Falcon Mg.

DATE: February 2022

ABSTRACT

Investment in R+D+i is currently a topic of discussion in several countries, including the South American continent, since they have begun to potentiate these aspects to have positive changes in their economic growth, intellectual development, and a good quality of life for the population. Therefore, the purpose of this research is to analyze the behavior of each indicator that intervenes in this investment for each country in South America, applying a multivariate descriptive methodology, in the same way, seeks to know if this has an impact on endogenous growth, for which a model of ordinary least squares (MCO) combined was applied, which allowed to examine the relationship between the variables used from the South American countries as a whole, using the panel data technique. The results obtained showed that each country presents a different reality when investing in R+D+i, some with scarcity and others are on the way to boom, on the other hand, only some explanatory variables together are directly related to endogenous growth, they prove Romer's theory on which the study was based. In addition, it is emphasized that government policies play a key role in potentiating this investment in these countries.

KEYWORDS: INVESTMENT IN R+D+i, SOUTH AMERICA, ENDOGENOUS GROWTH, INTELLECTUAL DEVELOPMENT, MULTIVARIATE.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
PÁGINAS PRELIMINARES	
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación.....	1
1.1.1 Justificación teórica.....	1
1.1.2 Justificación metodológica.....	4

1.1.3 <i>Justificación práctica</i>	5
1.1.4 <i>Formulación del problema de investigación</i>	5
1.2 <i>Objetivos</i>	6
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	6
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 <i>Revisión de la literatura</i>	7
2.1.1 <i>Antecedentes investigativos</i>	7
2.1.2 <i>Fundamentos teóricos</i>	17
2.2 <i>Preguntas de investigación</i>	34
CAPÍTULO III	35
METODOLOGÍA	35
3.1 <i>Recolección de la información</i>	35
3.2 <i>Tratamiento de la información</i>	40
3.3 <i>Operacionalización de las variables</i>	49
CAPÍTULO IV	52
RESULTADOS	52
4.1 <i>Resultados y discusión</i>	52
4.2 <i>Fundamentación de las preguntas de investigación</i>	89
4.3 <i>Limitaciones del estudio</i>	91
CAPÍTULO V	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92

5.1 Conclusiones	92
5.2 Recomendaciones	94
BIBLIOGRAFÍA.....	95
ANEXOS	108

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1. Tipos de innovación.....	21
Tabla 2. Restricciones a la inversión privada en países latinoamericanos.....	25
Tabla 3. Fuentes de financiamiento.....	30
Tabla 4. Indicadores de la I+D+i en base a los manuales metodológicos de la OCDE..	33
Tabla 5. Unidad de análisis	35
Tabla 6. Operacionalización de la variable dependiente – crecimiento endógeno (PIB)	49
Tabla 7. Operacionalización de la variable independiente – Inversión en I+D+i	49
Tabla 8. Codificación de los países.....	52
Tabla 9. Estadística Descriptiva de las variables de estudio	62
Tabla 10. ANOVA	64
Tabla 11. Prueba Post Hoc de Tukey del gasto en I+D (% del PIB)	65
Tabla 12. Prueba Post Hoc de Tukey del número de artículos	66
Tabla 13. Prueba Post Hoc de Tukey del número de citas.....	66
Tabla 14. Prueba Post Hoc de Tukey de la Producción científica frente al mundo	67
Tabla 15. Prueba Post Hoc de Tukey de la Producción científica frente a Latinoamérica	68
Tabla 16. Prueba Post Hoc de Tukey de la Producción científica frente a Iberoamérica	68
Tabla 17. Prueba Post Hoc de Tukey del PIB	69
Tabla 18. Prueba Post Hoc de Tukey de la PEA.....	70
Tabla 19. Prueba Post Hoc de Tukey de la FBKF	70
Tabla 20. Prueba Post Hoc de Tukey de la Patentes Solicitadas.....	71
Tabla 21. Prueba Post Hoc de Tukey de la Patentes Concedidas	72
Tabla 22. Prueba Post Hoc de la exportación de productos de alta tecnología.....	72
Tabla 23. Correlaciones de Pearson	74
Tabla 24. Ratio - Índice H.....	77
Tabla 25. Ratio – Gasto en I+D (% del PIB)	78
Tabla 26. Ratio – Exportación de productos de alta tecnología.....	78

Tabla 27. Ratio – PIB.....	79
Tabla 28. Modelo MCO con datos de panel del crecimiento endógeno en función de las variables determinantes de la inversión en I+D+i durante el período 2007-2018	81
Tabla 29. Cumplimiento de los supuestos – Modelo MCO con datos de panel	83
Tabla 30. Modelo MCO con datos de panel ajustado	84
Tabla 31. Modelo log-log con datos de panel	85
Tabla 32. Modelo de efectos aleatorios (MCG).....	86
Tabla 33. Cumplimiento de los supuestos de Gauss – Modelo MCO ajustado y modelo log-log	87

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Modelo de innovación de Kline.....	18
Figura 2. Clasificación de Investigación y Desarrollo (I+D).....	20
Figura 3. Gasto en I+D (% del PIB) en países pertenecientes a la OCDE y Sudamérica	27
Figura 4. Ciclo para desarrollar políticas nacionales de inversión y tecnología.....	32
Figura 5. Clasificación de las técnicas de análisis multivariante.....	41
Figura 6. Número de universidades	53
Figura 7. % de Producción científica frente al mundo, Latinoamérica e Iberoamérica..	54
Figura 8. Número de artículos y citas	55
Figura 9. Índice H	56
Figura 10. PIB y FBKF	57
Figura 11. PIB y PEA	58
Figura 12. Gasto en I+D (% del PIB) y Exportación de productos de alta tecnología (% de las exportaciones de productos manufacturados).....	59
Figura 13. Patentes solicitadas y concedidas	60
Figura 14. Dendrograma	76

ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	PÁGINA
Anexo 1. Ficha de observación estructurada	108

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

1.1.1 Justificación teórica

La inversión en I+D+i es el motor de una economía, debido a que esto garantiza un futuro eficaz y estable de un país, de la misma manera es un componente que genera talento y conocimiento. Esto ha llevado a muchos países a posicionarse como potencias mundiales, sin embargo, existen países que no piensan en la importancia de invertir en investigación y desarrollo, así pues han reducido el presupuesto destinado a este fin trayendo consigo aspectos negativos a corto, mediano y largo plazo.

Los países latinoamericanos se han caracterizado por poseer una inversión escasa en investigación afectando de esta manera a estudiantes, empresarios y Estado. La importancia de invertir en investigación se fundamenta en la teoría del capital humano, la que afirma que la capacidad del individuo es adquirida más no innata, que se adquiere por medio de inversión en investigación, en capacitación y sustancialmente en educación (Gaviria Ríos, 2007). Asimismo, la teoría del crecimiento económico endógeno se enfoca en el cambio tecnológico endógeno con el fin de explicar las causas de crecimiento en las economías, en efecto, un proceso que da apertura a la creación de nuevos hallazgos originará un incremento en la producción de conocimientos (Marroquín Arreola & Ríos Bolívar, 2012). De esta manera, enfocarse en los factores de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) es importante, debido a que actúan en el ámbito productivo y económico en un país.

Dentro de los factores mencionados, se producen el avance tecnológico y el conocimiento, mismos que han sido considerados determinantes principales para el crecimiento económico. La aplicación de ellos ha facilitado la solución de problemas, pues es con criterio científico que se debe tomar decisiones óptimas (Palacio Acosta, 2014). Como lo menciona Adam Smith, un proceso endógeno que determina el desarrollo económico está

centrado en la relación de tres componentes: el aumento de conocimientos, viabilidad de mercados y la especialización laboral (Albarrán Lozano et al., 2010). En esta perspectiva, el desarrollo económico es el resultado de una aplicación de conocimientos, libre mercado y competitividad.

Se puede afirmar que en el desarrollo económico de un país, la inversión en tecnología, ciencia e innovación se enlazan de manera directa con el bienestar social y calidad de vida, dando como resultado el capital intelectual. Como lo cita Marshall el capital intelectual no era de interés hasta mediados de los años noventa, donde el valor del conocimiento ya se reconoce como un factor poderoso y de gran importancia en la productividad (Bueno et al., 2008). La sociedad actualmente considera al conocimiento como un recurso estratégico; es por esto que los recursos intangibles se han transformado en cimiento de competencia (García Zambrano et al., 2012). Muchos países siguen en vías de desarrollo por falta de recursos tecnológicos y mala toma de decisiones, atravesando consecuentemente por una fuga de capital intelectual.

Para mantener un capital intelectual es importante considerar la investigación e innovación en procesos de enseñanza – aprendizaje, en educación, puesto que ayudan al desarrollo amplio de conocimiento tanto en alumnos como en docentes. La innovación educativa implica un cambio significativo en métodos, materiales y temáticas de enseñanza, mientras que la investigación educativa es la fuente de conocimiento que ayuda a romper paradigmas (Cantón Mayo, 2007). Por otro lado, el estudio de Morales (2010), afirma que no existe una relación significativa entre la productividad en investigación y excelencia en la docencia, esto se debe a diferentes postulados: (a) excelentes docentes que a la vez son excelentes investigando; (b) excelentes investigando pero no buenos en docencia; (c) excelentes docentes que muy poco investigan y publican y (d) docentes que no son excelentes en ningún ámbito. Por ello, la educación es la clave para generar un ámbito económico-social sostenible a largo plazo.

Desde la perspectiva económica-social la competitividad es fundamental para ganar ventaja en el mundo de los negocios, impulsando a países y empresas a esforzarse para conseguir competencias y capacidades propias. El papel clave que tiene la tecnología y la

innovación es la de crear una ventaja competitiva, puesto que actualmente la innovación tecnológica ha creado redes de comunicación, interconexión de información y conocimientos y la expansión de espacios económicos (Peñaloza, 2007). Del mismo modo, según Keynes en su teoría de inversión y financiamiento explica el problema que hay frente al financiamiento de innovación, en donde la acción económica está definida por la inversión que ejecutan las empresas con el fin de adquirir ganancias en una economía monetaria y en situaciones de incertidumbre (Garrido & Granados, 2004). Por ende, financiamiento e inversión van de la mano en cualquier ámbito económico-social.

Financiar e invertir en I+D+i resulta ser difícil para países que priorizan la inversión en activos tangibles que en activos intangibles, sabiendo que en una economía se debe considerar todo lo que la rodea. Una investigación reciente de Barona Zuluaga et al. (2017), demuestran que el financiamiento con recursos propios es el más apropiado, de la misma manera, se reconoce el papel clave de la deuda y la utilización de otros mecanismos; como el financiamiento mediante recursos de capital de riesgo y fondos del gobierno. Pero, como es de conocimiento el Estado se asocia de manera negativa con actividades innovadoras (Hernández-Ascanio et al., 2016). La falta de eficiencia en la organización del Presupuesto General del Estado (PGE) en la inversión pública, afecta a muchos países y esto se evidencia en la desaceleración de su crecimiento económico.

La organización de la inversión pública es un acto únicamente del gobierno de turno, éste debe analizar los requerimientos de la sociedad. Según paradigmas capitalistas la limitación de inversión pública ha sido el resultado de la falta de aplicación de Inversión Extranjera Directa (IED) convirtiéndose en la principal fuente de financiamiento de países pobres (Cornejo, 2005). Es por esto, que la IED es fundamental para un país que se encuentra en vías de desarrollo y que quiere obtener recursos tecnológicos de países desarrollados, tomando en cuenta el Índice de Riesgo País, puesto que existe una relación directa entre estas dos variables, si un país refleja una cifra tentadora hacia otros países estos decidirán invertir, debido a que esto afirma que se encuentran buenas condiciones macroeconómicas (Cedeño Sánchez y Mendoza Mero, 2020). Se demuestra entonces que mantener relaciones internacionales y políticas viables son un cambio positivo en I+D+i tanto para países desarrollados como no desarrollados, ya que es un ganar – ganar.

Las políticas públicas viables son el centro de atención para encaminar a un país por el mundo del conocimiento y la innovación, existen políticas que se consideran barreras para poder alcanzar estos recursos. Una de las políticas que se debe considerar en el Estado es la política de innovación, debido a que se encarga de establecer directrices para transformar ideas y conceptos en el ámbito de innovación científica y tecnológica (Estrada y Pacheco Vega, 2009). Del mismo modo, dentro de la implementación de una política es importante tomar en cuenta los instrumentos para la adaptación, emisión y difusión de innovación (Rovira et al., 2017). Por consiguiente, el Estado debe contemplar todos las externalidades para proponer, implementar y evaluar una política.

1.1.2 Justificación metodológica

El presente estudio investigativo se apoyará en fuentes bibliográficas, tomando como estrategia el uso de datos secundarios, recolectados únicamente de estadísticos accesibles, proporcionados por Scimago Journal y Country Rank (SJR), Webometrics, World Intellectual Property Organization (WIPO), en donde se recogerán datos de todos los indicadores que ayudarán a determinar el avance en I+D+i, y el Banco Mundial, en el que se extraerá la población económicamente activa (PEA), formación bruta de capital (FBKF), exportación de productos de alta tecnología y el PIB de los diez países sudamericanos, durante períodos comprendidos entre 2000-2020.

También se empleará una investigación descriptiva en condición de especificar la inversión que destina cada país para investigación, desarrollo e innovación, con un enfoque cuantitativo. Los indicadores que se tomarán para medir el avance en I+D+i son: el gasto en I+D (% del PIB), el número de universidades, artículos publicados, citas, índice H, porcentaje de producción con respecto al mundo, a Iberoamérica y Latinoamérica, PEA, FBKF, exportación de productos de alta tecnología, patentes solicitadas y patentes concedidas, mismas que ayudarán a cuantificar con más precisión la variable de estudio.

Del mismo modo, se empleará un análisis multivariante con el fin de predecir, medir y explicar la variación de la inversión en I+D+i y el crecimiento endógeno para lo cual se agrupará a cada país con los mismos indicadores ya consolidados, de esta manera se podrá

llegar a un análisis más profundo comparando a los diez países sudamericanos propuestos en la investigación.

Finalmente se procederá a desarrollar un modelo econométrico de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con datos de panel para determinar la correlación que existe entre la inversión que se destina a I+D+i y el crecimiento endógeno medido a través del Producto Interno Bruto (PIB) de la región sudamericana, con la finalidad de comprobar si el crecimiento endógeno depende o no de la inversión que se destine en este factor.

1.1.3 Justificación práctica

Actualmente la inversión en recursos tecnológicos, científicos y de innovación han tenido un carácter fundamental dentro de un país, puesto que a medida que la globalización avanza a paso acelerado la demanda también lo hace y esto presiona a la producción de países con la finalidad de satisfacer las necesidades, para impedir fuga de conocimientos hacia otros países. Por esta razón, la presente investigación pretende analizar la inversión en I+D+i en Sudamérica, debido a que muchos países han sido cuestionados por mantenerse en vías de desarrollo y no poseer suficientes recursos que ayuden a la expansión de su crecimiento económico y social para ser incluidos en mercados de competencia internacional.

Esta investigación aporta a la sociedad y al gobierno de turno, pues la inversión en recursos tecnológicos, de desarrollo e innovación para las empresas es de suma importancia, debido a que la ausencia de estos recursos producen un impacto negativo en su competitividad, por ende, no pueden satisfacer necesidades de la población, y ayudará al gobierno en la verificación, aplicación y evaluación de políticas gubernamentales viables para potenciar el desarrollo tecnológico, científico y social. Por otro lado, el presente trabajo puede llegar a captar la atención de la comunidad académica, debido a que en la actualidad estos temas son de interés global.

1.1.4 Formulación del problema de investigación

¿Cuál es el impacto de la inversión en I+D+i en el crecimiento endógeno en los países de Sudamérica?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Examinar la inversión en I+D+i en los países de Sudamérica para la toma de decisiones de las políticas públicas y de gobierno.

1.2.2 Objetivos específicos

- Describir los indicadores más relevantes que intervienen en la inversión de I+D+i en Sudamérica para la comprobación de volatilidad entre países.
- Realizar un análisis comparativo entre países considerando las variables implicadas en I+D+i para la apreciación de la tendencia entre naciones sudamericanas.
- Analizar la relación entre la inversión en I+D+i y el crecimiento endógeno para la verificación sobre si el crecimiento es fomentado por el cambio tecnológico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de la literatura

2.1.1 Antecedentes investigativos

La presente investigación se apoya en aportes comprobados por diferentes autores mediante artículos científicos sobre la “Inversión en I+D+i”. Por lo que, es necesario realizar un análisis sobre aspectos fundamentales y relevantes que nos proporcionan dichos autores para profundizar de mejor manera el tema a tratarse.

Para Mitcham y Briggie (2007) en su investigación “Ciencia y política: perspectiva histórica y modelos alternativos”, se enfoca en un análisis sobre posibles modelos que impulsen la ciencia tanto en países que pertenecen a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) como en países que no pertenezcan. La base del estudio se realiza partiendo de un análisis explicativo en cuanto a la intensidad del gasto en I+D referente al PIB en las principales regiones que forman parte de la OCDE; Unión Europea, Estados Unidos y Japón, es un 2,5%, mientras que para países que no pertenecen oscila entre menos del 0,3%, en países del sur y para nórdicos más del 3%. Además, observan que, los tipos de inversión, estructura de I+D y sistemas de innovación, no se relacionan entre regiones. La ratio en las regiones de la OCDE en cuanto a inversión pública/privada entre Japón y Francia varía de 1:5 a 2:3 respectivamente, mientras que en Estados Unidos la inversión en I+D del sector privado ha sido mayor que la del público con una ratio de 2:1. Entonces, se pone a consideración modelos lineales de relación ciencia – política y de mercado, para la toma de decisiones óptimas frente a la inversión.

En el estudio de Arango Serna et al. (2008) sobre “Factores de innovación en marketing – estratégico”, destaca sobre la inversión en innovación tecnológica en Colombia, que toma un valor alrededor de 0,8% del PIB, asimismo; el 41,45% de gastos en innovación compete únicamente a las actividades de I+D desarrolladas por empresas (32,83%) o de manera independiente (8,62%). Entonces, la escasa inversión en estos factores se da debido a que las empresas están amortizando equipos de producción ya adquiridos y esto

no da paso a una inversión novedosa, en consecuencia, la demanda en tecnología e innovación no avanza y la oferta no tiende ascender.

Por otra parte, Hernández Mota (2010) en su estudio denominado “Inversión pública y crecimiento económico: hacia una nueva perspectiva de la función del gobierno”, tiene como finalidad desarrollar los efectos de inversión pública sobre la tasa de crecimiento del PIB. La metodología que usa es descriptiva y correlacional, usando datos del período de 1980 – 2009. En cuanto a la parte descriptiva resalta el mal uso de políticas fiscales que frenan una creación de riqueza como las políticas del fomento del ahorro, puesto que el gobierno debe establecer políticas adecuadas para una inversión productiva. Asimismo, mediante un modelo de correlación entre el PIB y la inversión pública y entre el PIB e inversión privada a precios nominales existe una correlación positiva con un coeficiente de 0,9078 y de 0,9934 respectivamente, mientras que a precios constantes la relación entre el PIB y la inversión pública ya no es significativa, pero la correlación con la inversión pública se mantiene significativa. Además, se ha observado una recesión del PIB y esto tal vez se deba a una inversión no productiva por parte del gobierno.

Desde la perspectiva de Munuera Alemán et al. (2011), en su investigación propuesta “Panorama de la inversión en I+D basada en el análisis de las empresas más innovadoras”, manifiesta la relación directamente proporcional entre las ventas netas y la inversión en I+D, debido a que una baja en inversión afecta a las ventas. Según el análisis, en la región americana el porcentaje de inversión en I+D disminuyó notablemente un 5,1% y en la venta de sus empresas un 13,3%, respecto a la región europea la inversión disminuyó 2,6% y de la misma manera las ventas 10,2%, en cuanto a la región japonesa ha mantenido su inversión, pero la venta de sus empresas ha disminuido en un 10%. Por otro lado, el aumento en la tasa de inversión en I+D de países como: China con 39,9%, India con 16,6%, Corea del Sur con 9,1% y Taiwán con 3,1%, ha generado una posición competitiva en el mercado internacional.

Para la toma de decisiones sobre inversión en tecnología e innovación es indispensable tomar en cuenta la participación en investigaciones sobre dicho tema. Es así que, Benítez Llamazares y Benavides Chicón (2012) realizan un análisis sobre el perfil de actividad

científica en España, para el que plantea una metodología de análisis bibliométrico, donde se considera la producción científica mediante la publicación de artículos. Este análisis toma como muestra 63 artículos publicados en REDEE con temas sobre investigaciones de innovación tecnológica en el período (1992 – 2011), aplicando como indicador el cálculo de artículos publicados. Los resultados de este análisis señalan que la media de publicaciones es 3,15 artículos al año, mientras que la evolución productiva de artículos de universidades asciende a 32, y se muestra 77 participaciones en redacción de artículos. Debido a la escasa información sobre investigación en innovación tecnológica es que muchos países no se enfocan en avances tecnológicos para su desarrollo.

Desde otro punto de vista, Duarte Atoche et al. (2012) en su investigación “Estudio de los gastos de I+D un análisis empírico en el sector del automóvil”, menciona la importancia y fiabilidad de aspectos sobre I+D, para ello usa el modelo de Ohlson para estimar si la inversión en I+D es de gran importancia al valorar empresas cotizadas en mercados de valores. La muestra tomada fueron las empresas automovilísticas y como principales mercados de capitales: Reino Unido y Estados Unidos entre 1995 – 2004, donde la variable dependiente representa las ganancias anormales tomadas en un período t , mientras que la variable independiente son los gastos en I+D en el mismo período de tiempo. Por consiguiente, para explicar el valor del mercado de las empresas se contrasta mediante las ganancias anormales mismas que presentan un peso medio considerable de 7, 1847, por otro lado, los coeficientes del gasto en I+D son estadísticamente significativos para el 50% de los años del período considerado, teniendo valores negativos en su media y mediana, es decir, que los inversores establecen que la inversión en I+D de las empresas representan solo gastos corrientes por la relación negativa que tiene en cuanto al precio. En conclusión, la inversión en I+D no incide al valorar una empresa.

En base al análisis “Inversión en investigación y crecimiento económico: un análisis empírico desde la perspectiva de los modelos de I+D”, realizada por Marroquín Arreola y Ríos Bolívar (2012), busca estimar una relación estadísticamente significativa del valor de I+D y la innovación y entre el ingreso per cápita y la innovación, mediante el modelo de crecimiento endógeno de Romer (1990), este estudio se centra en el caso de 32 estados de México utilizando datos en forma de panel, mismos que se componen de capital

humano, gasto bruto en I+D y patentes, entre los períodos de 1999-2010. Los resultados que se obtuvieron muestran un apoyo en cuanto a la teoría de crecimiento endógeno, puesto que se evidencia una relación positiva entre la innovación y el stock de I+D y entre el PIB per cápita y la innovación, además, el modelo planteado señala que es preferible usar un análisis de efectos aleatorios, lo cual resalta el hecho de que algunos estados fomentan más la innovación por invertir en I+D que otros.

En el estudio planteado por Loor y Carriel (2014) titulado “Investigación y desarrollo en Ecuador: un análisis comparativo entre América Latina y el Caribe 2000 – 2012”, realizan una comparación sobre la Investigación y el Desarrollo (I+D) de Ecuador, América Latina y el Caribe para verificar si el progreso científico es el determinante principal del desempeño en el sector productivo. Esta investigación se basa en dos análisis; descriptivo y estructural, en el primero se tomaron indicadores de recursos humanos, financieros y bibliométricos, en el segundo se desarrolla un modelo econométrico para determinar la incidencia del gasto en I+D, número de investigadores, gasto por investigador, PEA y PIB en el número de publicaciones científicas. Los resultados obtenidos muestran que Ecuador en comparación con la región tiene escasez de investigadores, aproximadamente de 0,26 por cada 100 habitantes, mientras que el promedio de la región es de 1,14. Del mismo modo, en Ecuador se invierte un 0,05% del PIB, mientras que: Colombia un 8%, Cuba un 0,23% y Chile un 0,28%. Respecto al modelo aplicado se concluye que para la producción de publicaciones en América Latina y El Caribe la inversión en I+D es un factor clave, debido a que posee un coeficiente positivo, aunque presenta rendimientos decrecientes esto se puede contrarrestar mediante el aumento de investigadores puesto que ayudará al incremento de publicaciones y del mismo modo del mercado laboral.

Por otro lado, en el trabajo titulado “Inversión en investigación y desarrollo y su influencia en el crecimiento económico de algunos países en desarrollo de Latinoamérica”, desarrollado por Rendón Ochoa (2014), examina si existe o no una relación positiva y significativa entre el PIB y la inversión en I+D. Para la ejecución de este estudio se tomaron datos de países como: Brasil, Argentina, Colombia, México, Panamá, y se ejecutó un análisis de panel de datos, entre el período de 1999-2011, apoyándose en el modelo de producción de Cobb-Douglas (1928) tomando como variables a la inversión en capital

fijo, inversión en I+D, PEA, personas que se dedican a la I+D y exportaciones. Los resultados arrojados evidencian que la relación entre el tamaño del PIB y la inversión en I+D es negativa y significativa, y la relación entre las personas que se dedican a la I+D y el PIB no es significativa. Según el modelo planteado, por un aumento del 1% en inversión en I+D el PIB se reduce en 0,0701%, la causa para explicar esto, es el “catch up”, que se asocia al incremento de invertir en capital fijo y no en I+D, para un crecimiento positivo en países de desarrollo.

Desde otra perspectiva, Robayo Acuña (2016) en su investigación “La innovación como proceso y gestión en la organización”, pretende explicar mediante un análisis de caso aplicado a empresas españolas, los factores de innovación que implementan para su permanencia en el mercado. Sus resultados se obtuvieron por medio de un estudio cualitativo – descriptivo, en el que se evidencia que las empresas usan procesos de innovación informales y no sistemático, debido a que buscan el aprovechamiento de nuevas oportunidades para su negocio que por lo general se origina de las exigencias del consumidor. Es así como la falta de tecnología en un país se ve reflejado en el ámbito empresarial, pues las empresas buscan mantenerse en el mercado aplicando nuevos métodos tecnológicos y de innovación, y a falta de estos factores usan métodos informales.

Por otra parte, Álvarez Tamayo (2016) realiza un estudio basado en la analogía entre el diseño e investigación desde una perspectiva semiótica, con el fin de originar un modelo integral para el desarrollo de innovación, investigación y producción de expresiones enfocadas en el ser humano, mismas que se orientan al desarrollo de competencias para la investigación en el ámbito del diseño gráfico. Para ello, el estudio aplicó un método exploratorio mixto (cualitativo y cuantitativo), centrado en la implementación de una incubadora de proyectos, en el que se involucraron contratantes, catedráticos, estudiantes de posgrado en áreas de diseño gráfico y de licenciatura e investigadores de Puebla-México. Los resultados de esta investigación arrojan el Modelo de Expresión, Investigación e Innovación (EXIIN) que da paso a la comunidad académica a establecer relaciones, datos, conceptos y métodos de forma que se integren grupos de alto rendimiento para solucionar problemas, además, señala que esfuerzos investigativos tienen un impacto multiplicador permitiendo un aprendizaje colaborativo.

Siendo cada vez más preocupante la situación de países que no invierten en ciencia y tecnología para alcanzar el desarrollo, Huanambal Tiravanti (2017) mediante su investigación explica la relación universidad – empresa – Estado para un camino de bien común y desarrollo social. Parte de un análisis enfocado a la situación de Perú, en el que señala que el gasto en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) es escaso en comparación a países desarrollados, debido al reducido porcentaje de inversión que destinan tanto el sector público como privado, del mismo modo, teniendo en cuenta que la población peruana no está acostumbrada a realizar esfuerzos por conseguir innovación, pero el gobierno ha tomado la iniciativa de fomentar políticas públicas que promuevan la relación entre universidad – empresa, mediante fondos concursables destinados a proyectos de innovación, en donde se favorezcan empresas, Estado, universidad y sociedad. Este método implementado por Perú ha traído efectos positivos, pues la inversión en I+D+i va incrementando.

En definitiva, se puede observar la carencia de políticas viables frente a la inversión en I+D en países subdesarrollados que no permiten su crecimiento. Dicho esto, el estudio realizado por Olaya (2017) pretende demostrar el efecto del gasto en I+D en el ingreso de instituciones privadas y públicas del Ecuador, desarrollado en el período 2010-2014, basándose en el modelo de Arrellano Bond (2017), y aplicando la técnica de datos de panel con el MCG (Método Generalizado de Momentos). Esta investigación tomó como variable dependiente a las ventas de las empresas por cada provincia, la cual se determinó por el número de ventas en dólares, como variable independiente se estableció al gasto en Investigación y Desarrollo, y variable de control a la cantidad de empresas que utilizan internet, área rural y urbana. Los resultados obtenidos en este análisis fue una relación positiva, es decir, el gasto en I+D sí incide en el ingreso por ventas en dólares tanto en el sector privado como en el público, teniendo en cuenta que aún existe escasez en investigación e innovación, por lo que la investigadora plantea políticas como: eliminar aranceles de importación enfocadas a empresas innovadoras y aplicar subsidios.

Ahora bien, las políticas de fomento dirigidas explícitamente a la Investigación y Desarrollo (I+D) han sido de gran impacto en la economía de un país. En efecto, Segarra Blasco (2018) realiza un estudio para determinar si las inversiones públicas empleadas

para el fomento de I+D pueden reemplazar o complementar a las inversiones privadas, durante el período 2010 – 2012, tomando como muestra 3.410 empresas catalanas. Se desarrolla un modelo Heckman bietápico de selección en dos etapas, en la primera, analiza sobre la probabilidad de que una empresa innovadora goce de una ayuda pública mediante un modelo Probit y la segunda, determina la incidencia de las políticas públicas dirigidas al fomento de la I+D privada sobre las decisiones de las empresas que obtuvieron ayudas (préstamos, subvenciones y desgravaciones) por parte del gobierno, mediante una correlación. Los resultados indican que las ayudas por parte del gobierno ayudan positivamente a la innovación de empresas y que no hay evidencia suficiente para afirmar que la inversión pública en I+D sustituya o reemplace a la privada.

En la investigación “5 acciones para la toma de decisión en I+D+i”, desarrollada por Rodríguez-Rojas et al. (2018) evidencia la propuesta de acciones para la toma de decisiones respecto a la identificación de una línea de investigación de grupos empresariales y académicos, para lo cual se utilizó una metodología basada en un estudio descriptivo transversal, analizando 35 artículos y diseñando un instrumento con 21 ítems para la validación de la teoría clásica del test, y la fiabilidad se lo midió mediante el coeficiente Alfa de Cronbach. Los resultados fueron la creación de las 5 acciones: 1) caracterizar los intereses y tradiciones investigativos de los grupos, 2) análisis e identificación de la inclinación de grupos diferentes y las líneas de investigaciones nacionales, 3) análisis e identificación de inclinación de publicaciones internacionales y nacionales, 4) análisis del entorno local, internacional y organizacional, 5) análisis de alineamientos estratégicos. Las acciones planteadas por los autores muestran una fiabilidad alta, debido a que el Alfa de Cronbach fue de 0,86.

Por otro lado, Quinde-Rosales et al. (2019) explica la incidencia que existe entre el PIB y el gasto en tecnología y ciencia para Ecuador y América Latina y el Caribe, en el período de 1990-2015. Para ello, el estudio realizado por los autores se fundamentó en un razonamiento inductivo con el uso de pruebas econométricas, con la finalidad de medir la probabilidad de la causalidad entre el PIB y el gasto en tecnología y ciencia, mediante un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR). Los resultados arrojados en este estudio indican que el PIB y el gasto en tecnología y ciencia tienen una tendencia positiva no

estacionaria, además, en cuanto al criterio de causalidad para Ecuador se determinó que el modelo muestra unidireccionalidad del gasto en tecnología y ciencia al PIB, es decir, en el Ecuador la inversión en tecnología y ciencia causa un incremento o variación en el PIB nacional, por otro lado, para el análisis de América Latina y el Caribe sucede lo contrario, pues no existe una relación causal, esto sucede debido a que algunos países no tienen en mente el desarrollo de una sociedad de conocimiento.

Asimismo, García Cantó (2019) realiza una descripción de algunas políticas para fomentar la inversión en I+D+i en España, pues en la actualidad es un objetivo primordial para fortalecer la productividad, el crecimiento y el bienestar social. El Estado establece anualmente políticas para fomentar la inversión, las cuales son: Ley de Ciencia, Política Española de tecnología, innovación y ciencia 2013-2020, Plan de Estatal de técnica, innovación e investigación científica 2013-2016, Programa Marco de UE y Disminución fiscal por I+D+i.

Del mismo modo, Tejada Estrada et al. (2019) en su estudio realiza reflexiones teóricas respecto a la innovación tecnológica, con el objetivo de calificar la innovación tecnológica como un aspecto primordial en organizaciones modernas, para el que emplea, una metodología cualitativa de corte documental-bibliográfico. Los resultados proporcionan información esencial puesto que señala que la innovación tecnológica es fundamental por los cambios que esta realiza en el ámbito económico y de mercado; posibilita a organizaciones el desarrollo de conceptos e ideas innovadoras que focalizan el bienestar organizacional y con ayuda de una gestión ética, generan sustentabilidad para las naciones y sostenibilidad organizacional.

Gonzalez Soriano et al. (2019) sugieren a la Inversión Extranjera Directa (IED) como un factor principal para países en vías de desarrollo, debido a que se puede lograr transferencias de tecnología, capacidad de innovación, capacidad técnica y posibilidad de acceso a redes mundiales de comercialización. Por ello, es necesario que un país cuente con características óptimas para una cooperación internacional. Rodríguez Albor (2019), explica que América Latina no es apta para una cooperación, pues la desigualdad, problemas sociales, escasa inversión en I+D y la falta de alto nivel en formación de capital

humano, no son bien vistos por otros países. Actualmente, es necesaria la cooperación entre países para un desarrollo.

Desde la perspectiva de las empresas la inversión en I+D han sido un punto estratégico para permanecer en el mercado tanto nacional como internacional. Por ello, Varela Llamas y Ramírez Ozua (2019) realizan un estudio basado en el impacto que tiene los costos de apertura y la inversión en I+D sobre la creación de nuevos emprendimientos en México. Así pues, se tomaron datos de 32 entidades federativas que forman parte de la economía nacional durante el período de 2009-2014, consecuentemente, se utiliza una metodología de estimación robusta, que permite estimar una regresión de corte transversal. Los resultados obtenidos de dicho estudio señalan que las dos variables son relevantes para explicar la creación de nuevos emprendimientos, no obstante, se pudo observar que la variable costos de apertura tiene mayor impacto que la inversión en I+D.

Desde otro punto de vista, León González et al. (2020), determinan la relación directa que existe entre la inversión en Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) y la productividad científica, por ello, en su investigación analizan la producción científica de América Latina y El Caribe durante el período 1996-2019. Para el estudio considera indicadores bibliométricos agrupándolos en dos categorías: i) indicadores cuantitativos de investigación, mismos que brindan información sobre la cantidad de publicaciones que realiza un país, región o institución, ii) indicadores de impacto, considerando el índice H y de inmediatez. Los resultados obtenidos muestran que Brasil es el país con mayor producción científica, con 404 artículos. Además, destacan que el acceso a revistas científicas en América Latina y El Caribe son de acceso abierto, pero no cuentan con políticas editoriales que permitan visibilizarse en bases de datos reconocidas a nivel internacional. Del mismo modo, para impulsar la producción científica en América Latina y El Caribe se requiere el financiamiento por parte del gobierno en proyectos de I+D+i, principalmente en universidades.

También, Lemus Delgado (2020) aborda en su investigación un análisis de políticas públicas en tecnología, ciencia e innovación en Vietnam, enfocándose en la transformación económica del país y partiendo de reformas de Đổi mới. El objetivo de

este estudio es evidenciar el exitoso desarrollo que ha tenido el país, pues se considera que éste quiere convertirse en un “tigre asiático”, y para ello, se basó en experiencias históricas de Japón, Asia y China, sabiendo que estas economías se han focalizado en fomentar políticas públicas en el sector científico y tecnológico. En efecto, se afirma que Vietnam ha implementado buenas políticas al pasar de los años, pues según estadísticas muestran un buen posicionamiento en cuanto a los demás “tigres asiáticos”, puesto que ha pasado de una estructura económica cerrada a una abierta, ha expandido el sector privado y disuelto la economía estatal socialista.

Así, Echeverría-King et al.(2021) muestra en su estudio como la inversión en tecnología, ciencia e innovación en Colombia y Ecuador ha tenido resultados positivos. La investigación se focaliza en analizar y describir las inversiones que realizan Colombia y Ecuador en ciencia, tecnología e innovación entre 2010-2014, a través de una metodología de corte exploratoria y cuantitativa, teniendo como resultados que, a lo largo del período analizado, Ecuador registró 2709 patentes y 806 el país vecino. Por otro lado, Ecuador realizó inversiones en doctorados y maestrías para la formación del personal, mientras que Colombia aumentó la producción bibliográfica, en conclusión, la inversión de Colombia en actividades de tecnología, ciencia e innovación impactó en la formación académica de alto nivel y en publicaciones, y la inversión de Ecuador impactó en el registro de patentes y la formación de alto nivel.

Para finalizar, debido a que el trabajo planteado se basa en un análisis de inversión, se revisó la investigación de De Freitas D. (2021), que examina cómo se puede dar una valoración óptima a activos intangibles para estimar inversiones tecnológicas mediante una metodología de opciones reales. Por ende, el estudio se apoyó en un “análisis de caso”, seleccionando un proyecto innovador orientado en la producción de un elemento tecnológico que se evaluó bajo condiciones de incertidumbre y alto riesgo, para ello, se utilizó el método cualitativo de tipo experimental y la metodología de opciones reales. Los resultados obtenidos se fundamentaron en el cálculo del VAN y TIR, mismos que arrojaron valores aún más reales del proyecto a futuro, los cuales permitirán a los encargados de la administración disminuir la incertidumbre frente a la inversión realizada y podrán tomar decisiones óptimas y certeras.

2.1.2 Fundamentos teóricos

Teorías de inversión en I+D+i

Teoría neoclásica

Existen diversas teorías que se centran en el estudio de la inversión que realiza un determinado país para el crecimiento de su economía. Así, Rincón Piedrahita (1996) explica sobre la teoría neoclásica, basada en el modelo planteado por Robert Solow en 1956, que consiste en supuestos de: tasas de inversión fija y exógenamente definidas, tasas de crecimiento poblacional, progreso tecnológico y nivel de tecnología. A pesar de ello, estos factores determinantes del modelo debilitan el crecimiento a largo plazo, por los rendimientos marginales decrecientes que presenta en el capital físico, y se plantea que sólo el progreso tecnológico puede ocasionar un crecimiento a largo plazo (Farinango Salazar et al., 2020). Si bien es cierto, la teoría neoclásica ha sido muy utilizada a lo largo del tiempo, pero existen oposiciones a esta teoría, una de ellas la del crecimiento endógeno.

Teoría del crecimiento endógeno

La presente teoría se focaliza en el cambio tecnológico endógeno para describir los patrones de crecimiento en las diferentes economías (Marroquín Arreola & Ríos Bolívar, 2012). Algunos estudios presentados por Gaviria Ríos (2007) y Vite Cristóbal (2008) señalan que esta teoría se basa en el estudio de los modelos de I+D realizado por Romer en 1990, pues eliminó la propensión de rendimientos decrecientes del capital, al considerar que el conocimiento era adquirido como subproducto de la inversión en capital físico, asimismo; las inversiones en capital humano ayudan de manera complementaria y sustancial. En la misma línea, se puede afirmar que un punto primordial del crecimiento endógeno, es la producción de nuevos conocimientos que están dirigidos por el sector de innovación, más conocidos como investigación y desarrollo (Vite Cristóbal, 2008).

Teoría de innovación: basado en el modelo de Kline

Este modelo fue propuesto por Kline en 1985, denominado de enlaces en cadena, que explica sobre la relación que existe entre la tecnología y la ciencia en todas las etapas de su estructura, desde principio a fin (Velasco et al., 2007). De este modo, algunos estudios han tomado como referencia este modelo por la aplicación en el Manual de Oslo, debido a que con el tiempo fue más realista, pues comprende de mejor manera la complejidad del proceso innovador y su funcionamiento consta de una trayectoria de cinco caminos, que enlazan las tres zonas en el proceso de innovación tecnológica: investigación, conocimiento e innovación (Velasco et al., 2007) (Fajardo Paz & Robledo Velásquez, 2012). Para conocer con más precisión este modelo, se puede observar su funcionamiento en la siguiente figura 1:

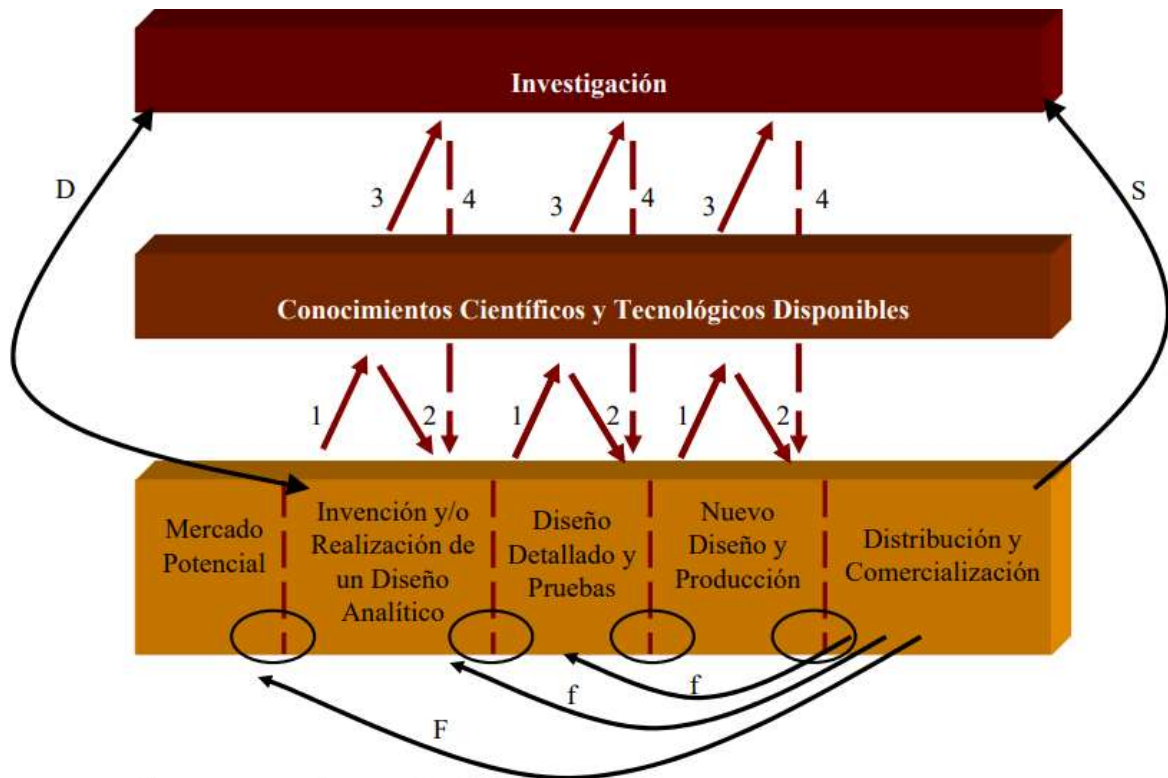


Figura 1. Modelo de innovación de Kline

Fuente: Kline y Rosenberg (1986), citado por Velasco, et al. (2007, p. 7)

Elaborado por: Investigadora

Investigación y desarrollo (I+D)

La investigación y el desarrollo es la búsqueda de nuevos conocimientos y busca la comprensión en el ámbito tecnológico, científico y de desarrollo, para fomentar nuevos

avances en productos, materiales o sistemas de producción, con el propósito de facilitar la vida de una sociedad (García Cantó y Vañó Francés, 2013). Desde la perspectiva del paradigma endógeno se consideran actividades con rendimiento creciente, debido a que el conocimiento tecnológico es considerado un bien no-rival, además, su uso no es seguro, es decir, su costo de adquisición es mínimo (Destinobles, 2007). Asimismo, “son actividades que los individuos realizan para producir conocimiento aplicable en el mundo empresarial o académico” (Rendón Ochoa, 2019, p. 24).

El BID manifiesta que la investigación y el desarrollo son considerados factores principales que determinan el desempeño de individuos, empresas y de economías nacionales, por ello, las economías más desarrolladas, han usado intensamente la tecnología y consecuentemente experimentan una mejora en su productividad y esto no se ve reflejado únicamente en empresas, sino que se expande a todos los sectores económicos (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010). A partir de esto se mencionan tres estudios: de Romer (1990) en el que destaca que el crecimiento es ocasionado por el aumento de diferentes inputs, de Aghion y Howitt (1992) considera que el crecimiento económico se da por el uso efectivo de los aumentos de inputs, y el estudio de Coe y Helpman (1993) en el que manifiesta la correlación que existen entre la investigación, el desarrollo y la productividad para países que conforman la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) (Destinobles, 2007).

La investigación y el desarrollo están compuestas por tres actividades, como se observa en la siguiente figura 2:

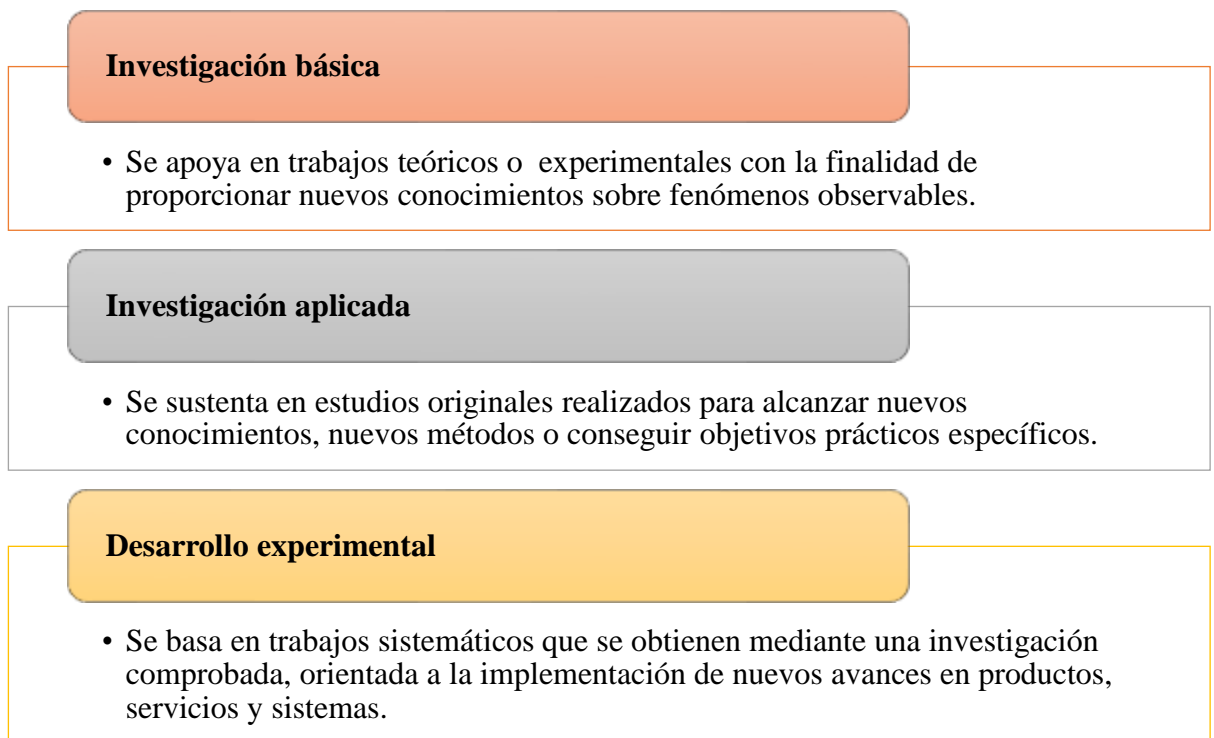


Figura 2. Clasificación de Investigación y Desarrollo (I+D)

Fuente: OCDE(2002)

Elaborado por: Investigadora

Factores determinantes de la Investigación y el Desarrollo (I+D)

Los factores que determinan la investigación y el desarrollo comprenden una relación directa, debido a que la investigación tiene como objetivo incrementar el conocimiento científico y mediante los resultados obtenidos alcanzar un beneficio que aporte en mejorar el desarrollo de la calidad de vida de los seres humanos, y esto se alcanza con la aplicación de ese conocimiento (Cruz Ramírez et al., 2009). De esta manera, las Naciones Unidas (2016) propone “dos factores que determinan la disponibilidad de recursos humanos que se dedican a la investigación: las capacidades del sistema educativo (calidad y cobertura de sistemas escolares y de educación superior), y los centros de investigación de los sistemas de innovación nacional” (p. 44).

Innovación

Según la definición clásica propuesta por Schumpeter en 1934, la innovación comprende la introducción en el mercado de un nuevo bien, la creación de un nuevo sistema de producción, la implementación de una estructura nueva en el mercado, por ejemplo, crear

una posición monopolística, la apertura de un nuevo mercado en un país, o la conquista de nuevas fuentes de materias primas o productos semielaborados (Instituto Andaluz de Tecnología, 2012). Por otro lado, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) (2006) define a la innovación como la introducción de un proceso o un producto (bien, servicio) mejorado o nuevo a un mercado, además, considera como la introducción de nuevos métodos de comercialización aplicado a: organizaciones de trabajo, actividades de negocio o relaciones externas. Entonces, “si no tiene aplicación en el mercado no es innovación” (Fundación de la Innovación Bankinter, 2010, p. 18).

Se puede aseverar que para mantenerse en un mercado competitivo es indispensable innovar. La innovación a nivel mundial es reconocida como el motor del desarrollo económico tanto de países desarrollados como países en vías de desarrollo, llevando consigo una fuerza importante para la mitigación de la pobreza, es así, que las actividades de la innovación comprenden transferencia y generación de conocimientos, I+D experimental, adquisición de tecnologías y comercialización de productos (Instituto de Estadística de la UNESCO, 2010). Las innovaciones tecnológicas afectan de dos maneras al desarrollo humano: en primera instancia, promueve la capacidad humana y segundo, establece un medio para el logro del desarrollo humano, debido a los efectos que este otorga en el crecimiento económico mediante el aumento de productividad (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2019).

Estas definiciones se han aceptado por los países miembros de la OECD, por lo tanto, se plantean cuatro tipos de innovación, como se muestra en la siguiente tabla 1:

Tabla 1. Tipos de innovación

Tipo	Definición
Innovación de producto	Introducción de un bien o servicio al mercado mejorado o nuevo en cuanto a sus características.
Innovación de proceso	Implementación de mejorados o nuevos sistemas de distribución o producción.

Innovación de marketing	Implementación de un nuevo sistema de marketing que implique cambios en el <i>packaging</i> o diseño del producto, en precios o en promociones.
Innovación organizativa	Implementación de un nuevo sistema organizativo en: prácticas de negocio, relaciones externas u organizaciones de áreas de trabajo.

Fuente: Fundación de la Innovación Bankinter (2010)

Elaborado por: Investigadora

Factores determinantes de la innovación

Es primordial hacer hincapié en los factores que determinan la innovación para un mejor entendimiento. Un factor de innovación se determina explícitamente como un recurso, una práctica de gestión, un ámbito de conocimiento e información, o una política de organización que influye de manera directa en el surgimiento de oportunidades de innovar y en la eficiencia de la toma de decisiones, frente a propuestas de cambios significativos en diferentes tipos de procesos, en efecto, se distinguen cuatro factores de innovación: personas, son las encargadas de procesar conocimientos nuevos; entorno, son los factores sociales, económicos, culturales que rodean a las personas; tecnología, son los recursos técnicos empleados en un determinado sector; organización, es el sistema social enfocado en una meta (Goñi Zabala, 2014). Según Jaffe (1989) la variable de medida para el nivel tecnológico e innovador, son las patentes (Buesa et al., 2002).

Inversión

La inversión se conceptualiza como la asignación de fondos o recursos, con la posibilidad de generar ingresos positivos y mantener o aumentar su valor a futuro, tomando en cuenta que, para realizar una inversión se debe contar con recursos financieros (Gitman y Joehnk, 2008). Es imprescindible mencionar que la inversión no solamente se refiere a una inversión física, sino también hace referencia a una inversión de capital humano (educación, formación en el trabajo y capacitación), la escasez en inversión de capital humano es la barrera para el desarrollo económico más importante, que la falta de

inversión en capital físico y al mismo tiempo un gobierno que invierte fomenta el crecimiento y eleva el nivel de población y economía a largo plazo (Montano Hernández, 2007).

Del mismo modo, Alcarria Jaime (2009), señala que para una óptima inversión se debe tener en cuenta la decisión de inversión, que consiste en decisiones que se relacionan con la inversión de recursos financieros disponibles. Es así, que los informes contables deben disponer de información precisa que respondan preguntas como: ¿es adecuado reemplazar la maquinaria actual por otra más eficaz? ¿se debe ampliar la productividad gastando en más recursos? ¿si se tiene fondos disponibles en que se debe invertir? ¿qué ámbito es más rentable?

Características de la inversión

Es importante tomar en cuenta algunos aspectos para la ejecución de una inversión óptima y eficiente, misma que genere productividad en un tiempo considerable. Así, Gitman y Joehnk (2008), plantean tres características principales de inversión:

- Las personas que invierten en un determinado ámbito se sienten motivados, debido a los rendimientos esperados. El rendimiento es el nivel de beneficios resultado de una inversión; en otras palabras, la retribución por invertir.
- La provisión de liquidez es un factor importante por considerar en un plan financiero, debido a que es la posibilidad de una inversión para transformarse rápidamente en ganancia, con una pérdida de valor nula.
- El riesgo es la probabilidad de que una inversión no tenga los rendimientos esperados en un determinado mecanismo. El riesgo que se asocia a una inversión se relaciona de manera directa con su rendimiento deseado, pues, mientras los rendimientos sean más amplios, el riesgo será mayor y viceversa.

Inversión pública

La inversión pública tiene como finalidad la solución de un problema social, de modo que se base en el cumplimiento de una necesidad básica insatisfecha o en buscar una oportunidad de mercado desaprovechada, mediante recursos únicamente públicos

(Medianero Burga, 2008). Del mismo modo, “la inversión del sector público está compuesta por la formación bruta de capital fijo más la inversión pública efectuado por la administración pública nacional provincial y municipal” (Montano Hernández, 2007, p. 9). Por otra parte, Baca Urbina (2007), manifiesta que si una inversión gubernamental fracasa no hay un inversionista que lamente dicha pérdida, posiblemente ni la población que no recibió los beneficios sociales acordados, pues la población generalmente ya está acostumbrada a la escasez de un desarrollo y nunca se asimiló que existió una oportunidad de mejora en los aspectos sociales.

Los programas de inversión pública consiguen intensificar recursos físicos mediante de la inversión en infraestructura y maquinaria, y aumentar recursos humanos con la ayuda de la inversión en educación, salud, investigación científica y capacitación, si estos programas de inversión pública son correctamente distribuidos ayudará de la misma manera a mitigar la pobreza y, consecuentemente, fomentar el desarrollo social y económico a largo plazo (Chang, 2007).

Inversión privada

Se entiende por inversión privada al uso de recursos de procedencia externa al gubernamental, destinado al aumento, a la mejora de empresas existentes o la implementación de nuevas empresas dentro de un país, estas inversiones son de origen nacional y extranjera (Montano Hernández, 2007). El crecimiento económico, la inversión pública, la inversión privada y la productividad se relacionan de manera directa, pues, a medida que se incremente la inversión pública y privada en capital físico y humano, y que estos recursos se usen de manera productiva, proporciona un resultado positivo en el crecimiento económico, así, se afirma que en varios países la falta de inversión pública es uno de los mayores inconvenientes para la inversión privada (Agosín et al., 2012). Asimismo, existen restricciones respecto a la inversión privada que afectan al crecimiento económico de un país, ya sea por la falla gubernamental o por fallas del mercado, en efecto, la limitación de calidad respecto a políticas y gobierno, hacen que un país permanezca en vías de desarrollo y no atraiga la inversión privada (Agosín et al., 2012).

Tabla 2. Restricciones a la inversión privada en países latinoamericanos

Restricción	Estudio del país
I. Bajos retornos	
Instituciones débiles	<ul style="list-style-type: none"> - Argentina (derechos de propiedad, fiscal). - Colombia (derechos de propiedad en áreas de conflicto). - Ecuador (varias dimensiones). - El Salvador (crimen). - Guyana (varias dimensiones). - Guatemala (derechos de propiedad, justicia). - Nicaragua (derechos de propiedad, corrupción, efectividad del gobierno). - Panamá (corrupción). - Paraguay (corrupción, calidad de regulación).
Defectos de política económica	<ul style="list-style-type: none"> - Trinidad y Tobago (crimen). - Argentina (sostenibilidad fiscal). - Brasil (impuestos elevados y distorsionantes). - Nicaragua (sostenibilidad fiscal). - Panamá (regulaciones laborales). - Trinidad y Tobago (sostenibilidad fiscal).
Problemas de coordinación y autodescubrimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Guyana - Chile - El Salvador - Nicaragua - Perú
Infraestructura inadecuada	<ul style="list-style-type: none"> - Trinidad y Tobago - Argentina (insuficiente inversión en petróleo y gas). - Ecuador (transporte). - Colombia (transporte). - Guatemala (transporte). - Nicaragua (transporte, electricidad, telecomunicaciones). - Paraguay (transporte).
Bajo capital social	<ul style="list-style-type: none"> - Brasil - Chile (calidad). - Guatemala
II. Elevado costo del financiamiento	
Financiamiento doméstico	<ul style="list-style-type: none"> - Brasil (segmentación financiera)

-
- Colombia
 - Ecuador
 - Nicaragua
-

Fuente: Agosín, Fernández-Arias y Jaramillo (2012, p.24)

Elaborado por: Investigadora

Inversión proveniente de fuentes externas

De acuerdo con Arrellano García (2003), citado por Magallanez Perez (2010), “la Inversión Extranjera Directa (IED) es la acción y efecto de colocar capital, representado en diversas formas, en país diferente de aquel en donde se obtienen los beneficios de la aplicación de recursos” (p. 6). De esta manera, la respuesta de un país en vías de desarrollo es potenciar la IED, debido a que ésta constituye fuentes elementales para atraer recursos que apoyan a la modernización y expansión económica (Venacio, 2005).

La economía mundial ha reconocido un crecimiento sustancial de la IED en las últimas décadas. Generalmente la participación de IED es considerada como el motor de impulso al crecimiento económico de países receptores, además, atrae externalidades que se asocian con la transmisión de conocimientos y *know-how* entre empresas extranjeras y nacionales, por lo tanto, es indispensable adoptar políticas que reduzcan barreras de inversión extranjera (García y López, 2020).

Inversión en investigación, desarrollo e innovación

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), indica que la inversión mínima que debe realizar un país en ciencia y tecnología es de al menos 1% del Producto Interno Bruto (PIB) (Semplades, 2018). Así, Rojas-Jiménez (2012), menciona algunos aspectos que se debe considerar para potenciar la inversión en investigación, desarrollo e innovación a nivel mundial, estos son:

- Las actividades de investigación y desarrollo (I+D) ayudan en la difusión y el avance del conocimiento científico, establecimiento de nuevas especialidades y obtención de conocimiento tácito, este conocimiento proviene de la experiencia que se adquiere al hacer investigación y no se puede difundir por medio de símbolos o palabras, constituyéndose como un bien intelectual para el entendimiento y la adaptación de avances tecnológicos y científicos.

- La utilización del conocimiento motiva el avance de tecnologías, y a la vez que se conviertan en innovaciones de productos o servicios, procesos, y consecuentemente como sujeto de protección intelectual.
- La instalación de nuevos métodos de investigación, desarrollo e innovación en empresas impulsan a diversificar la productividad, deducción de costos, incremento de la eficiencia, establecimiento de empresas derivadas (*spin-off*), atracción de inversiones de fuentes extranjeras y la entrada a nuevos mercados.
- Mientras se ejecutan proyectos de I+D, se enriquecen las capacidades de los profesionales mediante la instrucción y capacitación, se obtiene infraestructura y se desarrollan nuevos servicios.
- Las actividades de I+D posibilitan a las instituciones a estar continuamente actualizadas dentro de sus ámbitos, ayudando a incrementar su calidad, credibilidad y prestigio.
- La investigación y el desarrollo mantienen una participación importante en el desarrollo de una población y su calidad, como en la solución de problemas ambientales y sociales.

Gasto en I+D (% del PIB) en países de la OCDE y en los países de Sudamérica

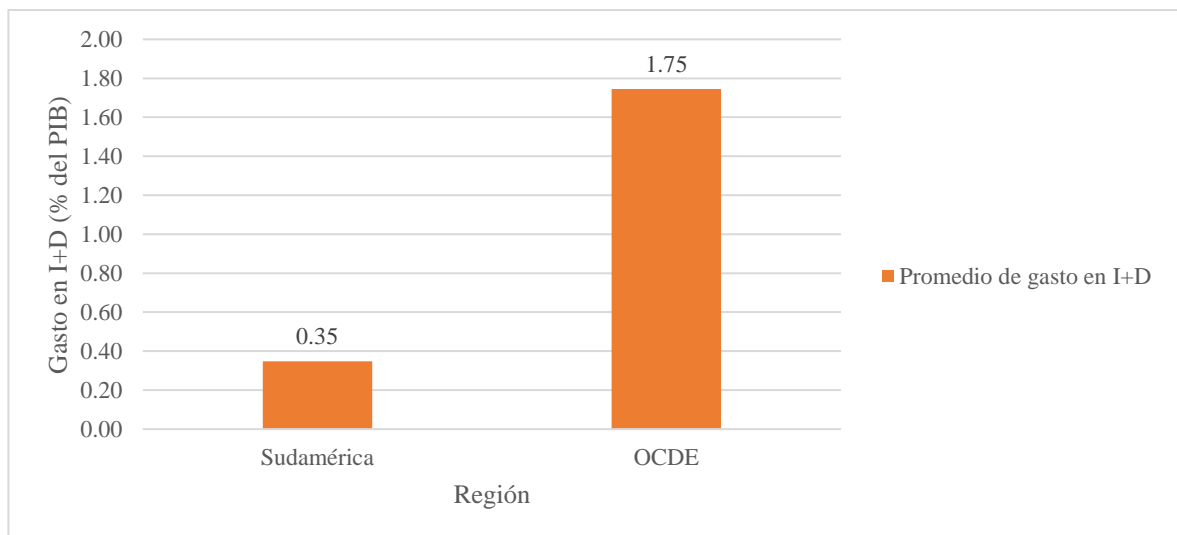


Figura 3. Gasto en I+D (% del PIB) en países pertenecientes a la OCDE y Sudamérica

Fuente: Banco Mundial (2000-2017)

Elaborado por: Investigadora

Los países que conforman la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), son: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, Colombia, Corea del Sur, Dinamarca, Eslovenia, España, Estados Unidos, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Israel, Italia, Japón, Letonia, Lituania, Luxemburgo, México, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Suecia, Suiza, Turquía.

Como se observa en la figura 3, durante el período 2000-2017 respecto al gasto en I+D porcentaje del producto interno bruto (PIB) los países de la OCDE y Sudamérica difieren entre sí, puesto que la OCDE ha alcanzado un promedio de 1,75% y Sudamérica apenas el 0,35%. “Inclusive tomando en cuenta el nivel de desarrollo que está teniendo Sudamérica se puede observar un desempeño pobre en cuanto al gasto en I+D, es decir, invierten menos que lo que su nivel de ingresos sugiere invertir” (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010, p. 14).

Inversión en educación

La inversión en educación es el uso de recursos destinados a fortalecer los conocimientos en los individuos. Es vital que los países en la actualidad opten por potenciar medidas de inversión en educación, debido a los efectos que trae consigo, como el impacto en el avance económico, pues, la educación es considerada como el factor que proporciona capital humano especializado y competente dentro de una nación.

La educación establece una etapa múltiple en el desarrollo, es decir, una sociedad con un mayor nivel de educación goza de progresos técnicos, innovación e incrementan su productividad y competitividad, además, la política se beneficia de una sociedad con un alto grado de competencias educativas, puesto que la vida democrática y la sociedad del conocimiento exigen una participación política más desarrollada sobre una ciudadanía intelectual, con competencia crítica y formación cívica (CEPAL, 2010).

De esta manera, se sostiene que la educación superior es un debate político-social esencialmente en países que se encuentran en vías de desarrollo. Así, Martí Arias (2017), afirma que las instituciones de educación superior pretenden desarrollar un modelo de enseñanza que lidere la innovación e investigación en el sistema educativo, con el objetivo

de proporcionar una respuesta a los desafíos que propone una población moderna en un acelerado desarrollo de transformación, que requiere de sus profesionales nuevas habilidades y conocimientos y al mismo tiempo con una capacidad de adaptación a los mercados laborales que impulsan el desarrollo mundial desde inicios del actual siglo XXI.

Financiamiento

El financiamiento es clave, puesto que cada país busca financiarse de diversas formas en I+D+i. El financiamiento se define como los recursos financieros y económicos que ofrecen respaldo y hacen probable la implementación de proyectos y programas (Ortegón & Pacheco, 2004). Es decir, tiene una relación directa con la economía, debido a que se debe tomar en cuenta aspectos para la toma de decisiones financieras como: la estructura económica de un país, su actividad y sus políticas; además, se debe conocer la teoría económica en cuanto a la oferta y la demanda; teoría de precios, beneficios marginales y análisis de costos (Montano Hernández, 2007).

Fuentes de financiamiento

Las fuentes de financiamiento son aquellas instituciones nacionales o extranjeras que proveen ayuda financiera para implementar proyectos o programas de inversión ya sea de manera pública o privada (Ortegón y Pacheco, 2004). De esta manera, para hablar sobre financiamiento es necesario pensar en los riesgos a considerar, tales como: liquidez, inflación, gastos que originen la fuente de financiamiento y rendimiento (Villegas & Ortega, 1997). Asimismo, las fuentes de financiamiento se pueden clasificar de dos maneras, como se observa en la siguiente tabla 3:

Tabla 3. Fuentes de financiamiento

Fuentes internas	Fuentes externas
<p><i>Aportes del gobierno Central;</i> mediante fondos procedentes del presupuesto general de la nación, deuda interna, impuestos, bienes generados por instituciones que ejecutan proyectos de inversión pública, entre otros.</p>	<p><i>Recursos reembolsables;</i> corresponde a préstamos externos que se valida con entes bilaterales, multilaterales y gobiernos extranjeros, generalmente, los países solicitan recursos al Banco Interamericano de Desarrollo y al Banco Mundial.</p>
<p>Fondos establecidos por los gobiernos locales y entidades descentralizadas.</p>	<p><i>Recursos no reembolsables;</i> incorpora donaciones ejecutadas por organismos internacionales y otros gobiernos.</p>
<p><i>Contribución por parte de la comunidad;</i> estas contribuciones implican materiales, dinero y mano de obra por parte de los individuos otorgando su participación al proceso de inversión, es decir, la población trabaja para su propio beneficio.</p>	
<p>Recursos otorgados por ONG locales, individuos, empresas privadas y comités de desarrollo.</p>	

Fuente: Ortegón y Pacheco (2004, p. 26)

Elaborado por: Investigadora

Política de inversión

La calidad de una política de inversión incide de manera directa en las decisiones de los inversores, ya sean grandes o pequeños, nacionales o extranjeros, asimismo; la transparencia, la no discriminación y el resguardo de la propiedad son principios fundamentales de la política de inversión en los que se respaldan, con el fin de establecer

un ambiente sano de inversión, que beneficie al desarrollo de una determinada sociedad (OCDE, 2006).

Dentro de los instrumentos eficientes y eficaces para atraer inversiones, pueden estar consideradas las medidas de incentivos, facilitación y promoción de inversión, teniendo en cuenta que el objetivo es modificar los fallos de mercado para incrementar los beneficios de inversión en un país, es decir, el planteamiento transparente de información, de normas y de reglamentos por parte del gobierno en inversión influirá de forma crítica en cuanto a las decisiones de la misma, puesto que ayuda a contribuir en el desarrollo de la ciudadanía y a luchar contra la pobreza (OCDE, 2006).

Política de inversión en I+D+i

Una política es indispensable para la toma de decisiones y para implementar nuevos métodos en una economía. En palabras de Khan (2007), los gobiernos de los países son los encargados del desarrollo eficiente de políticas importantes como, por ejemplo, las que promuevan la inversión en I+D+i, estas inversiones requieren un análisis profundo, pues para que las políticas planteadas sean un éxito el gobierno debe identificar, restricciones e impedimentos que estén obstaculizando los progresos económicos en ciertos sectores de su país y aplicarlas de forma óptima, especialmente, si inician por investigar cómo la tecnología y sectores económicos en sus países puedan alcanzar mejoras en su productividad, generar más empleos y establecer puestos de trabajo con altos salarios, por ello, plantea una nota política que ayudará a encargados de la política de un país a formular políticas adecuadas para cada situación, como se observa en la siguiente figura 4:

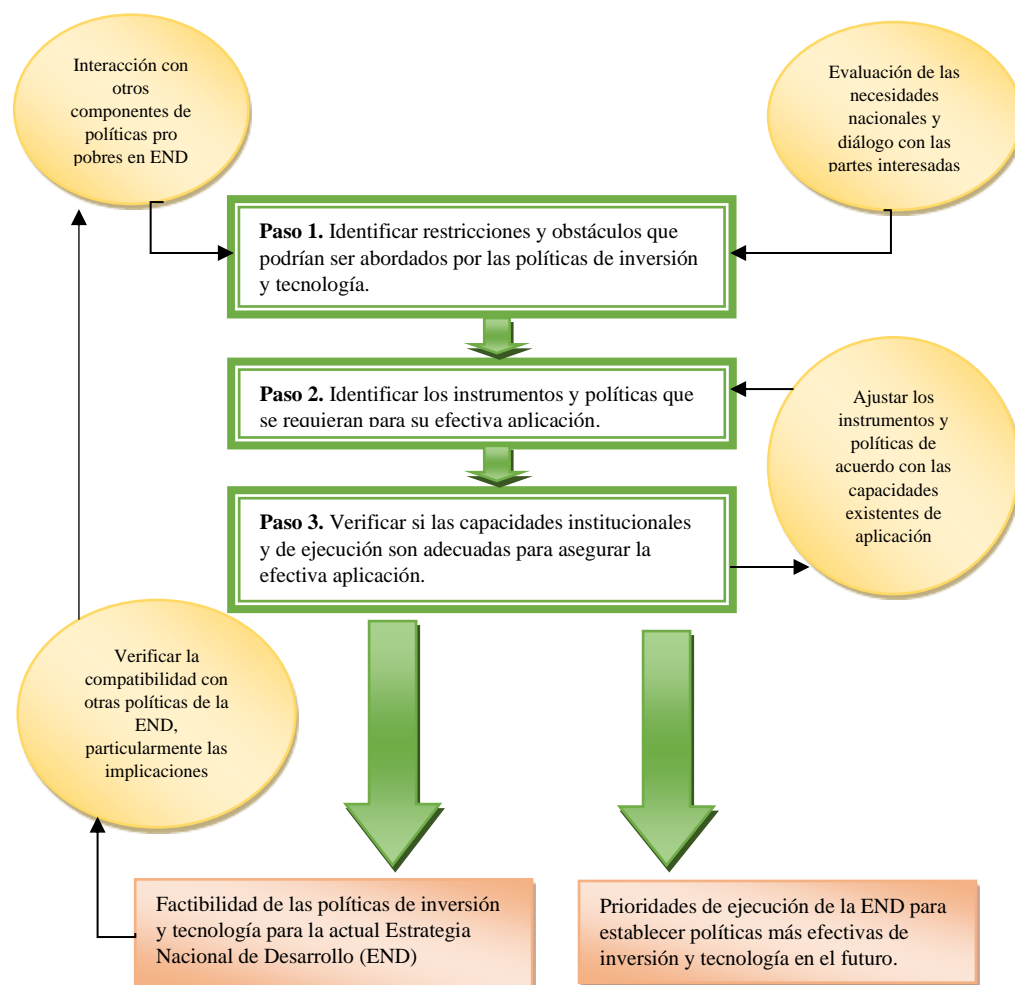


Figura 4. Ciclo para desarrollar políticas nacionales de inversión y tecnología

Fuente: Khan (2007, p. 10)

Elaborado por: Investigadora

Indicadores de I+D+i

Un indicador es un instrumento cualitativo o cuantitativo que especifica señales o evidencias de una situación con el fin de ofrecer información precisa, simple y sin ambigüedad, en efecto, proporciona una relación entre dos o más variables que se pretendan investigar (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2013). De la Vega (2010), plantea indicadores mediante sus manuales, mismos que algunos países de América Latina han considerado para medir sus capacidades y competencias de I+D+i, además, se están estimando nuevas familias de indicadores que posibilitan tomar en cuenta variables que no pueden ser medidas por los manuales.

Tabla 4. Indicadores de la I+D+i en base a los manuales metodológicos de la OCDE

Medición de las actividades científicas y tecnológicas	
I+D	Manual de Frascati: propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. Estadísticas de I+D y medidas de output en el sector enseñanza superior
Balanza de pagos por tecnología	Manual para la medida e interpretación de la balanza de pagos tecnológicos – Manual BPT
Innovación	Directrices propuestas para la recogida y la interpretación de los datos sobre innovación tecnológica –Manual de Oslo
Patentes	Uso de los datos de patentes como indicadores de ciencia y tecnología – Manual de Patentes
Personal de ciencia y tecnología	Manual sobre la medida de los recursos humanos dedicados a la ciencia y la tecnología – Manual de Canberra
Otras obras metodológicas para medir la ciencia y la tecnología	
Alta tecnología	Revisión de la clasificación de sectores y de productos de alta tecnología
Bibliometría	Recomendaciones para el uso de indicadores bibliométricos y análisis de los sistemas de investigación: métodos y ejemplos, por Yoshiko Okubo
Globalización	Manual de indicadores de globalización económica
Otras obras estadísticas aplicables de la OCDE	

Estadísticas de enseñanza	Manual de estadísticas comparativas de educación
Clasificación de la enseñanza	Clasificación de los sistemas de educación. Manual de utilización de la ISCED-97 en los países de la OCDE
Estadística de formación	Manual del mejor método para la recogida de estadística de formación – conceptos, medida y encuestas

Fuente: De la Vega (2010, p. 16)

Elaborado por: Investigadora

2.2 Preguntas de investigación

¿Qué factores de I+D+i son decisivos para el crecimiento endógeno de una nación?

¿Invertir en I+D+i fortalecerá el desarrollo económico de los países?

¿Cuáles son las políticas en I+D+i viables para el crecimiento de un país?

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Recolección de la información

Población

Este elemento es indispensable para dar forma a la investigación. En palabras de Jany (1994), citado por Bernal (2010), la población es la “totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea realiza inferencia”(p. 160). En efecto, en la presente investigación la población lo constituyen los diez países de Sudamérica, pues con el paso de los años estos países han optado por una apertura hacia la inversión en I+D+i, para afirmar lo dicho, se contrastó con datos del Banco Mundial, Webometrics, Scimago Journal & Country Rank (SJR), World Intellectual Property Organization (WIPO).

Unidad de análisis

En una investigación es necesario determinar la unidad de análisis en la que se enfoca dicho estudio. “La unidad de análisis indica quiénes serán medidos, es decir, los participantes o casos a quienes en última instancia se aplica el instrumento de medición” (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 183). En este marco, la unidad de análisis para el presente estudio fueron las variables que se estableció respecto a los diez principales países de Sudamérica, debido a que, por falta de información respecto a las estadísticas sobre las variables de análisis y el período establecido, los países de Guyana y Surinam serán omitidos en la investigación.

Tabla 5. Unidad de análisis

País		Variable	Período
Argentina	N_1	Universidades	Hasta julio del 2021
Bolivia	N_2	%Producción	2000-2020
Brasil		científica frente al	
Chile		mundo	

Colombia	N_3	%Producción científica frente a Latinoamérica	2000-2020
Ecuador			
Paraguay			
Perú	N_4	%Producción científica frente a Iberoamérica	2000-2020
Uruguay			
Venezuela			
	N_5	Artículos	2000-2020
	N_6	Citas	2000-2020
	N_7	Índice H	2000-2020
	N_8	PIB	2000-2020
	N_9	Formación bruta de capital fijo (FBKF)	2000-2020
	N_{10}	Población activa (PEA)	2000-2020
	N_{11}	Gasto en I+D (% del PIB)	2000-2018
	N_{12}	Exportación de productos de alta tecnología (% de las exportaciones de los productos manufacturados)	2007-2019
	N_{13}	Patentes solicitadas de residentes	2000-2020
	N_{14}	Patentes concedidas de residentes	2000-2020

Elaborado por: Investigadora

Fuentes secundarias

El presente estudio empleó solo fuentes secundarias, debido a que se basa en información documental, es decir, obtenida a través de instituciones o terceras personas. Así, Arias

Odón (2012), determina a la investigación documental como un proceso que se apoya en la recuperación, búsqueda, crítica, interpretación y análisis de datos secundarios, en otras palabras, los que se obtienen mediante otros investigadores en fuentes documentales: audiovisuales, electrónicas o impresas. Dicho esto, la información se obtuvo a través de fuentes oficiales, las mismas que para este estudio son:

1. Fuente de información oficial Banco Mundial: en donde se obtuvieron: gasto en I+D (% del PIB), formación bruta de capital fijo (FBKF), PIB, exportación de productos de alta tecnología (% de las exportaciones de los productos manufacturados), población activa (PEA) cuyos datos están disponible en la siguiente dirección <https://datos.bancomundial.org/> (Banco Mundial, 2021a).

2. Fuente de información oficial Webometrics: de esta fuente se recabaron datos para conocer el número y posicionamiento de las universidades por países de Sudamérica mismos que están disponibles en la siguiente dirección <https://www.webometrics.info/es> (Webometrics.info, 2021).

3. Fuente de información oficial Scimago Journal & Country Rank (SJR): de esta fuente se extrajeron bases de datos acumulados para la producción científica que ha tenido cada uno de los países de Sudamérica en términos de: número de artículos (publicaciones), número de citas, índice H, producción científica en porcentaje de cada país sudamericano respecto al mundo, Iberoamérica y Latinoamérica, se obtuvo de la siguiente dirección <https://www.scimagojr.com/countryrank.php> (Scimago Journal & Country Rank, 2021).

4. Fuente de información oficial World Intellectual Property Organization (WIPO): esta fuente proporciona información sobre modelos de utilidad, patentes, diseños industriales y marcas, abarcando diferentes medidas respecto a la propiedad intelectual. En efecto, de esta fuente se sustrajo la base de datos sobre patentes solicitadas y concedidas de residentes respectivamente, mismas que están disponibles en la siguiente dirección <https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent> (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI], 2021).

Instrumentos

Una vez que se determinaron que los datos son de tipo cuantitativos, se procede a explicar el procedimiento de recolección de estos, mismos que se recogieron mediante un instrumento, un método y una técnica. El instrumento de medición es un recurso que sirve para registrar datos o información sobre las variables estudiadas y que son recolectadas por el investigador (Hernández Sampieri et al., 2014). En primera instancia, el instrumento a utilizarse será la ficha de observación estructurada, donde se recolectaron las bases de datos proporcionadas por fuentes oficiales y posteriormente fueron registrados y ordenados para el respectivo análisis, mismo que se puede visualizar en el ANEXO 1.

Métodos

Del mismo modo, se determina el método, es decir, mediante el cual se estableció un proceso sistemático para lograr el cumplimiento de los objetivos de la investigación. No obstante, para efectos del presente estudio, y siguiendo a Bunge (1979), citado por Bernal (2010), el método científico es un conjunto de procedimientos que, apoyándose en técnicas o instrumentos indispensables, analiza y resuelve problemas investigativos. En efecto, se utilizó dicho método, debido a que, a través de la información recolectada se pretende explicar el comportamiento de los factores de la inversión en I+D+i y el crecimiento endógeno con la finalidad de proporcionar información clara, precisa y veraz para futuras investigaciones.

Por consiguiente, se utilizó el método analítico-sintético, este proceso se encarga de investigar los hechos, empezando por la separación del objeto de estudio en cada parte para investigarlas de manera individual (análisis), y posteriormente se incorporan las partes separadas para investigarlas de forma integral o global (síntesis) (Bernal, 2010). Por ello, la presente investigación, en primer lugar, se analizó de manera individual cada variable que compone la inversión en I+D+i y el crecimiento endógeno para observar sus efectos, aplicando análisis estadísticos y luego se realizó un estudio integrando a todas las variables para determinar su relación, a través de análisis econométricos.

Técnica

Para el cumplimiento del primer objetivo se utilizó la técnica de la estadística descriptiva. Es aquella que permite analizar un conjunto de datos de los que se extrae conclusiones válidas y comprobadas mediante el resultado de dicho análisis (Salazar P. & Del Castillo G., 2018). Para esto, se contó con las variables obtenidas de cada país y con su respectivo período.

Para el segundo objetivo se ejecutó la técnica de ANOVA, análisis de conglomerados (clústers) y ratios para dar un mejor soporte a los resultados. El análisis de varianza simple (ANOVA) es una técnica que se usa para determinar si diferentes muestras de ciertas poblaciones poseen de una media parecida y poder compararlas (Pérez, 2004). Asimismo, la segunda técnica son los conglomerados, es un método estadístico multivariante que permite la clasificación de datos disponibles, partiendo de una matriz de casos-variables, tratando de ubicar los casos en grupos homogéneos (conglomerados o clústeres), de esta manera, los individuos que son similares se agrupan en un solo grupo, mientras que los que poseen de características distintas se colocan en clústeres distintos (Pérez, 2004, p. 14). Y la técnica de los ratios, esta presenta la relación entre dos números y con el análisis se puede ayudar a medir la rentabilidad de inversiones (Aching Guzmán, 2005). Así, se verificó los grupos existentes entre variables y países que son el objeto de investigación.

Finalmente, para el tercer objetivo se trabajó mediante la técnica de datos en panel. Esta establece un modelo particular de muestras siguiendo el comportamiento de un determinado número de individuos o agentes económicos por medio del tiempo, de tal manera, el investigador puede precisar un modelo con datos de sección cruzada o corte transversal que se consiguen cuando se examinan los agentes económicos en un momento del tiempo (Moral Arce y Pérez López, 2019). En consecuencia, los datos extraídos sobre las variables determinantes de la inversión en I+D+i y el crecimiento endógeno (PIB) fueron observados a lo largo del período establecido para observar si tienen una relación significativa.

3.2 Tratamiento de la información

Con la información obtenida se realizó el respectivo tratamiento, sabiendo que se trabajó con datos cuantitativos, para el cumplimiento y demostración de los objetivos planteados en la investigación, bajo esta aclaración se aplicó una investigación descriptiva y correlacional.

Investigación descriptiva

En primer lugar, y para el cumplimiento del primer objetivo, se procedió a analizar el comportamiento detallado de cada variable que integra la inversión en I+D+i y el PIB (crecimiento endógeno), respecto a cada país, mediante gráficas lineales y de barras de categorías arbitrarias, con el uso del software estadístico Excel. De las cuales se realizó gráficas combinadas en base a las variables que se encuentran explicadas entre ellas, e individuales. Entonces, en el eje de las abscisas (Y) estuvieron los países y en el eje de las ordenadas (X) la medición de cada variable ya sea en dólares, números o porcentajes. Además, se ejecutó un análisis de medidas de tendencia central y de dispersión de manera conjunta, tomando toda la información de las variables de los diez países sin restricción.

Para cumplir el segundo objetivo, se estudió el comportamiento en conjunto de las múltiples variables presentadas, con la finalidad de llegar a un análisis estadístico más detallado, por lo tanto, se aplicará un análisis multivariante, con el uso del software SPSS. Según Pérez (2004) las variables usadas en un estudio pueden ser cualitativas, cuantitativas o las dos, teniendo como objetivo principal, explicar la relación que existe entre la variación. Para el desarrollo de este análisis existen varios métodos, que dependen del objetivo científico planteado por el investigador y de los datos que este posea, del mismo modo, si el objetivo no enfatiza ninguna variable como dependiente (método de interdependencia), puede recurrir a la técnica multivariante descriptiva y si existe una variable específica dependiente (método de dependencia), se puede utilizar la técnica multivariante explicativa (Pérez, 2004). A continuación, se puede observar la clasificación de los métodos multivariantes:

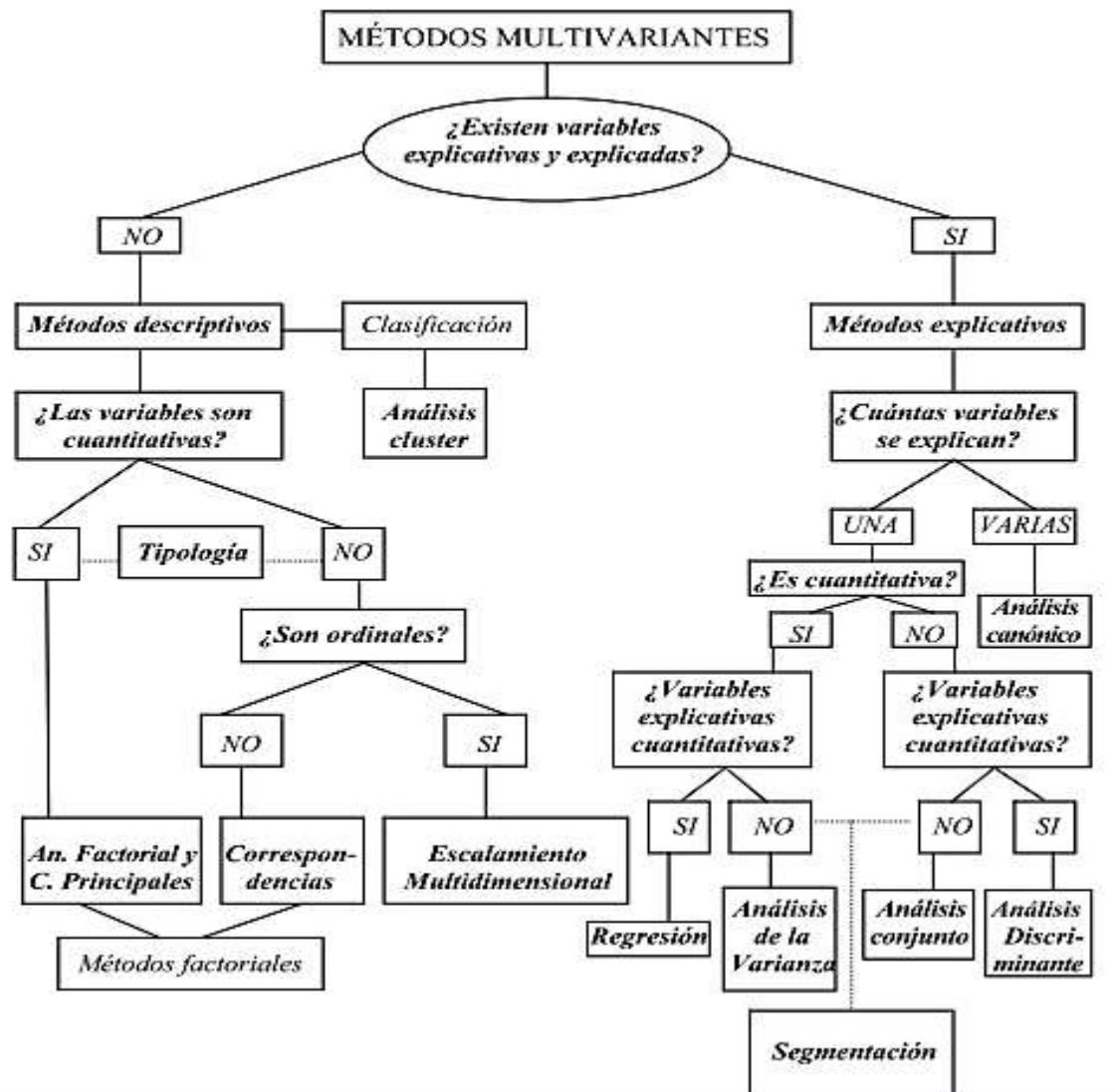


Figura 5. Clasificación de las técnicas de análisis multivariante
Fuente: Pérez (2004, p. 3)

En efecto, para esta investigación se tomaron dos métodos: método descriptivo y explicativo; debido a que se realizó un análisis profundo del comportamiento de las variables. En primer lugar, se empleó el método explicativo, mediante una comprobación estadística con un ANOVA de las variables: gasto en I+D (% del PIB), artículos, citas, producción científica frente al mundo, producción científica frente a Latinoamérica, producción científica frente a Iberoamérica, PEA, PIB, formación bruta de capital fijo, exportación de productos de alta tecnología, patentes solicitadas y patentes concedidas, exceptuando a las variables: índice H y universidades, debido a que no tienen tanta volatilidad en cuanto a los años. Luego, se aplicó la prueba de Diferencia Significativa

Honesta de Tukey (HSD) que se encarga de comparar todos los pares posibles de medias, y toma como base una distribución de rango estudentizado, parecida a la distribución t , de la prueba de t , además, conserva los datos en muestras desiguales (López-Roldán & Fachelli, 2015).

En segundo lugar, se desarrolló el método descriptivo, a través de dendrogramas, con la aplicación de la técnica de conglomerados jerárquicos para comprobar si existen clústeres o agrupaciones entre los países y las variables estudiadas, teniendo en cuenta que no se utilizó en este análisis el país de Venezuela, debido a la carencia de datos. Para ello, es necesario tener en cuenta tres decisiones: elegir las variables más relevantes para reconocer a los grupos, seleccionar la medida de semejanza entre las variables y elegir el criterio para asociar a las variables en conglomerados, de acuerdo con el objetivo de estudio (Pérez, 2004). Entonces, se eligió las variables más relevantes a través de la correlación de Pearson, debido a que las variables son numéricas, esto ayudará a observar cuan ajustadas y correlacionadas están las variables para ir al siguiente paso.

Para seleccionar la medida de semejanza entre las variables, se estableció como primer punto, la distancia. Este valor que se obtiene aplicando medida de distancia es tanto mayor cuanto más alejados están las variables entre las que se mide (Pérez, 2004). Para el presente estudio se trabajó con la distancia euclídea, debido a que Pérez (2004), plantea que se debe usar esta distancia para variables cuantitativas, mediante la siguiente fórmula (p. 220):

$$d_{ii'}^2 = \sum_{j=1}^p (X_{ij} - X_{i'j})^2 \quad [1]$$

La distancia euclídea elevada al cuadrado se mide a través de la suma de las diferencias del cuadrado de los valores de cada variable en los dos individuos. Donde: i e i' son dos individuos en los que se ha medido p variables, estos individuos están representados por los valores que se toma para el conjunto de variables X_i y $X_{i'}$, teniendo en cuenta que si existe una distancia pequeña entre el conjunto de variables que toman los individuos, dará como resultado una semejanza entre dichos individuos (Pérez, 2004, p. 220). Del mismo modo, matemáticamente se denomina distancia entre dos puntos A y B, en donde se verifiquen los siguientes axiomas (Pérez, 2004, p. 419):

1. $d(A, B) \geq 0$ y $d(A, A) = 0$
2. $d(A, B) = d(B, A)$
3. $d(A, B) \leq d(A, C) + d(C, B)$

Entonces, de manera deducida la distancia euclídea se define así:

$$d(A, B) = \sqrt{\sum_i (A_i - B_i)^2} \quad [2]$$

Además, el algoritmo para la formación de grupos fue el método jerárquico ascendente de Ward (mínima varianza) creado en 1963. Se basa en un procedimiento sucesivo de añadidura de unidades o grupos de modo que en cada etapa se enlacen aquellos elementos que contengan una mínima pérdida de varianza, en otras palabras, señala que la variabilidad interna del grupo será casi nula, por lo cual, serán los casos más homogéneos, teniendo en cuenta además que este método utiliza la distancia cuadrática euclidiana (López-Roldán & Fachelli, 2015). Según Pérez (2004) la aplicación del método de Ward sigue este procedimiento:

1. Realiza un cálculo de las medias de todas las variables de cada clúster conformado.
2. Ejecuta un cálculo de distancia euclidiana al cuadrado entre cada caso y la media del grupo al que pertenece.
3. Finalmente se efectúa una suma de las distancias de todos los casos.

Para un análisis más profundo, se llevó a cabo el cálculo de indicadores que posibiliten realizar comparaciones absolutas y relativas entre los países para cuatro variables del estudio, mismas que enfatizan la inversión en investigación, inversión en desarrollo, inversión en innovación y el PIB. A partir de esto, se ocupó la metodología de ratios, que permitió realizar cuadros comparativos, teniendo en cuenta que, para el cálculo de cada ratio, se trabajó con los promedios del período que dispone cada variable y cada país, consecuentemente se basa en los siguientes modelos matemáticos:

✓ Índice H

$$Ratio_{\text{índice H}} = \frac{\text{índice H Países A}}{\text{índice H Países B}} \quad [3]$$

- ✓ Gasto en I+D (% PIB),

$$Ratio_{\%PIB(I+D)} = \frac{\%PIB(I+D) \text{ PaísA}}{\%PIB(I+D) \text{ PaísB}} \quad [4]$$

- ✓ Exportación de productos de alta tecnología

$$Ratio_{Exp.(prod. alta. tecn.)} = \frac{Exp.(prod. alta. tecn.) \text{ PaísA}}{Exp.(prod. alta. tecn.) \text{ PaísB}} \quad [5]$$

- ✓ PIB

$$Ratio_{PIB} = \frac{PIB \text{ PaísA}}{PIB \text{ PaísB}} \quad [6]$$

Investigación correlacional

Para el cumplimiento del tercer objetivo del estudio, sabiendo que se usaron datos de panel y se utilizó el software gretl, se procedió a desarrollar un análisis multivariante econométrico. En primera instancia, se aplicó un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) combinados, cabe recalcar que no se tomó en cuenta las variables índice H, ni el número de universidades, por la falta de volatilidad, además, de países como Venezuela y Bolivia por los escasos de datos en las mismas. Una vez realizado esto, se excluyó aquellas variables que no eran significativas en el modelo y se contrastó el cumplimiento de los supuestos básicos de la econometría que más adelante serán explicados. Para tener un mejor resultado se aplicó logaritmos a las variables que presentan significancia, puesto que estas no cuentan con la misma unidad de medida y esto ayudó al modelo a dar más veracidad y cumplimiento óptimo de los supuestos.

El siguiente paso y partiendo de esto se buscó un modelo aún mejor. Por lo que se determinó el estimador más apto, ya sea de efectos aleatorios (MCG-MEA) o fijos (MEF). El de efectos aleatorios, es aquel que presume que i es una variable que no se observa independiente de x_{it} y, por lo tanto, hace parte del término de error compuesto, este modelo es adecuado usar en muestras grandes (Perrazi & Merli, 2013). Por otro lado, el de efectos fijos (MEF); este afirma que las diferencias que presentan los individuos

pueden capturarse por medio de diferencias en el término que permanece constante (Perrazi & Merli, 2013). En efecto, para decidir cuál es el modelo más eficiente se lo realiza mediante el test de Hausman, mismo que se encarga de probar la perpendicularidad de los efectos aleatorios. En este sentido, la hipótesis nula afirma que los estimadores son consistentes, es decir, que si se tiene un valor mayor a 0,05 es mejor trabajar con un MCG que con un MEF.

Partiendo de esto, y para contrastar las variables utilizadas junto con la teoría, el presente estudio se basó en la investigación de Marroquín Arreola y Ríos Bolívar (2012, p. 19) quienes plantean un modelo de crecimiento endógeno basado en I+D propuesto por Romer en 1990, que consta de tres supuestos: a) el crecimiento es fomentado por el cambio tecnológico; b) el accionar de la gente que responde a incentivos del mercado causa el cambio tecnológico; c) el diseño que se usa en inventar nuevas patentes no son rivales. Además, el modelo consta de tres sectores: el de bienes intermedios, de investigación y desarrollo y de producción final que se basa en la función de Cobb-Douglas, como se muestra a continuación:

$$Y(H, L, x) = H^\alpha L^\beta \int_0^\infty x(i)^{1-\alpha-\beta} di \quad [7]$$

En donde, H=capital humano, L=trabajo y x=bienes duraderos. El equilibrio se basa en la suposición de que cualquier persona que este envuelto en la investigación posee de un libre acceso al stock de conocimientos. Así, el resultado de cada investigador j es HAI, en donde la suma de todas las personas dedicadas a la investigación y el origen de nuevos diseños en el sector de I+D, proponen la siguiente ecuación:

$$\dot{A} = H^\theta A^\delta I^\gamma \quad [8]$$

Donde, \dot{A} =variación del flujo de innovación y está en función de variables independientes: (H) capital humano total en I+D; (A) stock de conocimientos; (I) la inversión en recursos de capital de un nivel elevado agregado.

Conforme a un sistema de cuentas nacionales, Romer limita la medida de contabilidad respecto al capital total:

$$\dot{K}_t = Y_t - C_t \quad [9]$$

En la que C_t =consumo agregado en el tiempo t, Y_t =producto, \dot{K}_t =variación de capital. Puesto que toma a η unidades para la creación de un nuevo producto, K esta asociada con bienes durables que se usan en la producción, conforme a la siguiente regla:

$$K = \eta \sum_{i=1}^n x_i \quad [10]$$

Finalmente se sustituye en la ecuación de producción de Cobb-Douglas, obteniéndose como resultado la función final de producción de Romer:

$$Y(H, L, x) = (HA)^\alpha (LA)^\beta (K)^{1-\alpha-\beta} \eta^{\alpha+\beta-1} \quad [11]$$

Los rendimientos marginales crecientes a escala se manifiestan en el sector de producción final como en el de investigación y desarrollo, porque los dos sectores utilizan como un insumo el stock de conocimientos (A no rival). Se puede decir que este modelo ayuda a que los países alcancen su crecimiento económico.

Además, se apoyó en la investigación de Rendón Ochoa (2014), quien propone el siguiente modelo de regresión múltiple para el análisis de panel de datos:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \mu_{it} \sim N(0, \sigma_u^2), \mu_{it} = \mu_i + v_{it} \quad [12]$$

Donde:

$i = individuos$

$t = tiempo$

$Y_{it} = variable dependiente$

α_{it}

= representa heterogeneidad entre los individuos y por variables no observadas

$X_{1it} X_{2it} X_{kit} = variables independientes$

$\beta_1 \beta_2 \beta_k = coeficientes estimados$

$\mu = incorpora efectos fijos observados entre las características de los países$

$E(\mu_i) = 0$ y posee de una varianza constante

Validación de los resultados

Para la confiabilidad y precisión de un modelo clásico de regresión lineal (MCRL) cumpla con que sea estadísticamente lineal e insesgado, debe cumplir algunos supuestos y contrastes.

Entre los supuestos planteados por Gauss en base a la teoría econométrica, citado por Gujarati y Porter (2009), son:

1. El modelo de regresión debe ser lineal en los parámetros sin importar que no sea lineal en las variables.
2. Los valores que tomen las variables X_i deben estar fijas o independientes del término de error μ_i .
3. El valor medio del error μ_i debe ser igual a cero.
4. La varianza del error μ_i debe ser constante, es decir, debe tener homoscedasticidad.
5. No debe existir autocorrelación entre las perturbaciones.
6. La cantidad de observaciones n , debe ser mayor que la cantidad de parámetros por estimar.
7. Posee de naturaleza en las variables X_i , es decir, los valores de X_i deben ser positivos sin importar si son iguales o no, del mismo modo, no debe existir valores atípicos respecto a la variable X_i .
8. Multicolinealidad

Así pues, los supuestos que comúnmente aparecieron en el modelo y para verificar el cumplimiento de estos, se tomó en cuenta lo siguiente:

- Contraste de normalidad en los residuos

Se debe cumplir que los residuos estén distribuidos normalmente, es decir, que una variable aleatoria constante se ajusta a una función dependiente de la varianza y la media (Gujarati & Porter, 2009).

$H_0 = \text{Existe normalidad en los residuos}$

$H_1 = \text{No existe normalidad en los residuos}$

- Contraste de Heteroscedasticidad

Un buen modelo estimado debe cumplir con el parámetro de que tenga homoscedasticidad, es decir, que los errores μ_i tengan una varianza igual $E(\mu_i^2 = \sigma^2)$. En efecto, mediante el test de White si el $p > 0,05$ presenta homoscedasticidad y si $p < 0,05$ presenta heteroscedasticidad (Gujarati & Porter, 2009).

$H_0 = \text{Homoscedasticidad}$

$H_1 = \text{Heteroscedasticidad}$

- Contraste de Autocorrelación

La autocorrelación es la covarianza que se presenta entre los individuos de series observadas en el tiempo, se presentan generalmente en datos de corte transversal; autocorrelación espacial, y en series de tiempo; correlación serial (Gujarati & Porter, 2009).

$H_0 = \text{No hay autocorrelación}$

$$E(\mu_i, \mu_j) = 0$$

$H_1 = \text{Hay autocorrelación}$

$$E(\mu_i, \mu_j) \neq 0$$

3.3 Operacionalización de las variables

Tabla 6. Operacionalización de la variable dependiente – crecimiento endógeno (PIB)

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento
El Producto Interno Bruto (PIB) muestra el valor final de la producción de bienes y servicios de un período determinado, considerando la producción de factores como capital (K) y trabajo (L), que se presentan en una economía (De Gregorio, 2012).	Producto Interno Bruto real	Producto Interno Bruto (US\$ a precios constantes del 2010)	¿Cuál es el producto interno bruto de cada país entre 2000-2020?	Ficha de observación estructurada

Elaborado por: Investigadora

Tabla 7. Operacionalización de la variable independiente – Inversión en I+D+i

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento
Son inversiones en actividades tecnológicas y científicas de un valor significativo debido a la creación de nuevos conocimientos , para el desarrollo de la sociedad, con el uso de nuevas	Gasto en I+D (% del PIB)	Porcentaje del Gasto en I+D respecto al PIB	¿Cuál es el gasto en I+D de cada país durante el período 2000-2018?	Ficha de observación estructurada
	Universidades	Número de universidades de cada país	¿Cuáles son las universidades que posee cada país hasta el 2021?	Ficha de observación estructurada
	Artículos	Número de artículos de cada país	¿Cuál es el número de artículos de cada país entre 2000-2020?	Ficha de observación estructurada

tecnologías y/o conocimiento tecnológico, o en el empleo de tecnologías o conocimientos ya existentes (Fuentes Pujol & Arguimbau Vivó, 2008), (Barba, 2011).	Citas	Número de citas de cada país	¿Cuál es el número de citas de cada país entre 2000-2020?	Ficha de observación estructurada
	Índice H	Número H de cada país	¿Cuál es el índice H de cada país entre 2000-2020?	Ficha de observación estructurada
	Producción científica frente al mundo	Porcentaje de producción científica frente al mundo	¿Cuál es la producción científica de cada país frente al mundo entre 2000-2020?	Ficha de observación estructurada
	Producción científica frente a América Latina	Porcentaje de producción científica frente a América Latina	¿Cuál es la producción científica de cada país frente a América Latina entre 2000-2020?	Ficha de observación estructurada
	Producción científica frente a Iberoamérica	Porcentaje de producción científica frente a Iberoamérica	¿Cuál es la producción científica de cada país frente a Iberoamérica entre 2000-2020?	Ficha de observación estructurada
	Patentes solicitadas	Número de patentes solicitadas de residentes de cada país	¿Cuál es el número de patentes que se solicita por país entre 2000-2020?	Ficha de observación estructurada
	Patentes concedidas	Número de patentes concedidas de residentes de cada país	¿Cuál es el número de patentes que se concede a cada país entre 2000-2020?	Ficha de observación estructurada

Población económicamente activa (PEA)	Número de personas que están en edad de trabajar posean o no de un empleo	¿Cuál es la población económicamente activa de cada país entre 2000-2020?	Ficha de observación estructurada
Formación bruta de capital fijo (FBKF)	Formación bruta de capital fijo (US\$ a precios constantes del 2010)	¿Cuál es la formación bruta de capital fijo de cada país entre 2000-2020?	Ficha de observación estructurada
Exportación de productos de alta tecnología	Porcentaje de exportaciones de productos de alta tecnología respecto a las exportaciones de productos manufacturados	¿Cuál es el porcentaje de exportación de productos de alta tecnología de cada país entre 2007-2019?	Ficha de observación estructurada

Elaborado por: Investigadora

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados y discusión

Comportamiento de las variables que intervienen en la inversión de I+D+i

En primera instancia, se procedió a analizar las variables con las que se trabajó en la presente investigación, para la comprobación del primer objetivo de estudio. En efecto, se realizó un estudio con estadística descriptiva; estadísticos de tendencia central, gráficas de barras y de líneas, sobre el comportamiento del número de universidades, producción científica frente al mundo, producción científica frente a Latinoamérica, producción científica frente a Iberoamérica, número de artículos, citas, índice H, Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF), Población Económicamente Activa (PEA), Producto Interno Bruto (PIB), gasto en I+D (% del PIB), exportaciones de productos de alta tecnología, patentes solicitadas y patentes concedidas. Consecuentemente, para una mejor comprensión del análisis los países se codificaron de la siguiente manera de acuerdo con el Banco Mundial:

Tabla 8. Codificación de los países

Nomenclatura	País
ARG	Argentina
BOL	Bolivia
BRA	Brasil
CHIL	Chile
COL	Colombia
ECU	Ecuador
PER	Perú
PRY	Paraguay
URY	Uruguay
VEN	Venezuela

Fuente: Banco Mundial

Elaborado por: Investigadora

Número de universidades

Para el análisis de la evolución del número de universidades, se ha considerado las universidades que están activas hasta julio del 2021.

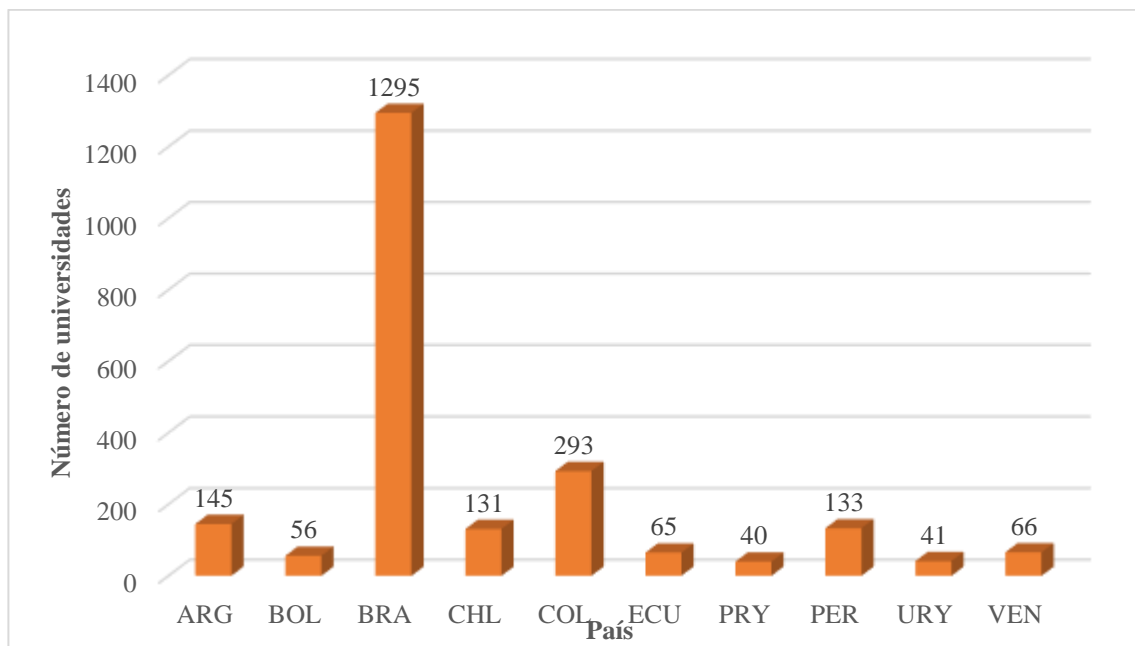


Figura 6. Número de universidades

Fuente: Webometrics.info (2021)

Elaborado por: Investigadora

Las universidades son un elemento esencial dentro de I+D+i, puesto que permiten la formación y el desarrollo de conocimiento intelectual. Como se observó en la figura 6 Brasil se posicionó en primer lugar en cuanto al número de universidades frente a los demás países, pues cuenta con 1.295 universidades activas. Con respecto a Argentina, Chile, Colombia y Perú tienen 145, 131, 293 y 133 universidades respectivamente, pero según el Banco Interamericano de Desarrollo (2010) solo Brasil, Argentina y Chile están dentro de las 500 mejores universidades a nivel mundial. Por otro lado, Ecuador solo posee 65, y el país con menos universidades es Paraguay con 40. En efecto, si un país carece de universidades de excelencia también carece de investigadores y conocimiento (Loor y Carriel, 2014).

Producción científica frente al mundo, Producción científica frente a Latinoamérica y Producción científica frente a Iberoamérica

La producción científica abarca actividades científicas y académicas de un investigador. Por ende, se realizó un análisis del comportamiento de la producción científica de cada país frente al mundo, a Latinoamérica y a Iberoamérica en el período de 2000-2020, utilizando su promedio, como se muestra a continuación:

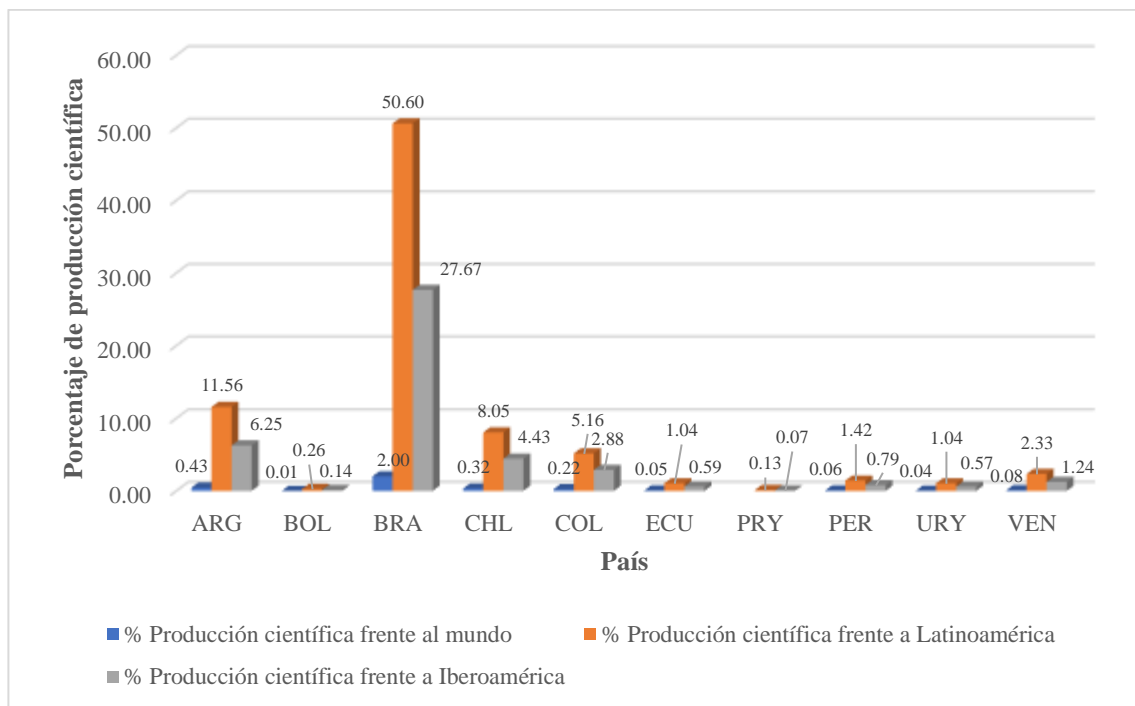


Figura 7. % de Producción científica frente al mundo, Latinoamérica e Iberoamérica

Fuente: Scimago Journal y Country Rank (2021)

Elaborado por: Investigadora

La producción científica frente a las demás regiones es un análisis interesante, debido a que se puede apreciar si los países sudamericanos son competitivos o no en su producción. Como se pudo observar en la figura 7 Brasil, Argentina, Chile y Colombia tienen la mayor productividad científica frente al mundo, a Latinoamérica y a Iberoamérica, mientras que los países con menor producción y menos competitivos son Bolivia, Ecuador, Perú, Uruguay y Venezuela. Además, se apreció que Paraguay no tiene una producción representativa frente al mundo. Aunque los porcentajes son pequeños, los países no quitan el interés en cuanto a esta disciplina pues están optando por potenciar su producción científica por medio de políticas.

Número de artículos y citas

Para dicho análisis se toma el promedio del período de estudio entre 2000-2020, como se muestra en la siguiente figura 8:

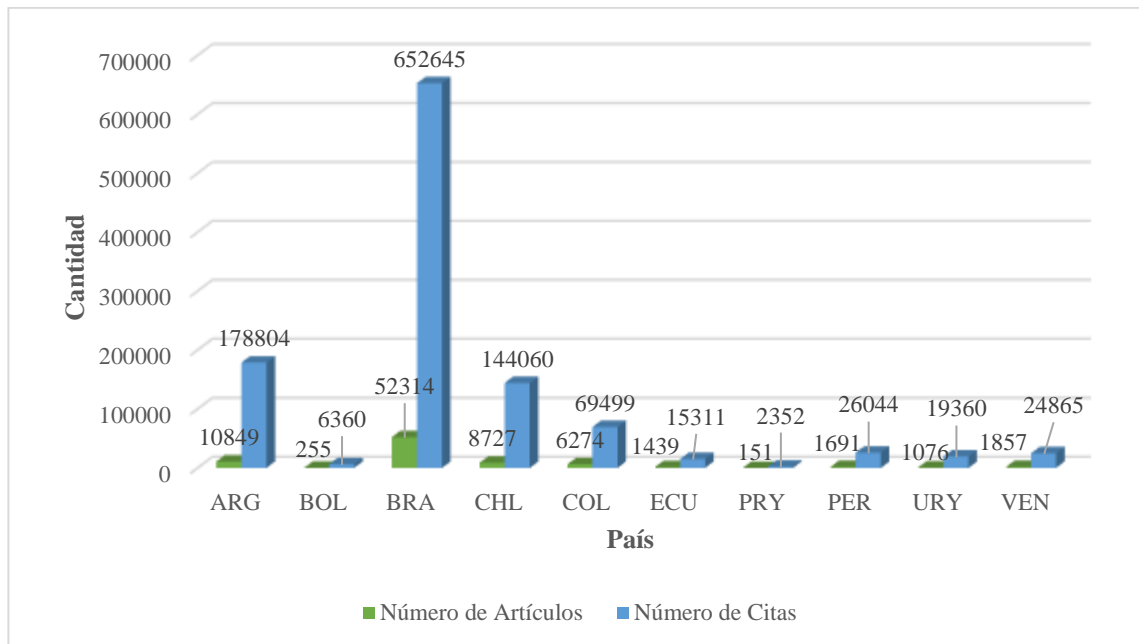


Figura 8. Número de artículos y citas
Fuente: Scimago Journal & Country Rank (2021)
Elaborado por: Investigadora

Las publicaciones que se realizan en un país son de vital importancia, debido a que a través de ellas se pueden medir las capacidades para desarrollar conocimientos, y las citas ayudan a verificar si esta publicación es visible hacia otros investigadores, elevando de esta manera su calidad (Loor y Carriel, 2014). Partiendo de esto, Brasil reflejó 652.645 publicaciones, de los cuales han sido citado 52.314 veces en comparación con países como Argentina, Chile y Colombia que las suyas están alrededor de 100.000 a 200.000 publicaciones y sus citas oscilan entre 6.000-10.000, por otro lado, Paraguay fue el país con menos promedio de artículos y citas, pues tan solo obtuvo 151 y 2352 respectivamente. Según Miguel (2011) la escasez en la calidad de las revistas dificulta que sean incluidas en bases de datos internacionales, causando invisibilidad y el uso de conocimientos generados.

Índice “H”

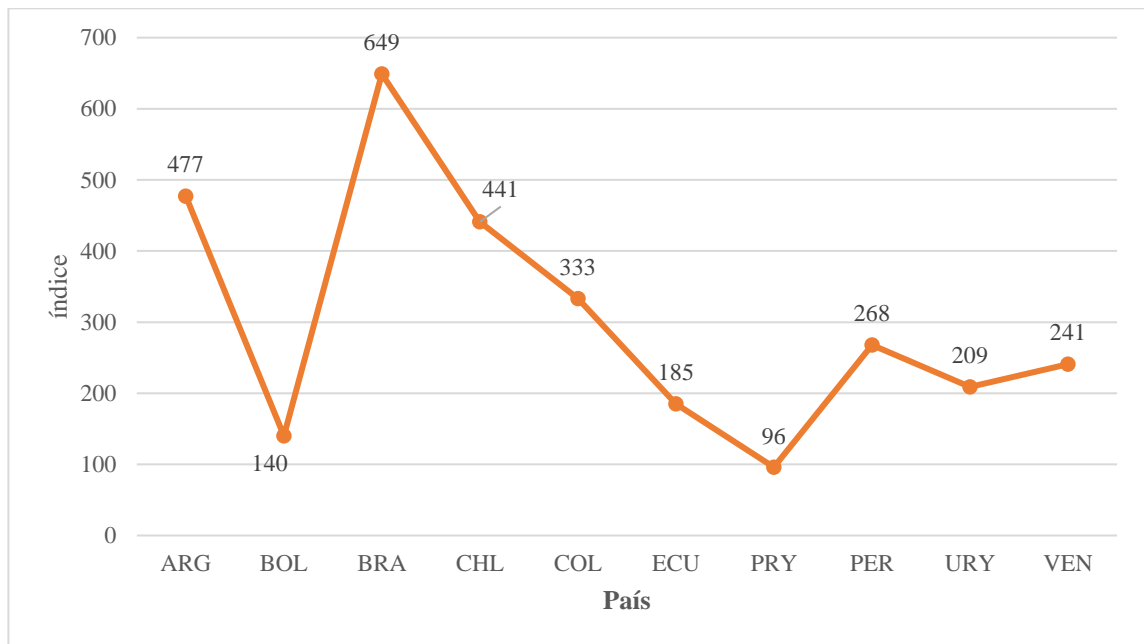


Figura 9. Índice H

Fuente: Scimago Journal & Country Rank (2021)

Elaborado por: Investigadora

El índice H es el número encargado de equiparar cuantitativamente las publicaciones de un autor o una revista y las citas que se han obtenido de las mismas. En la figura 9 se pudo apreciar el promedio del índice H entre el período de 2000-2020, en el cual se mostró que Brasil, Argentina y Chile son los países con un índice H elevado, pues al menos 649, 477 y 441 de artículos del investigador han sido citados 649, 477 y 441 veces cada uno, respectivamente para cada país, como se sabe estos países se han posicionado en cuanto a la producción científica entre los primeros. Del mismo modo, se pudo estimar que Paraguay tiene el índice H más pequeño, pues apenas 96 artículos han sido citados 96 veces cada uno, teniendo en cuenta que los datos analizados para cada país aún son carentes frente a países desarrollados. Un déficit en gestionar políticas de investigación en comunicación y en difusión de publicaciones en las instituciones en las que se encuentran los investigadores, ocasionan aspectos desfavorables en los datos (Túñez López y Pablos Coello, 2013).

Producto Interno Bruto (PIB) y Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF)

Para este análisis se realiza un promedio de los años entre 2000-2020, considerando que Venezuela no cuenta con datos, tanto para el PIB como para la FBKF, por lo que no se muestra en la figura 10.

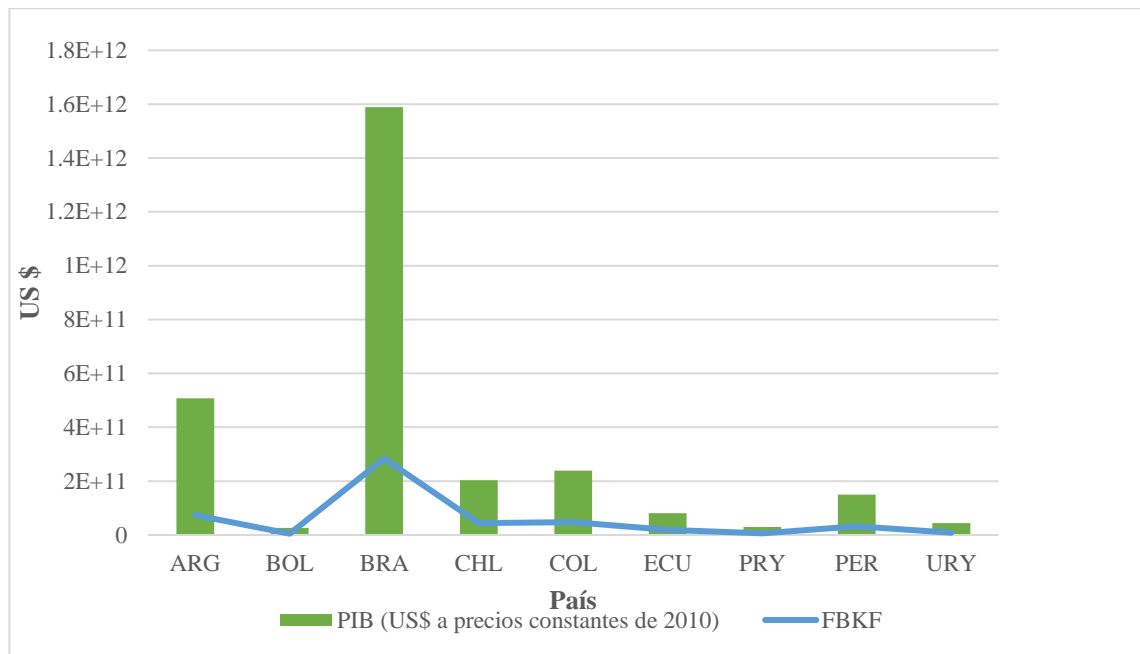


Figura 10. PIB y FBKF

Fuente: Banco Mundial (2021b) y Banco Mundial (2021a)

Elaborado por: Investigadora

La formación bruta de capital fijo (FBKF) es considerada como el motor del crecimiento económico (PIB), puesto que posibilita un incremento en la capacidad productiva de un país por diversos períodos (Cepeda Chacaguasay et al., 2016). Consecuentemente, como se apreció en la figura 10, el país con una buena productividad y crecimiento es Brasil con un PIB y una FBKF de US\$ 1.588.892.785.440 y US\$ 283.808.537.314,66 respectivamente, mientras que el país más escaso en productividad y crecimiento es Bolivia con un PIB de US\$ 26.534.795.676,91 y una FBKF de US\$ 4.854.427.136,59. En consecuencia, si un país invierte más en activos fijos, tendrá también un buen crecimiento económico.

Producto Interno Bruto (PIB) y PEA

Para este análisis se plantea el promedio de 2000-2020, excluyendo del mismo modo, a Venezuela puesto que no posee con datos de la población económicamente activa (PEA).

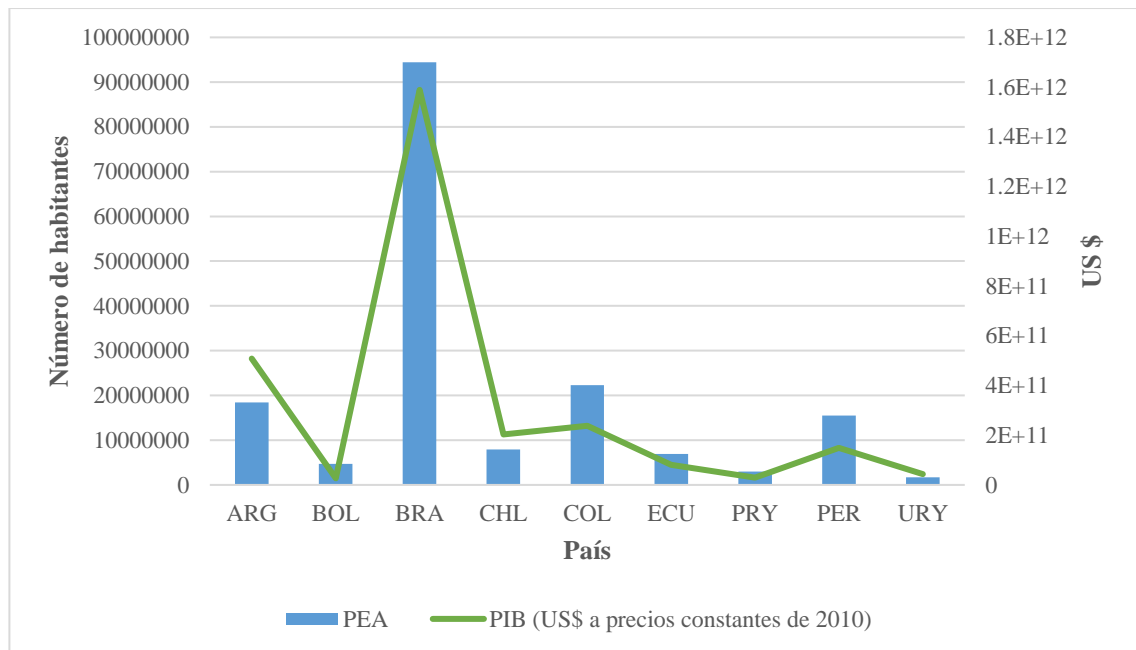


Figura 11. PIB y PEA

Fuente: Banco Mundial (2021b) y Banco Mundial (2021d)

Elaborado por: Investigadora

Es importante comparar estas dos variables debido a su incidencia directa, pues, un mayor crecimiento en la PEA requiere también un aumento en el PIB (Peralta Solorio, 2016). Entonces, se observó en la gráfica 11 que los países que poseen estos estándares son Argentina, Chile y Uruguay pues tienen un crecimiento económico de US\$ 507.994.135.302,2, US\$ 202.957.937.228,65 y US\$ 43.665.012.629,91 mayor que la población económicamente activa, mientras que Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Paraguay y Perú, tienen una sobrepoblación económicamente activa. Como resultado de esto, se da un alto índice de desempleo.

Gasto en I+D (% del PIB) y Exportación de productos de alta tecnología

Dado que la fuente oficial en la que se basó esta investigación no posee datos completos de estas variables, se trabajó únicamente con el promedio de cada país en un período de 12 años, como se muestra en la figura 12:

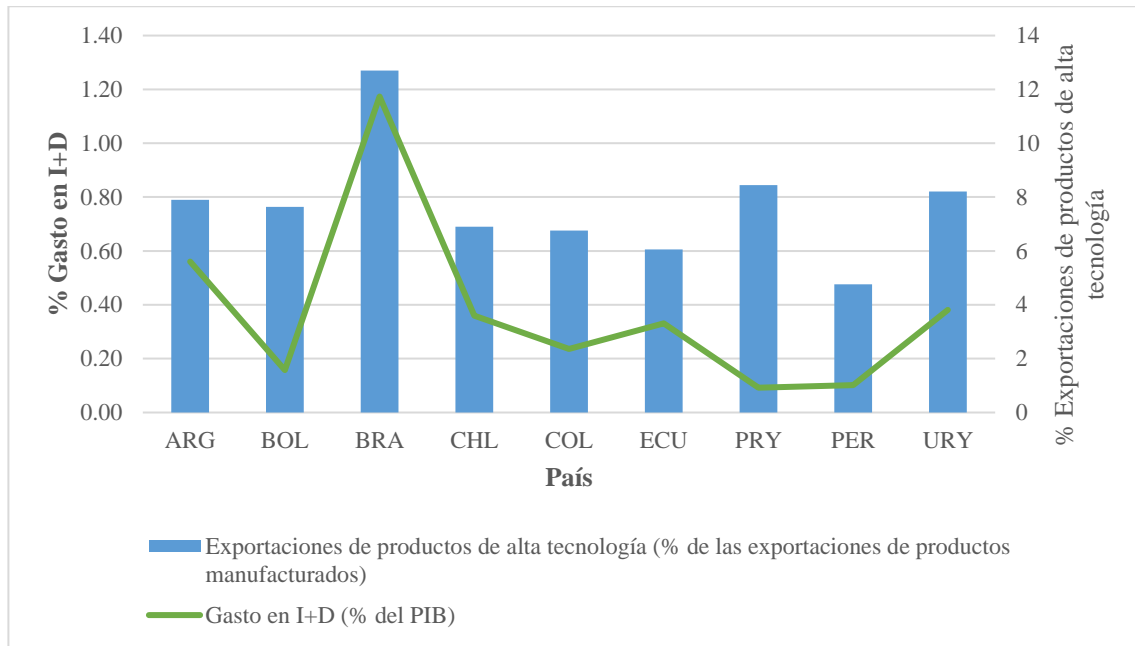


Figura 12. Gasto en I+D (% del PIB) y Exportación de productos de alta tecnología (% de las exportaciones de productos manufacturados)

Fuente: Banco Mundial (Banco Mundial, 2021d) y Banco Mundial (2021a)

Elaborado por: Investigadora

Es evidente que el gasto en I+D (% del PIB) por parte de los gobiernos en los países estudiados son poco focalizados, esta es la principal causa de datos inexistentes, asimismo, la exportación de productos de alta tecnología, sabiendo que son aquellos que se forman en base del conocimiento generados por la investigación. En efecto, como se observó en la figura 12 el país con mayor inversión en I+D y exportación de productos de alta tecnología es Brasil con 1,17% y 12,70% respectivamente, esto sucede debido a que implantó fondos sectoriales en ciencia y tecnología, ley de innovación; que incita a la investigación en el sector privado, y la ley del bien; que establece subsidios fiscales a empresas que deseen emplear I+D (Silva y Vera, 2012). Por otra parte, el país que menos invierte es Paraguay con un promedio de 0,08%, debido a que según la UNESCO (2018)

las políticas enfocadas a I+D son ejecutadas entre los años 2017-2030 explícitas en el Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030.

Paraguay, sin embargo, fue el segundo país con mayor exportación de productos en alta tecnología teniendo un promedio de 8,45%, 0,31% más que Argentina, esto se debe a los Tratados de libre comercio (TLC) que ha hecho Paraguay. Mientras que Argentina no se incorpora a estos acuerdos comerciales, porque no quiere un tratado que permita introducir derechos de propiedad intelectual y compras públicas, a menos que este disminuya subsidios agrícolas. En otra instancia, Ecuador invirtió 0,24%, y exportó 6,06% durante el período de estudio, debido a que no cuenta con políticas específicas y definidas (Loor y Carriel, 2014). En definitiva, estos resultados reflejan que la escases en los riesgos proteccionistas y el gasto en I+D generan una amenaza en la innovación (OCDE, 2016).

Patentes solicitadas y patentes concedidas

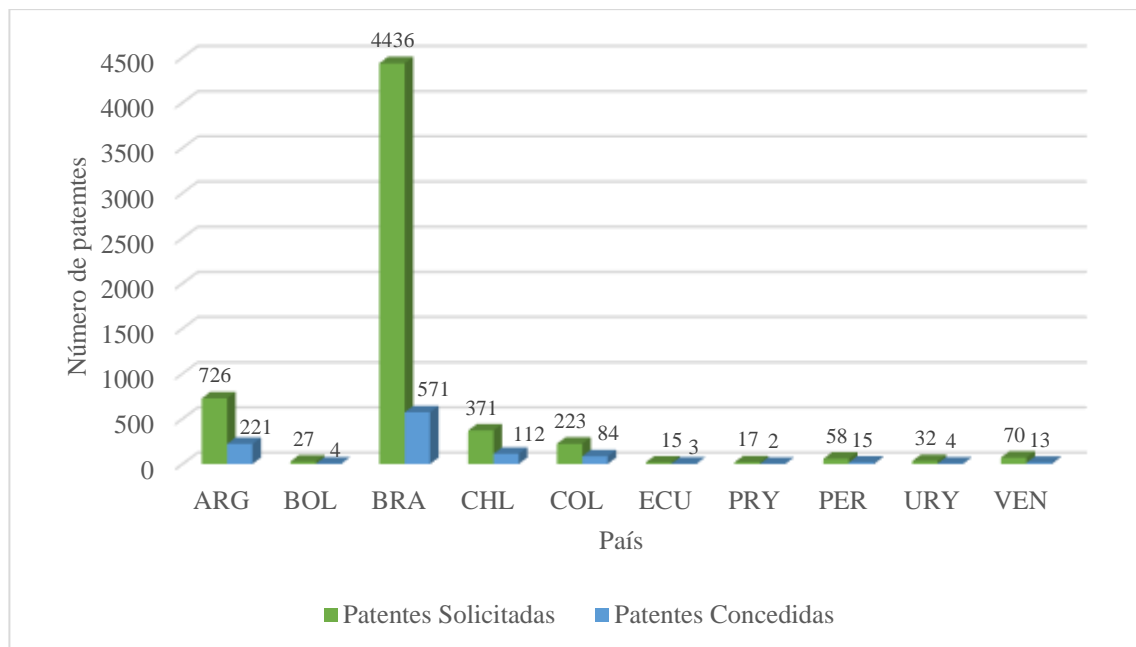


Figura 13. Patentes solicitadas y concedidas

Fuente: Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI](2021)

Elaborado por: Investigadora

La patente es un factor sustancial dentro del estudio, pues son las encargadas de medir el grado de innovación y de ellas se parte para obtener un crecimiento en la competitividad

de la nación. De modo que es indispensable su análisis, se tomó como referencia el promedio de 10 años entre el período de 2000-2020, como se apreció en la figura 13, los países con el promedio de patentes más solicitadas son Brasil seguido de Argentina pues han requerido alrededor de 4436 y 726 patentes respectivamente, de los cuales solo han sido concedidas 571 y 221 para cada país. Como se observó en gráficas anteriores estos países también tenían una mayor producción científica, y contar con una producción científica alta y de calidad, genera la creación e innovación de productos y servicios e incluso difundir una actividad novedosa, para lo cual se necesita una patente que proteja dichas actividades que se generó mediante la investigación (Estrada y Pacheco-Vega, 2009).

El país con menos solicitudes fue Ecuador pues cuenta con apenas 15 patentes, de las cuales solo 3 han sido concedidas, el dato reflejado se da debido a que en Ecuador existe una innovación escasa y las empresas del extranjero ofrecen patentes en mercados que son más atractivos como en Brasil (Enríquez, 2016). Del mismo modo, Paraguay solicitó 17 patentes más que Ecuador y solo le concedieron 2, esto quiere decir, que en Paraguay no se usa correctamente la propiedad intelectual, debido a que no existe una divulgación técnica adecuada (Díaz, 2008). Evidentemente, los países sudamericanos solicitan un número de patentes muy escasos, debido a que los requisitos de patentabilidad son estrictos, señalando el pobre apoyo por parte de los gobiernos de los países en el ámbito de la innovación (Enríquez, 2016),(Quiroga-Parra et al., 2019).

A continuación, se realizó un análisis de los estadísticos principales, para lo cual se tomó los promedios de cada país referente a las variables y consecuentemente se examinó de manera general, obteniéndose resultados de Sudamérica.

Estadística Descriptiva de las variables de estudio

Tabla 9. Estadística Descriptiva de las variables de estudio

	Univ.	%- Mun.	%-LA	%- Ibero	Artículos	Citas	H	FBKF	PEA	PIB	Gasto en I+D	Exp. Prod.- tecn.	Pat. Solic.	Pat. Conc.
Media	227	0.32	8.16	4.46	8463	113930	304	57751368097	18694709	3.18761E+11	0.35	7.69	597	103
Err. Típ.	121.14	0.19	4.86	2.66	5014.73	62862.41	54.48	29289450949	8686349.708	1.66608E+11	0.09	0.74	432.43	56.69
Mediana	98.50	0.07	1.87	1.02	1773.83	25454.71	254.50	31584697103	10029564.81	1.49536E+11	0.25	7.64	63.96	13.85
Desv. Est.	383.08	0.61	15.38	8.41	15857.98	198788.40	172.30	87868352848	27468649.63	4.99825E+11	0.30	2.21	1367.47	179.27
Var. Muest.	146747.17	0.37	236.58	70.67	251475550	39516829387	29686.1	7.72085E+21	7.54527E+14	2.49825E+23	0.09	4.89	1869971.39	32136.78
Curtosis	8.92	8.44	8.37	8.39	8.49	7.52	0.20	7.27	8.36	6.71	5.64	3.73	9.24	5.96
Coef. asim.	2.94	2.84	2.83	2.83	2.85	2.67	0.89	2.62	2.81	2.53	2.21	1.45	3.01	2.38
Rango	1255.00	1.99	50.47	27.59	52162.10	650293.62	553	2.78954E+11	92757935.33	1.56236E+12	1.03	8.04	4420.15	569.44
Mín.	40	0.00	0.13	0.07	151	2351	96	4854427137	1678080	26534795677	0.08	4.71	15	1
Máx.	1295	2.00	50.60	27.67	52313	652645	649	2.83809E+11	94436015	1.58889E+12	1.11	12.75	4435	570
Suma	2265.00	3.22	81.58	44.63	84633.24	1139300.52	3039	5.19762E+11	186947098	2.86885E+12	3.47	69.23	5974.77	1028.41
Cuenta	10	10	10	10	10	10	10	9	10	9	10	9	10	10

Elaborado por: Investigadora

Conforme a los resultados de la tabla 4, se pudo apreciar los estadísticos de inversión que se realiza en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en Sudamérica, así pues, el % del PIB en I+D que destinan alcanza apenas un promedio de 0,35, ubicándose por debajo del 1%, del mismo modo, el valor máximo es de 1,11% mismo que pertenece a Brasil y el valor mínimo de 0,08% correspondiente a Paraguay. Por otro lado, el promedio de universidades es de 227, analizando de igual manera que el máximo de universidades es 1.295 y el mínimo 40, que competen a Brasil y Paraguay respectivamente.

Con respecto a los artículos y citas el promedio fue de 8.463 y 113.930 respectivamente, contando con un valor máximo de 52.313 y un valor mínimo 151 referente a los artículos, que pertenecen a Brasil y Paraguay, asimismo, los valores máximo y mínimo frente a las citas son 652.645 y 2.351 representadas igualmente a Brasil y Paraguay.

En cuanto al índice H, el promedio que presenta la región fue de 304, tomando el valor máximo y mínimo del índice H, es 649 y 96, se puede afirmar que dichos datos son de Brasil y Paraguay.

También se pudo observar el porcentaje de producción científica promedio de Sudamérica frente al mundo, a Latinoamérica y a Iberoamérica con valores de 0,32, 8,16 y 4,46, por otro lado, el valor máximo y mínimo frente al mundo son de 2 y 0, mismos que pertenecen a Brasil y Paraguay, del mismo modo, el valor máximo y mínimo frente a Latinoamérica son 50,60 y 0,13, valores pertenecientes a los mismos países, y respecto al valor máximo y mínimo frente a Iberoamérica son de 0.07 y 27.67 de igual manera son Brasil y Paraguay.

El promedio de la formación bruta de capital fijo (FBKF) fue de US\$ 57.751.368.097, el valor máximo correspondiente a Brasil es de US\$ 283.808.537.314,66, mientras que el valor mínimo pertenece a Bolivia con US\$ 4.854.427.136,59. Asimismo, se analizó el promedio del continente sudamericano en cuanto a la población económicamente activa (PEA) y el PIB que es de 18.694.709 personas y US\$ 318.761.446.246,77, teniendo en cuenta que el máximo de las dos variables pertenecen a Brasil con 94.436.015 personas y US\$ 15.88.892.785.440, mientras que el valor mínimo de PEA es de Uruguay con apenas 1.678.080 personas y el valor mínimo del PIB corresponde a Bolivia con US\$ 26.534.795.677.

Los países sudamericanos obtuvieron un promedio de 7,69% en exportación de productos de alta tecnología. Analizando sus valores máximo y mínimo que son de 12,75% y 4,71% respectivamente, mismos valores que corresponden a Brasil y Perú.

Finalmente, el promedio de patentes solicitadas fue de 597, mientras que, de patentes concedidas de 103, en cuanto al valor máximo y mínimo de las solicitadas son de 4435 y 15 patentes correspondientes a Brasil y Ecuador, y de las concedidas son 570 y 1 patentes que pertenecen a Brasil y Paraguay.

Comparación de las variables de estudio entre los países sudamericanos

Para dar cumplimiento al segundo objetivo de la investigación, se procedió a realizar un análisis comparativo entre los países sudamericanos considerando las variables implicadas en I+D+i, a través de un análisis multivariante.

Análisis multivariante

ANOVA

En primera instancia, se desarrolló el análisis de varianza (ANOVA) de las variables planteadas entre los países sudamericanos. Posteriormente, para contrastar de mejor manera este análisis se efectuó la prueba de Diferencia Significativa Honesta de Tukey (HSD), con la finalidad de comparar los países respecto a las variables, cabe recalcar que estos análisis se los realizó con los períodos de cada variable y no se consideró el número de universidades, ni el índice H, debido a que no existe tanta volatilidad respecto a los períodos estudiados. A continuación, se muestran en la tabla 5 los resultados:

Tabla 10. ANOVA

	F	Sig.	Observaciones
Gasto en I+D (% del PIB)	241.447	1.5E-70	Significativo
Número de Artículos	66.788	1.9E-55	Significativo
Número de citas	130.444	1.1E-78	Significativo
Produc. Científ.-mundo	253.248	3E-104	Significativo
Produc. Científ.-LAT.	2292.395	2E-196	Significativo
Produc. Científ.-Iber.	1213.721	3E-169	Significativo
Pat.-Sol.	600.787	1E-120	Significativo
Pat-Conc.	18.588	5.2E-19	Significativo
PIB	642.621	5E-128	Significativo

PEA	1856.062	2E-187	Significativo
FBKF	294.303	1E-98	Significativo
Export. Product.-tecnología	17.172	6.2E-16	Significativo

Elaborado por: Investigadora

Utilizando análisis de varianza para comparar las variables utilizadas en la investigación en cuanto a los países sudamericanos, se encontró con un valor de un *p-value* (<0,05) en todas las variables por lo que se determina que hay diferencia estadística significativa en cada una. Aplicando una prueba post hoc de tukey los datos fueron como se ve en las siguientes tablas:

Tabla 11. Prueba Post Hoc de Tukey del gasto en I+D (% del PIB)

HSD Tukey^{a,b}							
País Sudamericano	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
PRY	13	0.0817					
PER	13	0.1082	0.1082				
COL	19		0.2022	0.2022			
VEN	10			0.2433			
ECU	12			0.2454			
BOL	4			0.2537	0.2537		
URY	15				0.3586		
CHL	11				0.3591		
ARG	19					0.5084	
BRA	19						1.1105
Sig.		0.999	0.151	0.878	0.064	1.000	1.000

Observaciones:

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 11,078.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 6 se apreció la conformación de grupos respecto a la varianza del gasto en I+D durante el 2000-2018. El primero y el más pequeño estuvo conformado por Paraguay y Perú con el gasto de I+D que oscila alrededor de 0,08 a 0,10, en el tercero se encontró el subconjunto más grande de la muestra formado por Colombia, Venezuela, Ecuador y Bolivia, el quinto y el sexto, los más grandes, solo estuvieron Argentina con 0,50 y Brasil

con 1,11. Estas agrupaciones muestran que cada subgrupo ha invertido en I+D un valor semejante en el período analizado.

Tabla 12. Prueba Post Hoc de Tukey del número de artículos

HSD Tukey^a				
País Sudamericano	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
PRY	21	151		
BOL	21	255		
URY	21	1076		
ECU	21	1439		
PER	21	1691		
VEN	21	1857		
COL	21	6274	6274	
CHL	21	8727	8727	
ARG	21		10849	
BRA	21			52314
Sig.		0.062	0.812	1.000

Observaciones:

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 21,000.

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 7 se visualizó la conformación de grupos respecto a la varianza del número de artículos durante el período de 2000-2020. El primero y el más grande estuvo conformado por Paraguay, Bolivia, Uruguay, Ecuador, Perú, Venezuela, Colombia y Chile, mientras que el tercero conformado por un solo país que fue el de Brasil con el mayor número de artículos de 52314. Se pudo apreciar que no existen tantas agrupaciones, es decir, que tienen un número de artículos semejantes.

Tabla 13. Prueba Post Hoc de Tukey del número de citas

HSD Tukey^a					
País Sudamericano	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
PRY	21	2352			
BOL	21	6360			
ECU	21	15311			
URY	21	19360			
VEN	21	24865			

PER	21	26044			
COL	21	69499	69499		
CHL	21		144060	144060	
ARG	21			178804	
BRA	21				652645
Sig.		0.170	0.080	0.922	1.000

Observaciones:

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 21,000.

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 8 se observó la conformación de grupos respecto a la varianza del número de citas durante el período de 2000-2020. El primero y el que abarcó más países, pero con menos número de citas fue conformado por Paraguay, Bolivia, Ecuador, Uruguay, Venezuela, Perú y Colombia, mientras que Brasil sigue conformando un grupo con 652645 citas. En definitiva, las citas de los países varían mucho respecto a Brasil.

Tabla 14. Prueba Post Hoc de Tukey de la Producción científica frente al mundo

HSD Tukey^a						
País	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Sudamericano						
PRY	21	0.0043				
BOL	21	0.0100				
URY	21	0.0410				
ECU	21	0.0471	0.0471			
PER	21	0.0590	0.0590			
VEN	21	0.0824	0.0824			
COL	21		0.2186	0.2186		
CHL	21			0.3238	0.3238	
ARG	21				0.4357	
BRA	21					1.9981
Sig.		0.910	0.053	0.633	0.547	1.000

Observaciones:

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 21,000.

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 9 se estimó la conformación de grupos respecto a la varianza de la producción científica frente al mundo durante el período de 2000-2020. El primero y el que posee más países, pero con menos producción científica frente al mundo es el uno, conformado por

Paraguay, Bolivia, Uruguay, Ecuador, Perú y Venezuela, los demás países se distribuyeron dependiendo su varianza y Brasil conformó un solo grupo con el mayor número de producción.

Tabla 15. Prueba Post Hoc de Tukey de la Producción científica frente a Latinoamérica

HSD Tukey^a							
País	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
Sudamericano		1	2	3	4	5	6
PRY	21	0.1276					
BOL	21	0.2586					
ECU	21	1.0367	1.0367				
URY	21	1.0443	1.0443				
PER	21	1.4205	1.4205				
VEN	21		2.3262				
COL	21			5.1581			
CHL	21				8.0538		
ARG	21					11.5557	
BRA	21						50.5967
Sig.		0.129	0.131	1.000	1.000	1.000	1.000

Observaciones:

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 21,000.

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 10 se distinguió la conformación de grupos respecto a la varianza de la producción científica frente a Latinoamérica durante el período de 2000-2020. El primero y el más grande, pero con un porcentaje menor, fue conformado por Paraguay, Bolivia, Ecuador, Uruguay y Perú. Los demás países conformaron grupos más pequeños respecto a la variación de sus datos, mientras que Colombia, Chile, Argentina y Brasil formaron grupos individuales.

Tabla 16. Prueba Post Hoc de Tukey de la Producción científica frente a Iberoamérica

HSD Tukey^a							
País	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
Sudamericano		1	2	3	4	5	6
PRY	21	0.0710					
BOL	21	0.1395					
URY	21	0.5714	0.5714				
ECU	21	0.5900	0.5900				

PER	21	0.7919	0.7919				
VEN	21		1.2386				
COL	21			2.8800			
CHL	21				4.4314		
ARG	21					6.2514	
BRA	21						27.6657
Sig.		0.521	0.631	1.000	1.000	1.000	1.000

Observaciones:

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 21,000.

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 11 se apreció la conformación de grupos respecto a la varianza de la producción científica frente a Iberoamérica durante el período de 2000-2020. El primero y el más grande, pero con un índice de producción más pequeño se formó por Paraguay, Bolivia, Ecuador, Uruguay y Perú. Del mismo modo que la anterior tabla Colombia, Chile, Argentina y Brasil conformaron agrupaciones individuales, teniendo en cuenta que Brasil tuvo un índice mayor.

Tabla 17. Prueba Post Hoc de Tukey del PIB

País		HSD Tukey ^a					
País	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
BOL	21	26534795676.9					
PRY	21	29865687931.1					
URY	21	43665012629.9					
ECU	21	81029980938.6	81029980938.6				
PER	21		149535532588.8	149535532588.8			
CHL	21			202957937228.6	202957937228.6		
COL	21				238377148484.4		
ARG	21					507994135302.2	
BRA	21						1588892785440.04
Sig.		0.577	0.260	0.604	0.939	1.000	1.000

Observaciones:

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 21,000.

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 12 se vio la conformación de grupos respecto a la varianza del PIB durante el período de 2000-2020. El primero y el más extenso lo conformaron Bolivia, Paraguay, Uruguay y Ecuador, con un PIB pequeño respecto a los demás, mientras que Argentina y Brasil integraron grupos individuales. Es decir, las agrupaciones del PIB se construyeron dependiendo su varianza, teniendo en cuenta que en este análisis no se tomó en cuenta Venezuela por la inexistencia de sus datos.

Tabla 18. Prueba Post Hoc de Tukey de la PEA

HSD Tukey ^a									
País	N	Subconjunto para alfa = 0.05							
Sudamer.		1	2	3	4	5	6	7	8
URY	21	1678080							
PRY	21	2951532	2951532						
BOL	21		4683507	4683507					
ECU	21			6940587	6940587				
CHL	21				7923167				
VEN	21					12135962			
PER	21						15518598		
ARG	21						18395002		
COL	21							22284646	
BRA	21								94436016
Sig.		0.922	0.655	0.273	0.985	1.000	0.051	1.000	1.000

Observaciones:

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 21,000.

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 13 se visibilizó la conformación de grupos respecto a su varianza de la población económicamente activa (PEA) durante el período de 2000-2020. Estos se formaron en parejas, en el primero estuvieron los que tienen menor PEA que son Uruguay y Paraguay, seguido por el segundo, conformado por Paraguay y Bolivia. Los países que integraron grupos individuales son Venezuela, Colombia y Brasil, debido a que su varianza no se compara con la de los demás países.

Tabla 19. Prueba Post Hoc de Tukey de la FBKF

HSD Tukey ^{a,b}						
País	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
Sud.		1	2	3	4	5
BOL	20	4854427136.59				
PRY	21	5762288987.75				
URY	21	7965926844.32				
ECU	21	19617104736.44	19617104736.44			
PER	21		31584697102.83	31584697102.83		
CHL	21			44421703933.04		
COL	21			47658314118.05		
ARG	21				74089312696.74	
BRA	21					283808537314.66

Sig.	0.521	0.776	0.400	1.000	1.000
-------------	-------	-------	-------	-------	-------

Observaciones:

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,884.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 14 se divisó la conformación de grupos respecto a su varianza de la formación bruta de capital fijo (FBKF) durante el período de 2000-2020. El primero que abarcó la mayoría de los países y los que tienen menor FBKF fue formado por Bolivia Paraguay, Uruguay y Ecuador. Mientras que, Argentina y Brasil construyeron grupos individuales, debido a que tienen más FBKF que los demás países.

Tabla 20. Prueba Post Hoc de Tukey de la Patentes Solicitadas

HSD Tukey^{a,b}					
País	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
Sudamericano		1	2	3	4
ECU	19	15			
PRY	14	17			
BOL	3	27			
URY	16	32			
PER	21	58	58		
VEN	17	70	70		
COL	21	223	223		
CHL	21		371		
ARG	21			726	
BRA	21				4436
Sig.		0.566	0.070	1.000	1.000

Observaciones:

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,243.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 15 se verificó la conformación de grupos respecto a la varianza de patentes solicitadas durante el período de 2000-2020. El primero fue conformado por países que han solicitado menos patentes, estos son: Ecuador, Paraguay, Bolivia, Uruguay, Perú, Venezuela y Colombia. Mientras que, los países con más solicitudes fueron Brasil y Argentina, mismos que integraron grupos individuales.

Tabla 21. Prueba Post Hoc de Tukey de la Patentes Concedidas

HSD Tukey^{a,b}			
País Sudamericano	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
PRY	2	2	
ECU	9	3	
BOL	2	4	
URY	12	4	
VEN	4	13	
PER	21	15	
COL	20	84	
CHL	21	112	
ARG	21	221	
BRA	17		571
Sig.		0.352	570.94

Observaciones:

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,896.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 16 se valoró la conformación de grupos respecto a la varianza de patentes concedidas durante el período de 2000-2020. Existen solamente dos agrupaciones, uno formado únicamente por Brasil puesto que tiene el mayor número de patentes concedidas, por otro lado, el grupo con menos solicitudes concedidas fueron los 9 países restantes. En definitiva, existen países con una mayor demanda de patentes, mismas que no son concedidas con la misma intensidad, a excepción de Brasil que tiene un número de patentes concedidas superior a los demás países.

Tabla 22. Prueba Post Hoc de la exportación de productos de alta tecnología

HSD Tukey^{a,b}				
País Sudamericano	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
PER	12	4.7092		
ECU	12	6.0125	6.0125	
COL	13	6.9338	6.9338	
CHL	13	6.9454	6.9454	
BOL	9		7.6389	
ARG	13		7.6931	

URY	13	8.2038	
PRY	13	8.3485	
BRA	13		12.7438
Sig.		0.100	0.072

Observaciones:

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,173.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 17 se entrevió la conformación de agrupaciones respecto a la varianza de la exportación de productos de alta tecnología durante el período de 2000-2020. En este análisis se pudo apreciar que existe un mayor número de países que tienen un alto porcentaje en cuanto a su exportación, pues se encontraron en el grupo dos y fueron conformados por Ecuador, Colombia, Chile, Bolivia, Argentina, Uruguay y Paraguay. Mientras que, el grupo tres fue conformado solo por el que tuvo más exportación y su varianza difirió notablemente al resto de países y este sigue siendo Brasil.

Análisis de conglomerados (clúster)

Se llevó a cabo un análisis de conglomerados (análisis de clúster) para una mejor apreciación de los resultados. En consecuencia, siguiendo los pasos para aplicar este análisis, se plató primero una correlación de Pearson entre las variables para determinar que variables son significativas y posterior a ello, tomar dichas variables para el dendrograma, aplicando el método de Ward (de mínima varianza), cabe destacar que se realizó con los promedios de cada variable en el período dado para cada una, además se tomó en cuenta solo las variables explicativas, por lo que la variable PIB no intervino en este análisis. Consecuentemente, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 23. Correlaciones de Pearson

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A. PIB_ID	R												
B. Universidades	R	,894**											
C. Artículos	R	,949**	,981**										
D. Citas	R	,957**	,962**	,996**									
E. Índice H	R	,834**	,775**	,845**	,877**								
F. Prod. Científ.-mundo	R	,953**	,979**	1,000**	,997**	,847**							
G. Prod. Científ.-LAT.	R	,955**	,976**	,999**	,997**	,848**	1,000**						
H. Prod. Científ.-Iber.	R	,954**	,977**	1,000**	,997**	,848**	1,000**	1,000**					
I. Pat. Solic.	R	,947**	,981**	,995**	,988**	,799**	,996**	,996**	,996**				
J. Pat. Conc.	R	,952**	,941**	,982**	,991**	,899**	,984**	,985**	,985**	,971**			
K. PEA	R	,892**	,992**	,977**	,960**	,794**	,976**	,974**	,975**	,978**	,947**		
L. FBKF	R	,936**	,982**	,996**	,992**	,851**	,996**	,996**	,996**	,991**	,983**	,988**	
M Export. Product.-tecnología	R	,850**	,811**	,837**	,827**	0.546	,839**	,841**	,841**	,858**	,814**	,777*	,802**

Observaciones:

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Elaborado por: Investigadora

La correlación de Pearson ayuda a determinar la relación entre las variables que se plantean. Como se observó en la tabla 18 a simple vista todas las variables se correlacionan entre sí con un 0,99% de confianza (**) y un 0,95% de confianza (*). Se pudo apreciar las correlaciones positivas perfectas, es decir, las que presentan un coeficiente de correlación de 1,00 y con una significancia que estaban por debajo de 0,01, estas fueron: la producción científica frente al mundo con el número de artículos, la producción científica frente a Iberoamérica con el número de artículos, la producción científica frente a Iberoamérica con la producción científica frente al mundo. Esto sucede debido a que las variables pertenecen al mismo ámbito investigativo.

Se analizan, además, las variables que tenían una correlación positiva moderada, es decir, un coeficiente de correlación de 0,775 que pertenece al índice H con el número de universidades, puesto que la calidad de una publicación no dependía del número de universidades, al contrario, de la calidad de universidades. Del mismo modo, la exportación de productos de alta tecnología con la PEA, presentaron un coeficiente de correlación moderado de 0,777, debido a que no todas las personas que están laborando fabrican productos de alta tecnología, existen solo algunas empresas que se dedican a estas actividades. Finalmente, entre la población económicamente activa (PEA) y el índice H, se obtuvo un coeficiente de correlación moderado de 0,794. Pues, la calidad de una publicación no está ligado directamente con la población que trabaja, existen personas dentro del campo laboral que no se dedican a la producción científica, asimismo, todos los coeficientes mencionados cuentan con una significancia que está por debajo del 0,01.

En efecto, todas las variables fueron analizadas en el método de conglomerados, pero, Venezuela no participó en este análisis por la falta de datos respecto a algunas variables.

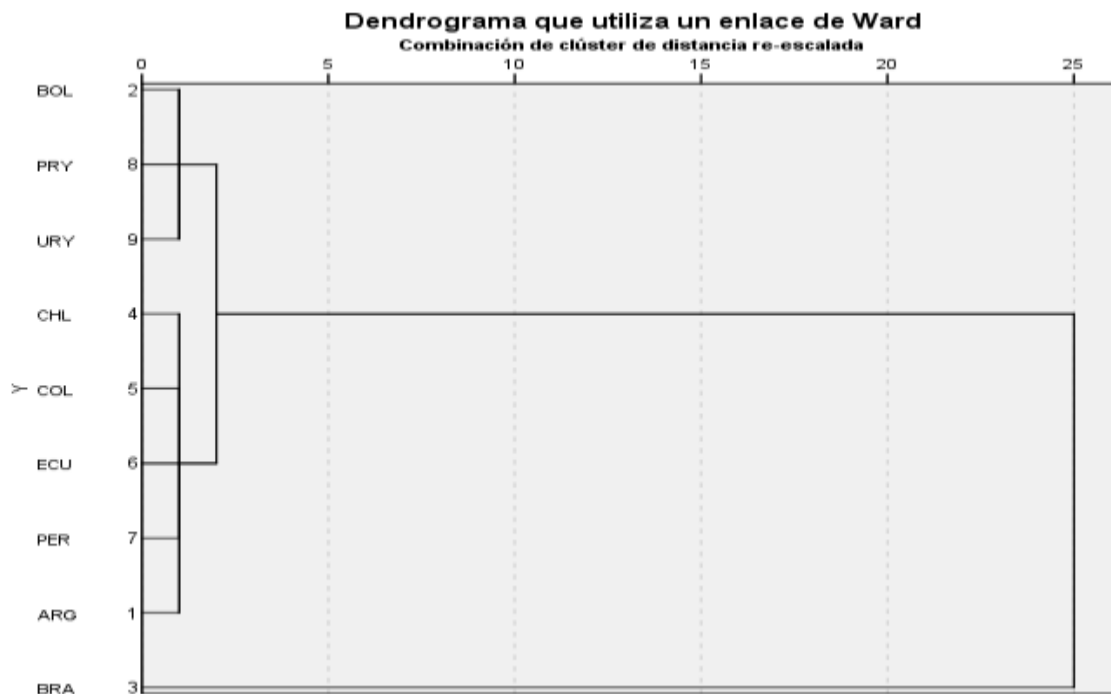


Figura 14. Dendrograma
Elaborado por: Investigadora

La figura 14 ayudó a visualizar de mejor manera la clasificación de las variables. Se pudo visibilizar que los grupos con máxima homogeneidad en cuanto a las variables planteadas para la agrupación entre países (casos) se conformaron en los siguientes clusters: entre la distancia de 0 y 5, se encontró 3 grupos: el primero por Bolivia (2), Paraguay (8) y Uruguay (9); el segundo por Chile (4), Colombia (5), Ecuador (6), Perú (7) y Argentina (1); el tercer grupo fue únicamente Brasil (3). Teniendo en cuenta que depende donde se realice el corte del dendrograma para determinar la cantidad de clusters, por ende, el número sugerido es subjetivo.

Ratios

Para realizar un análisis comparativo más detallado de las variables que determinan la inversión en I+D+i y el crecimiento endógeno, se procedió a realizar indicadores matemáticos basados en el cálculo de los ratios que permitan estas comparaciones. Se trabajó con los promedios respecto a los datos disponibles para cada país y cada variable. Entonces, se aplicó el modelo matemático ya especificado en el capítulo III para

determinar inversión en investigación, inversión en desarrollo, inversión en innovación y el PIB, como se muestra a continuación:

Inversión en investigación

Índice H

Aplicando la fórmula 3 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 24. Ratio - Índice H

		ARG	BOL	BRA	CHI	COL	ECU	PER	PAR	URU	VEN
	Índice H	477	140	649	441	333	185	268	96	209	241
ARG	477	1.00	0.29	1.36	0.92	0.70	0.39	0.56	0.20	0.44	0.51
BOL	140	3.41	1.00	4.64	3.15	2.38	1.32	1.91	0.69	1.49	1.72
BRA	649	0.73	0.22	1.00	0.68	0.51	0.29	0.41	0.15	0.32	0.37
CHI	441	1.08	0.32	1.47	1.00	0.76	0.42	0.61	0.22	0.47	0.55
COL	333	1.43	0.42	1.95	1.32	1.00	0.56	0.80	0.29	0.63	0.72
ECU	185	2.58	0.76	3.51	2.38	1.80	1.00	1.45	0.52	1.13	1.30
PER	268	1.78	0.52	2.42	1.65	1.24	0.69	1.00	0.36	0.78	0.90
PAR	96	4.97	1.46	6.76	4.59	3.47	1.93	2.79	1.00	2.18	2.51
URU	209	2.28	0.67	3.11	2.11	1.59	0.89	1.28	0.46	1.00	1.15
VEN	241	1.98	0.58	2.69	1.83	1.38	0.77	1.11	0.40	0.87	1.00

Fuente: Investigadora

En la tabla 19 se apreció una comparación en cuanto al Índice H, mismo que se tomó como referencia para analizar la inversión en investigación de los países sudamericanos. Como es de conocimiento, Brasil tiene el índice H más alto en comparación al resto de países. En efecto, Brasil obtuvo un índice de 6,76 más que Paraguay y 4,64 más que Bolivia, asimismo, respecto al país que menos difirió es Argentina, pues su índice fue apenas de 0,73 más que Brasil.

Inversión en desarrollo

Gasto en I+D (% del PIB)

Aplicando la fórmula 4 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 25. Ratio – Gasto en I+D (% del PIB)

	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	ECU	PER	PAR	URU	VEN	
PIB	0.51	0.25	1.12	0.36	0.20	0.25	0.11	0.08	0.35	0.24	
ARG	0.51	1.00	0.50	2.20	0.71	0.39	0.48	0.21	0.15	0.70	0.48
BOL	0.25	2.00	1.00	4.42	1.42	0.79	0.97	0.42	0.30	1.40	0.96
BRA	1.12	0.45	0.23	1.00	0.32	0.18	0.22	0.10	0.07	0.32	0.22
CHI	0.36	1.42	0.71	3.12	1.00	0.56	0.68	0.30	0.21	0.99	0.68
COL	0.20	2.54	1.27	5.59	1.79	1.00	1.22	0.53	0.38	1.77	1.21
ECU	0.25	2.07	1.03	4.56	1.46	0.82	1.00	0.43	0.31	1.44	0.99
PER	0.11	4.77	2.38	10.51	3.37	1.88	2.30	1.00	0.72	3.32	2.28
PAR	0.08	6.67	3.33	14.69	4.71	2.63	3.22	1.40	1.00	4.65	3.19
URU	0.35	1.43	0.72	3.16	1.01	0.57	0.69	0.30	0.22	1.00	0.69
VEN	0.24	2.09	1.04	4.61	1.48	0.82	1.01	0.44	0.31	1.46	1.00

Fuente: Investigadora

En la siguiente tabla 20 se pudo observar una comparación en cuanto al gasto en I+D de los países sudamericanos. Como se ha venido analizando Brasil es el país con más gasto en I+D, mientras que Paraguay el que menos gasta en este recurso. Así pues, Brasil invirtió 14,69 más que Paraguay y 10,51 más que Perú. Del mismo modo, se consideró el país con menos diferencia en gasto respecto a Brasil, siendo este Argentina, pues gasta apenas 2,20 más que Argentina.

Inversión en innovación

Exportación de productos de alta tecnología

Aplicando la fórmula 5 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 26. Ratio – Exportación de productos de alta tecnología

	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	ECU	PER	PAR	URU	
Exp. Alta tecn.	7.69	7.64	12.75	6.95	6.93	6.01	4.71	8.35	8.20	
ARG	7.69	1.00	0.99	1.66	0.90	0.90	0.78	0.61	1.09	1.07
BOL	7.64	1.01	1.00	1.67	0.91	0.91	0.79	0.62	1.09	1.07
BRA	12.75	0.60	0.60	1.00	0.54	0.54	0.47	0.37	0.66	0.64

CHI	6.95	1.11	1.10	1.84	1.00	1.00	0.87	0.68	1.20	1.18
COL	6.93	1.11	1.10	1.84	1.00	1.00	0.87	0.68	1.20	1.18
ECU	6.01	1.28	1.27	2.12	1.16	1.15	1.00	0.78	1.39	1.36
PER	4.71	1.63	1.62	2.71	1.47	1.47	1.28	1.00	1.77	1.74
PAR	8.35	0.92	0.91	1.53	0.83	0.83	0.72	0.56	1.00	0.98
URU	8.20	0.94	0.93	1.55	0.85	0.85	0.73	0.57	1.02	1.00

Fuente: Investigadora

En la siguiente tabla 21 se visualizó una comparación en cuanto a la exportación de productos de alta tecnología de los países sudamericanos, a excepción de Venezuela, pues no dispuso de datos. Así Brasil tuvo un porcentaje más alto de exportación y Perú un valor mínimo. Entonces, se puede analizar que Brasil obtuvo 2,71 en exportaciones más que Paraguay y 2,12 incluso más que Ecuador. Por otro lado, con el país que Brasil tiene más competencia en el mercado de exportación de productos de alta tecnología fue con Paraguay, puesto que alcanzó apenas 1,53 de exportaciones más que Paraguay.

Crecimiento endógeno

PIB

Aplicando la fórmula 6 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 27. Ratio – PIB

	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	ECU	PER	PAR	URU	
PIB	5.1E+11	2.7E+10	1.6E+12	2.0E+11	2.4E+11	8.1E+10	1.5E+11	3.0E+10	4.4E+10	
ARG	5.1E+11	1.00	0.05	3.13	0.40	0.47	0.16	0.29	0.06	0.09
BOL	2.7E+10	19.14	1.00	59.88	7.65	8.98	3.05	5.64	1.13	1.65
BRA	1.6E+12	0.32	0.02	1.00	0.13	0.15	0.05	0.09	0.02	0.03
CHI	2.0E+11	2.50	0.13	7.83	1.00	1.17	0.40	0.74	0.15	0.22
COL	2.4E+11	2.13	0.11	6.67	0.85	1.00	0.34	0.63	0.13	0.18
ECU	8.1E+10	6.27	0.33	19.61	2.50	2.94	1.00	1.85	0.37	0.54
PER	1.5E+11	3.40	0.18	10.63	1.36	1.59	0.54	1.00	0.20	0.29
PAR	3.0E+10	17.01	0.89	53.20	6.80	7.98	2.71	5.01	1.00	1.46
URU	4.4E+10	11.63	0.61	36.39	4.65	5.46	1.86	3.42	0.68	1.00

Fuente: Investigadora

En la siguiente tabla 22 se pudo obtener una comparación en cuanto al crecimiento económico (PIB) de los países sudamericanos, excluyendo de igual manera a Venezuela, pues no contó con datos respecto a esta variable. En este contexto, Brasil fue el país con más crecimiento económico, mientras que Bolivia el que menos tiene. Así pues, Brasil tuvo un crecimiento económico de 59,88 más que Bolivia y 53,20 más que Paraguay, de la misma manera, su crecimiento se asemejó más al de Argentina, pues tan solo crece económicamente 3,13 más que Argentina.

Impacto de la inversión de I+D+i en el crecimiento endógeno

Análisis multivariante econométrico

Para dar cumplimiento al tercer objetivo, se realizó una regresión lineal múltiple entre las variables determinantes de la inversión en I+D+i y el crecimiento endógeno con la finalidad de aseverar que el cambio tecnológico impacta en el crecimiento endógeno durante el período 2007-2018. Teniendo en cuenta que, no se tomó las variables índice H y universidades por su falta de volatilidad durante el período de análisis, debido a que estas pueden afectar en el cumplimiento de los supuestos básicos de un modelo econométrico. En efecto, se procedió a estimar las variables que intervinieron en el modelo econométrico:

- **Variable dependiente:** Producto Interno Bruto (PIB)
- **Variables independientes:** Gasto en I+D (% del PIB), Artículos, Citas, Producción científica frente al mundo, Producción científica frente a América Latina, Producción científica frente a Iberoamérica, Patentes solicitadas, Patentes concedidas, Población Económicamente Activa, Formación Bruta de Capital Fijo, Exportación de productos de alta tecnología.

Una vez especificadas las variables, se estimó un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios con datos de panel con la ayuda del software de libre acceso gretl. La ecuación del modelo planteado se efectuó de la siguiente manera:

Modelo econométrico

$$\begin{aligned}
 PIB_{it} = & \beta_0 + \beta_1 GastoID_{it} + \beta_2 Art_{it} \\
 & + \beta_3 Citas_{it} + \beta_4 ProdCientfrentmun_{it} + \beta_5 ProdCientfrentAL_{it} \\
 & + \beta_6 ProdCientfrentIber_{it} + \beta_7 PatSoli_{it} + \beta_8 PatConc_{it} + \beta_9 PEA_{it} \\
 & + \beta_{10} FBKF_{it} + \beta_{11} Exportalttecn_{it} + \mu_{it}
 \end{aligned}$$

Modelo de Mínimos Cuadrados Combinados múltiple

Tabla 28. Modelo MCO con datos de panel del crecimiento endógeno en función de las variables determinantes de la inversión en I+D+i durante el período 2007-2018

Modelo 1: MCO combinados					
Se han incluido 8 unidades de sección cruzada					
Variable dependiente: PIB					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	-8.89943e+010	2.85E+10	-3.124	0.0026	***
GastoenID	2.48E+11	5.29E+10	4.698	1.27e-05	***
Articulos	-7.08031e+06	9.98E+06	-0.7097	0.4802	
Citas	208436	272860	0.7639	0.4475	
ProdCientFrentealmundo	-5.04040e+011	6.54E+11	-0.7710	0.4433	
ProdCientFrentealLAT	-1.10176e+011	3.62E+10	-3.041	0.0033	***
ProdCientFrentealIBER	2.32E+11	7.89E+10	2.942	0.0044	***
Patentesolicitadas	4.29E+07	3.62E+07	1.183	0.2409	
Patentesconcedidas	2.67E+08	7.83E+07	3.414	0.0011	***
PEA	3297.94	1594.83	2.068	0.0423	**
FBKF	3.98708	0.592608	6.728	3.90e-09	***
ExpProductosaltatecn	2.69E+09	2.95E+09	0.9114	0.3652	
R-cuadrado		0.993926	R-cuadrado corregido	0.992972	
F (11, 70)		1041.366	Valor p (de F)	6.10E-73	
Log-verosimilitud		-2125.548	Criterio de Akaike	4275.095	
Criterio de Schwarz		4303.976	Crit. de Hannan-Quinn	4286.69	
rho		0.677842	Durbin-Watson	0.626807	

Elaborado por: Investigadora

En el modelo desarrollado en la tabla 23 se pudo apreciar que la constante es significativa con un nivel del 99%, con un *p-valor* de 0,0026. Del mismo modo, el gasto en I+D, la producción científica frente a Latinoamérica y frente a Iberoamérica, las patentes concedidas y la formación bruta de capital fijo (FBKF), fueron significativas con un nivel del 99%, debido a que tuvieron un *p-valor* de 1,27e-05, 0,0033, 0,0044, 0,0011 y 3.90e-09 respectivamente, mismas que presentaron un valor menor a 0,01. Por otro lado, la población económicamente activa (PEA) fue significativa con un nivel de significancia del 95%, teniendo un *p-valor* de 0,0423, menor al 0,05, es decir, que el *p-valor* de estas variables rechazaron la hipótesis nula de que no existe significancia. Las variables: artículos, citas, producción frente al mundo, patentes solicitadas y exportación de productos de alta tecnología no presentaron significancia, pues sus valores *p* son mayores al 0,05, aceptando la hipótesis nula. La relación presentada por las variables fue inversamente proporcional, debido a que la constante obtuvo un valor negativo, este caso se da por el residuo que genera el modelo, en otras palabras, por la omisión de variables que expliquen de manera óptima al crecimiento endógeno, ya sea por falta de datos en las fuentes oficiales o por la escasa evidencia empírica que existe respecto a este tema. Presentando de esta manera, relaciones no esperadas con la teoría propuesta.

Asimismo, se analizó el estadístico F, mismo que tuvo un *p-valor* de 6,10E-73, menor al 0,05, es decir, se rechazó la hipótesis nula y se concluyó que los coeficientes son significativos, mostrando una relación en conjunto de las variables. Por otra parte, se obtuvo el R cuadrado de 0,9939, indicando los cambios que existen en el Producto Interno Bruto en un 99,39%, mientras que el coeficiente de determinación R^2 corregido fue de 0,9929 que significa que por cada unidad en la que se movilizan las variables explicativas, afectan en un 99,29% al PIB.

Verificación de los supuestos planteados por Gauss para modelos econométricos

Tabla 29. Cumplimiento de los supuestos – Modelo MCO con datos de panel

N	Supuesto	Hipótesis	Criterio	Resultado	SI/ NO
1	Linealidad	H_0 = El modelo es lineal H_1 = El modelo no es lineal	$p > 0,05$ =Acepto hipótesis nula $p < 0,05$ =Rechazo hipótesis nula	valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(11) > 49.0141) = 9.40633e-007$	NO
2	Los valores de X_i deben ser independientes del término de error	H_0 = Especificación adecuada H_1 = Especificación no adecuada	$p > 0,05$ =Acepto hipótesis nula $p < 0,05$ =Rechazo hipótesis nula	valor $p = P(F(1, 69) > 15.7243) = 0.000176608$	NO
3	El valor medio del error debe ser cero		Media = -0.00017496		SI
4	Presencia de heteroscedasticidad	H_0 = Homoscedasticidad H_1 = Heteroscedasticidad	$p > 0,05$ =Acepto hipótesis nula $p < 0,05$ =Rechazo hipótesis nula	valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(77) > 81.9475) = 0.328548$	SI
5	Presencia de autocorrelación	H_0 = No existe autocorrelación H_1 = Si hay autocorrelación	$p > 0,05$ =Acepto hipótesis nula $p < 0,05$ =Rechazo hipótesis nula	valor $p = P(t > 12.8743) = 3.96097e-006$	NO
6	Las observaciones deben ser mayores que los parámetros estimados	El número de observaciones en la presente investigación son 82 y el número de parámetros son 11 excluyendo la constante.			SI
7	Naturaleza en las variables X	Para el cumplimiento de este supuesto, se excluyó las variables índice H y número de universidades, por la falta de volatilidad.			SI
8	Multicolinealidad	$FIV < 10$ = No existe colinealidad $FIV > 10$ = Existe colinealidad		$FIV < 10=2$ $FIV > 10=9$	NO
9	Distribución normal en los residuos	H_0 = Existe normalidad en los residuos	$p > 0,05$ =Acepto hipótesis nula $p < 0,05$ =Rechazo hipótesis nula	Contraste de Jarque-Bera = 3.70247, con	SI

H_1 =No existe normalidad en los residuos	valor p =0.157043
---	--------------------------

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 24 se vio que de los nueve supuestos básicos de econometría solo se cumplieron cinco, es decir, que solo el 60% de los contrastes fueron ejecutados de manera óptima en el modelo, y el 40% no se cumple. Por ende, se procedió a desarrollar un modelo ajustado, excluyendo las variables sin significancia, con la finalidad de corregir supuestos que no se cumplen y mejorar la significancia de las variables para dar cumplimiento a la teoría planteada.

Modelo de Mínimos Cuadrados Combinados con datos de panel ajustado

Ecuación:

$$PIB_{it} = \beta_0 + \beta_1 GastoID_{it} + \beta_8 PatConc_{it} + \beta_9 PEA_{it} + \beta_{10} FBKF_{it} + \mu_{it}$$

Tabla 30. Modelo MCO con datos de panel ajustado

Modelo 2: MCO combinados					
Se han incluido 8 unidades de sección cruzada					
Variable dependiente: PIB					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadis. t	valor p	
const	-6.67E+10	1.02E+10	-6.545	5.70e-09	***
Gasto en ID	2.76E+11	4.12E+10	6.707	2.83e-09	***
FBKF	2.72956	0.269753	10.12	7.46e-016	***
Patentes concedidas	2.97E+08	4.76E+07	6.231	2.20e-08	***
PEA	4810.53	757.782	6.348	1.33e-08	***
R-cuadrado		0.992894	R-cuadrado corregido	0.99253	
F(4, 78)		2724.818	Valor p (de F)	6.48E-83	
Log-verosimilitud		-2157.692	Criterio de Akaike	4325.385	
Criterio de Schwarz		4337.479	Crit. de Hannan-Quinn	4330.243	
rho		0.868708	Durbin-Watson	0.314936	

Elaborado por: Investigadora

Pese de haber desarrollado un modelo MCO ajustado, como se observó en la tabla 25, éste no presentó mejoras, debido a que la constante sigue siendo negativa. Concluyendo del mismo modo que, la teoría no se cumple, en efecto, se realizó un nuevo modelo con variables logarítmicas (log-log). Pues, se debe recalcar que las variables con las que se están trabajando poseen diferentes medidas, aplicando logaritmos éstas se convierten en las mismas unidades y el modelo tendrá estabilidad frente a lo que se desea cumplir.

Modelo log-log con datos de panel

Ecuación:

$$l_PIB_{it} = \beta_0 + \beta_1 l_Gasto\ ID_{it} + \beta_8 l_PatConc_{it} + \beta_9 l_PEA_{it} + \beta_{10} l_FBKF_{it} + \mu_{it}$$

Tabla 31. Modelo log-log con datos de panel

Modelo 3: MCO combinados					
Se han incluido 8 unidades de sección cruzada					
Variable dependiente: l_PIB					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadis. t	valor p	
const	6.51151	1.25623	5.183	2.88e-06	***
l_Gasto en ID	0.189655	0.0338499	5.603	6.09e-07	***
l_FBKF	0.671114	0.0871389	7.702	1.94e-010	***
l_Patentes concedidas	0.0562091	0.0187726	2.994	0.004	***
l_PEA	0.19343	0.0594923	3.251	0.0019	***
R-cuadrado		0.986667	R-cuadrado corregido	0.985747	
F (4, 58)		1072.989	Valor p (de F)	1.24E-53	
Log-verosimilitud		41.99797	Criterio de Akaike	-	73.99595
Criterio de Schwarz		-63.28027	Crit. de Hannan-Quinn	-	69.78142
rho		0.94017	Durbin-Watson	0.218301	

Elaborado por: Investigadora

En el modelo log-log que se observó en la tabla 26 la constante, gasto en I+D, formación bruta de capital fijo (FBKF), patentes concedidas y población económicamente activa (PEA) fueron significativas a un nivel del 99%, con un *p-valor* de 6,09e-07, 1,94e-010,

0,004 y 0,0019 respectivamente. La relación presentada por las variables fue directamente proporcional lineal e insesgado, debido a que todas las variables incluida la constante obtuvieron un signo positivo.

El estadístico F, tuvo un *p-valor* de 1.24E-53, menor al 0,05, es decir, se rechazó la hipótesis nula y se concluyó que los coeficientes son significativos. Por otra parte, se obtuvo el R cuadrado de 0,9866, aseverando que las variables explican al modelo en un 98,66%, mientras que el R cuadrado corregido fue de 0,9857 que significa que por cada unidad en la que se moviliza el gasto en I+D, la formación bruta de capital fijo (FBKF), las patentes concedidas y la población económicamente activa (PEA) afectaron en un 98,57% al PIB. Finalmente, se debió desarrollar un modelo de efectos aleatorios (MCG), o modelo de efectos fijos (MEF) dependiendo los resultados del modelo para cumplir con los requisitos de un modelo con datos de panel.

Modelo de efectos aleatorios (MCG)

Ecuación:

$$l_PIB_{it} = \beta_0 + \beta_1 l_GastoID_{it} + \beta_8 l_PatConc_{it} + \beta_9 l_PEA_{it} + \beta_{10} l_FBKF_{it} + \mu_{it}$$

Tabla 32. Modelo de efectos aleatorios (MCG)

Modelo 3: Efectos aleatorios (MCG), utilizando 63 observaciones					
Se han incluido 7 unidades de sección cruzada					
Variable dependiente: l_PIB					
	Coefficiente	Desv. Típica	z	valor p	
const	5.93772	1.30416	4.553	5.29e-06	***
l_GastoenID	0.099957	0.0275953	3.622	0.0003	***
l_Patentesconcedidas	0.0083837	0.0088468	0.9476	0.3433	
l_PEA	0.723683	0.0951346	7.607	2.81e-014	***
l_FBKF	0.343658	0.037472	9.171	4.68e-020	***
Media de la vble. dep.		26.44524	D.T. de la vble. dep.	1.084551	
Suma de cuad. residuos		6.139097	D.T. de la regresión	0.322572	
Log-verosimilitud		-16.04673	Criterio de Akaike	42.09346	

Criterio de Schwarz	52.80913	Crit. de Hannan-Quinn	46.30798
rho	0.547307	Durbin-Watson	0.472497
Contraste de Hausman -			
Hipótesis nula: [Los estimadores de MCG son consistentes]			
Estadístico de contraste asintótico: Chi - cuadrado (4) = 4.38726			
con valor p = 0.356126			

Elaborado por: Investigadora

Como se apreció en los resultados de la estimación del modelo de la tabla 27 una de las cuatro variables no fue significativa, respecto a los demás modelos anteriores. Asimismo, el test de Hausman indica que el mejor modelo es el de efectos aleatorios pues es mayor a 0,05 aceptando la hipótesis nula de que los estimadores son consistentes. Puesto que, no es necesario desarrollar el modelo de efectos fijos (MEF).

Verificación de los supuestos planteados por Gauss para modelos econométricos

Tabla 33. Cumplimiento de los supuestos de Gauss – Modelo MCO ajustado y modelo log-log

N	Supuesto	Modelo MCO ajustado	SI/NO	Modelo log-log	SI/NO	Modelo de efectos aleatorios (MCG)
1	Linealidad	valor p = P (Chi-cuadrado (4) > 25.4096) = 4.16148e-005	NO	valor p = P (Chi-cuadrado (4) > 20.4094) = 0.00041452	NO	SI
2	Los valores de X_i deben ser independientes del término de error	valor p = P (F (1, 77) > 8.29238) = 0.00515285	NO	valor p = P (F (1, 57) > 1.50013) = 0.225689	SI	SI
3	El valor medio del error debe ser cero	Media =2.2557e-016	SI	Media =2.2557e-016	SI	SI
4	Presencia de heteroscedasticidad	valor p = P (Chi-cuadrado (14) > 48.8035) = 9.67085e-006	NO	valor p = P (Chi-cuadrado (14) > 49.6078) = 7.10195e-006	NO	SI

5	Presencia de autocorrelación	valor p = P (t > nan) = nan	NO	valor p = P (t > 14.1468) = 3.17721e-005	NO	NO
6	Las observaciones deben ser mayores que los parámetros estimados	El número de observaciones son 83 y el número de parámetros son 4 excluyendo la constante.	SI	El número de observaciones son 63 y el número de parámetros son 4 excluyendo la constante.	SI	SI
7	Naturaleza en las variables X	Para el cumplimiento de este supuesto, se excluyó las variables índice H y número de universidades, por la falta de volatilidad.	SI	Para el cumplimiento de este supuesto, se excluyó las variables índice H y número de universidades, por la falta de volatilidad.	SI	SI
8	Multicolinealidad	FIV <10=2 FIV >10=2	NO	FIV <10=2 FIV >10=2	NO	NO
9	Distribución normal en los residuos	Contraste de Jarque-Bera = 5.85723, con valor p =0.053471	SI	Contraste de Jarque-Bera = 2.13183, con valor p =0.344412	SI	NO

Elaborado por: Investigadora

En la tabla 28 se apreció un resumen del cumplimiento de los supuestos de la econometría, tanto para el modelo MCO ajustado, para el modelo log-log y para el modelo de efectos aleatorios (MCG). En cuanto al modelo ajustado solo se cumplieron 4 de los nueve supuestos, mientras que para el modelo log-log se cumplieron cinco de los nueve supuestos planteados, y finalmente para el modelo MCG se cumplieron seis de los nueve supuestos. De hecho, el modelo log-log es el mejor modelo para la explicación de la teoría, pues las patentes concedidas (indicador de la innovación) son significantes, pero el modelo MCG da cumplimiento al 70% de los supuestos. En definitiva, se usa el modelo log-log para explicar el comportamiento de las variables.

Estimación del modelo log-log con datos de panel

$$L_{PIB}_{it} = 6.51151 + 0.189655 L_{Gasto\ ID}_{it} + 0.0562091 L_{PatConc}_{it} + 0.19343 L_{PEA}_{it} + 0.671114 L_{FBKF}_{it} + \mu_{it}$$

El valor de los coeficientes arrojados por el modelo explica que cuando las variables exógenas se mantienen constantes, el PIB de los países sudamericanos es de 6,51151%. En efecto, cuando el gasto en I+D aumenta en una unidad porcentual, el PIB aumenta en un 0,1896%, asimismo, cuando las patentes concedidas aumentan en una unidad porcentual, el PIB aumenta en un 0,0562, de igual forma, cuando la población económicamente activa aumenta en una unidad porcentual, el PIB aumenta en un 0,1934 y, por último, cuando la formación bruta de capital fijo aumenta en una unidad porcentual, el PIB aumenta en un 0,6711%.

Una vez desarrollado el modelo MCO ajustado y el modelo log-log, se afirma que ambos modelos son significativos y las variables explican al modelo. Sin embargo, este último presenta un signo positivo en la constante, es decir, que se cumple la teoría económica planteada. Esta afirmación se contrasta con los estudios de Hernández Mota (2010), Marroquín Arreola y Ríos Bolívar (2012), debido a que afirman una correlación positiva entre la inversión pública y privada en investigación, desarrollo e innovación y el PIB. Además, Loor y Carriel (2014) afirman que el gasto en I+D es un elemento clave, debido al coeficiente positivo que arroja en su investigación.

4.2 Fundamentación de las preguntas de investigación

Para el presente estudio se plantearon preguntas de investigación, por lo que, se procede a analizar cada pregunta, a continuación:

-Para dar respuesta a la primera pregunta formulada, se aclara que las variables tomadas para el presente estudio se lo hicieron en base a investigaciones pertinentes y criterio personal, teniendo en cuenta, la teoría económica. Entonces, es preciso considerar estudios como el de Hernández Mota (2010), Benítez Llamazares, Benavides Chicón (2012), Marroquín Arreola, Ríos Bolívar (2012), Duarte Atoche et al. (2012) y Huanambal Tiravanti (2017); quienes han realizado trabajos para determinar los principales factores de I+D+i en el crecimiento endógeno, ocupando indicadores como: el gasto en I+D, inversión pública, producción científica mediante la publicación de artículos de revistas,

patentes y la relación universidad – empresa – Estado. En efecto, una vez analizados minuciosamente estos estudios, se focalizaron 13 variables, de las cuales: gasto en I+D, la formación bruta de capital fijo (FBKF), población económicamente activa (PEA) y patentes concedidas de residentes, inciden significativamente en el crecimiento endógeno de Sudamérica.

-Para la segunda pregunta investigativa, se debe tener en cuenta que con el pasar de los años, el mundo se sigue globalizando a gran escala, es por ello, que países desarrollados toman medidas inteligentes para mantener y potencializar en primera instancia, el desarrollo intelectual de las personas para que estas sean capaces de sobrellevar y subsistir los cambios tecnológicos con la finalidad de impulsar el desarrollo económico. Es así que se evidencia en el estudio de Mitcham y Briggie (2007) la intensidad del gasto en I+D referente al PIB en las principales regiones que forman parte de la OCDE; Unión Europea, Estados Unidos y Japón, es un 2,5%, mientras que para países que no pertenecen oscila entre menos del 0,3%, cabe recalcar que las primeras regiones se caracterizan por tener un índice alto de desarrollo económico y tienen tecnología de punta que son competitivos en el mercado, partiendo de esto, el Banco Interamericano de Desarrollo (2010), puntualiza que los países deben considerar por lo menos el 1% del PIB para invertir en I+D+i para que este tenga efectos positivos en el desarrollo de una nación. Como se puede observar en el desarrollo de este trabajo, invertir en investigación, desarrollo e innovación en un país, trae relaciones positivas en el crecimiento y por ende en el desarrollo.

-Para sustentar la pregunta tres, es importante saber que los gobiernos de turno deben tener en cuenta políticas para poner en práctica lo que se sustenta en cuanto a la investigación, desarrollo e innovación. Pues, un claro ejemplo es Vietman, debido a que su lucha por convertirse en un “tigre asiático” está teniendo resultados, y éste ha optado por tomar experiencias históricas de Japón, Asia y China, sabiendo que estas economías se han focalizado en fomentar políticas públicas en el sector científico y tecnológico, en efecto, Vietman ha implementado buenas políticas al pasar de los años, según estadísticas muestra un buen posicionamiento en cuanto a los demás países (Lemus Delgado, 2020). Asimismo, el Estado de España establece políticas para fomentar la inversión en I+D+i, las cuales son: ley de ciencia, política española de tecnología, innovación y ciencia,

teniendo un buen resultado en su crecimiento (García Cantó, 2019). En definitiva, una política factible trae aspectos positivos para una población, considerando que se debe aplicar políticas en conjunto para I+D+i para tener gente capacitada que pueda someterse a la innovación para un buen desarrollo.

4.3 Limitaciones del estudio

Como primer punto, las bases de datos que se tomaron de las fuentes oficiales de libre acceso, para el análisis de las variables planteadas en la presente investigación, no poseen de datos suficientes, puesto que para algunas variables solo se disponía de un cierto período de tiempo, limitando de esta manera un estudio más veraz y con un período considerable, sin embargo, se realizó tomando solo aquellos países y ciertos años de los cuales se tenía datos completos para no contar con relaciones espurias. Por ello, se realizó un modelo econométrico con ocho países de Sudamérica en el período de 2007-20218 y para el análisis descriptivo se tomaron todo el período de datos.

Del mismo modo, otra limitación fue que los datos para las variables tomadas no tenían la misma unidad de medida. En primera instancia, para la comprobación de esto se recurrió a desarrollar un modelo MCO múltiple, luego un MCO ajustado, quitando variables no significativas, viendo que estos no arrojaban análisis confiables, se optó por realizar un modelo logístico para que todas las variables se convirtieran en la misma unidad de medida, con la finalidad de que se pueda dar cumplimiento a la teoría económica. Sin embargo, no se cumplieron algunos supuestos básicos de econometría al aplicar el modelo log-log, pero si la mayoría, haciéndolo un modelo fiable respecto al tema que podría dar paso a otras investigaciones.

Por último, es importante mencionar que Venezuela fue el país con más carencia de datos en cuanto a las variables trabajadas en el estudio. Así pues, este país está presente en unos análisis y no en otros.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Por la falta de indicadores que determinen la inversión en I+D+i se han planteado dichos componentes de acuerdo con estudios ya realizados y con subjetividad del investigador, estos se tomaron de los países que conforman el continente sudamericano. Los hallazgos obtenidos aseveran que existe una poca volatilidad entre dichos indicadores, puesto que su promedio en cuanto a estas variables no difiere con un alto grado entre sí, a excepción de Brasil, debido a que en el análisis de cada variable este presenta picos muy altos a diferencia de los demás países. Sabiendo que esta región lo conforman naciones que tienen la misma focalización en estos aspectos, en otras palabras, hay escasez.

Lo más relevante de la descripción de la inversión en I+D+i fue que se pudo observar que casi todos los países no invierten en esto como se debería por la falta de conocimiento que esta provoca en el crecimiento de una nación. Lo que ayudó a determinar los resultados fue la estadística descriptiva que se utilizó porque ayuda a simple vista una apreciación. Lo más complicado fue determinar los períodos de los datos con los que se cuenta para cada variable.

En la presente investigación además se realizó una comparación en conjunto de las variables utilizadas en I+D+i y el crecimiento endógeno entre países. Los resultados permitieron identificar diferencias sustanciales en su comportamiento, pues presentan un panorama distinto, debido a que existen algunas naciones con un promedio alto y otros con uno muy escaso, casi nulo en cuanto a esta inversión, en definitiva, se agruparon entre grupos que tienen un promedio similar: el primero formado por Venezuela; que tiene una participación casi nula, segundo por Bolivia, Paraguay y Uruguay; con una aportación moderada, el otro por Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Argentina; estos tienen una inversión más alta, y el último fue únicamente Brasil, puesto que, es el país que más invierte en investigación, desarrollo e innovación. Asimismo, se evidenció que la mayoría

de estos países están tomando medidas para potencializar estos aspectos, pues tienen en mente que es un paso clave.

Lo que fue notable al comparar las variables utilizadas en el estudio es que cada país debe tener en cuenta políticas diferente acorde a su población. Lo que contribuyó a esta determinación fue las diferentes técnicas utilizadas del análisis multivariante porque se trabajó con varias variables permitiendo agrupar y observar de mejor manera el comportamiento. Cabe recalcar que se omitieron algunas variables para el análisis puesto que no se contaban con datos completos.

El impacto de la inversión en I+D+i en el crecimiento endógeno dentro del contexto económico actual de los países en Sudamérica, amerita una focalización. Dicho esto, en primer lugar, para determinar la relación entre este crecimiento y dicha inversión, se tomaron únicamente las variables significativas, para la verificación del impacto, estas son: gasto en I+D, formación bruta de capital fijo (FBKF), patentes concedidas y la población económicamente activa (PEA). En consecuencia, se obtuvo una relación altamente significativa, debido a que las variables explican al modelo en un 98,66%, es decir, se cumple la teoría de Romer en el que se afirma que el crecimiento es fomentado por el cambio tecnológico, el accionar de la gente en cuanto a nuevos cambios en la sociedad y el diseño en nuevas patentes.

Lo que se destacó dentro del impacto fue aseverar que, sí se debe priorizar la inversión en investigación, desarrollo e innovación, pues a mayor inversión mayor crecimiento de un país. Para determinar esto, se apoyó en un modelo econométrico por la información y la veracidad que este provee para la toma de decisiones. Lo trabajoso fue establecer el mejor modelo que explique de manera adecuada la teoría pues se hizo una depuración de algunas variables.

5.2 Recomendaciones

Para futuras investigaciones es recomendable que se utilicen otros indicadores que determinen la inversión en I+D+i y si es posible buscar un indicador que contenga datos en conjunto de los tres elementos. Esto ayudará a verificar de mejor manera el comportamiento de esta inversión. Puesto que el presente estudio tomó variables proxy en base a otras investigaciones, por ser un tema poco estudiado.

Con la finalidad de mejorar el desarrollo intelectual, el cambio tecnológico y la investigación en países sudamericanos, es indispensable que el gobierno de turno potencialice políticas en este ámbito, puesto que tan solo con la aplicación y prácticas de estas se podrá encaminar en vías de desarrollo, muchos países desarrollados han optado por poner en primer plano estos aspectos y tienen un buen resultado en cuanto a la calidad de vida y desarrollo intelectual de su población.

El crecimiento endógeno en un país es la carta de presentación de este, puesto que es una de las claves primordiales para introducir una economía a escala internacional, por ello, es indispensable que se optimice la inversión en recursos banales e invisibilizando el crecimiento económico en los países, al contrario, es recomendable potencializar la inversión en I+D+i comenzando en la educación primaria, esto ayudará a que desde pequeños se inclinen por desarrollar destrezas e intelectos que a largo plazo será un apoyo para el desarrollo de una nación, dando apertura a mercados internacionales y mantenerse en ellos, reduciendo de esta manera el gasto innecesario en contratación y adquisición de mano de obra y maquinaria para poder sustentarse en el cambio tecnológico que se está suscitando en la economía actual.

BIBLIOGRAFÍA

- Aching Guzmán, C. (2005). Guía rápida: ratios financieros y matemáticas de la mercadotecnia. In *Prociencia y cultura* S.A. http://perfeccionate.urp.edu.pe/econtinua/FINANZAS/LIBRO_RATIOS_FINANCIEROS_MAT_DE_LA_MERCADOTECNIA.pdf
- Agosín, M., Fernández-Arias, E., Jaramillo, F., & Lora, E. (2012). La Realidad Macroeconómica Módulo 1-Las restricciones a la inversión privada. In *La realidad macroeconómica: una introducción a los problemas y políticas del crecimiento y la estabilidad en América Latina* (p. 50). INDES. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-Realidad-Macroeconómica-Una-Introducción-a-los-Problemas-y-Políticas-del-Crecimiento-y-la-Estabilidad-en-América-Latina-Módulo-1-Las-restricciones-a-la-inversión-privada.pdf>
- Albarrán Lozano, I., González, P. A., & Martínez González, A. (2010). La inversión en I+D+I y su vinculación con la renta: fundamentos teóricos y estudio del comportamiento de las economías europeas. *Revista de Economía Mundial*, 25, 133–157. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86617254006>
- Alcarria Jaime, J. J. (2009). Contabilidad financiera I. In *Universitat Jaume*. <https://mega.nz/file/RwRWRDyI#OGd1YOMsAU4OBUgW5DtfmRHxbMdVh3aJ8AG-0ZSOGrg>
- Álvarez Tamayo, D. I. (2016). Modelo de desarrollo de investigación, innovación y expresión basado en la analogía entre investigación y diseño desde una perspectiva semiótica. *Opción*, 32(13), 196–202. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31048483011>
- Arango Serna, M. D., Branch Bedoya, J. W., & Perez Ortega, G. (2008). Factores de innovación en marketing estratégico - Un caso aplicado al sector del mueble hogar en Itagüi (Antioquia). *DYNA (Colombia)*, 75(155), 29–36. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v75n155/a03v75n155.pdf>

- Arias Odón, F. G. (2012). El proyecto de investigación. In *Editorial Episteme* (Sexta).
<https://www.researchgate.net/publication/301894369> EL
- Baca Urbina, G. (2007). Fundamentos de Ingeniería Económica. In *Mc Graw Hill* (Cuarta).
https://mega.nz/file/88pDCSaJ#UFpG_r8HKJycICId4p4w89F6C4GELCfOKvpyK1B4aS8
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2010). Ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Un compendio estadístico de indicadores. In *Banco Interamericano de Desarrollo*.
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Ciencia-tecnología-e-innovación-en-América-Latina-y-el-Caribe-Un-compendio-estadístico-de-indicadores.pdf>
- Banco Mundial. (2021a). *Datos de libre acceso del Banco Mundial*.
<https://datos.bancomundial.org/>
- Banco Mundial. (2021b). *Exportaciones de productos de alta tecnología (% de las exportaciones de productos manufacturados)*.
<https://datos.bancomundial.org/indicador/TX.VAL.TECH.MF.ZS>
- Banco Mundial. (2021c). *Formación bruta de capital fijo (US\$ a precios constantes del 2010)*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NE.GDI.FTOT.KD>
- Banco Mundial. (2021d). *Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)*.
<https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- Banco Mundial. (2021e). *PIB (US\$ a precios constantes del 2010)*.
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD>
- Banco Mundial. (2021f). *Población activa, total*.
<https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.TLF.TOTL.IN>
- Barona Zuluaga, B., Rivera Godoy, J. A., & Garizado Román, P. A. (2017). Inversión y financiación en empresas innovadoras del sector servicios en Colombia. *Finanzas y Política Económica*, 9(2), 345–372.

<https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2017.9.2.7>

- Benítez Llamazares, N., & Benavides Chicón, C. G. (2012). Investigación en innovación tecnológica: un estudio bibliométrico de revista europea de dirección y economía de la empresa. *Revista Europea de Dirección y Economía de La Empresa*, 21, 157–168. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-europea-direccion-economia-empresa-346-articulo-investigacion-innovacion-tecnologica-un-estudio-S1019683812700033>
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la investigación. In *Pearson* (Tercera). <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Bueno, E., Salmador, M. P., & Merino, C. (2008). Génesis, concepto y desarrollo del capital intelectual en la economía del conocimiento: una reflexión sobre el modelo intellectus y sus aplicaciones. *Estudios de Economía Aplicada*, 26(2), 43–63. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30113187003>
- Buesa, M., Baumert, T., Heijs, J., & Martínez, M. (2002). Los factores determinantes de la innovación: un análisis econométrico sobre las regiones españolas. *Economía Industrial*, 347, 67–84. [https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/347/67-84 347 MIKEL BUESA.pdf](https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/347/67-84%20347%20MIKEL%20BUESA.pdf)
- Cantón Mayo, I. (2007). Investigación en innovación educativa: algunos ámbitos relevantes. *Educatio Siglo XXI*, 25, 227–230. <https://revistas.um.es/educatio/article/view/729>
- Cedeño Sánchez, O. A., & Mendoza Mero, Á. E. (2020). Impacto del índice riesgo país en la inversión extranjera directa de Ecuador periodo 2016-2018. *Polo Del Conocimiento*, 5(03), 619–639. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i3.1355>
- CEPAL. (2010). La hora de la igualdad. Brechas por cerrar, caminos por abrir. In *Naciones Unidas*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/13309/S2010986_es.pdf
- Cepeda Chacaguasay, P., Zurita Moreano, E., & Ayaviri Nina, D. (2016). Los ingresos

- petroleros y el crecimiento económico en Ecuador (2000-2015). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 18(4), 459–466. <https://doi.org/10.18271/ria.2016.238>
- Chang, H. (2007). La administración de la inversión pública. In *Naciones Unidas*. https://esa.un.org/techcoop/documents/soereform_spanish.pdf
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2013). Manual para el diseño y la construcción de indicadores. Instrumentos principales para el monitoreo de programas sociales de México. In *CONEVAL* (Primera). [https://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/Publicaciones oficiales/MANUAL_PARA_EL_DISENO_Y_CONTRUCCION_DE_INDICADORES.pdf](https://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/Publicaciones_oficiales/MANUAL_PARA_EL_DISENO_Y_CONTRUCCION_DE_INDICADORES.pdf)
- Cornejo, J. N. (2005). Os paradigmas tecnoprodutivos do sistema capitalista e a educação na República Argentina (1950-2000). *Revista E-Curriculum*, 1(1). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76610104>
- Cruz Ramírez, J. B., Rivero Cors, I., & Vivar Flores, O. D. (2009). Memorias del coloquio: "la investigación científica, políticas y alternativas para su desarrollo". In *Universidad Autónoma de Guerrero* (Primera). <https://elibro.net/es/ereader/uta/72596>
- De Freitas D., S. del C. (2021). Valoración de activos intangibles basados en la metodología de opciones reales para evaluar inversiones tecnológicas. *Actualidad Contable FACES*, 24(42), 36–94. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25767348003>
- De Gregorio, J. (2012). Macroeconomía. Teoría y Políticas. In *Pearson-Educación* (Primera). <http://www.degregorio.cl/pdf/Macroeconomia.pdf>
- De la Vega, I. (2010). Módulo de capacitación para la recolección y el análisis de indicadores de investigación y desarrollo. *Banco Interamericano de Desarrollo*, 39. <http://docs.politicasciti.net/documents/Doc 06 - capacitacion de la vega.pdf>
- Destinobles, A. G. (2007). Introducción a los modelos de crecimiento económico exógeno y endógeno. In *eumed.net*. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/243/>

- Díaz, Á. (2008). América Latina y el Caribe: La propiedad intelectual después de los tratados de libre comercio. In *CEPAL*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2526/1/S0600728_es.pdf
- Duarte Atoche, T., Pérez López, J. Á., & Camúñez Ruiz, J. A. (2012). Estudio de los gastos de I+D: un análisis empírico en el sector del automóvil. *Estudios Gerenciales*, 28(124), 45–65. [http://dx.doi.org/10.1016/S0123-5923\(12\)70215-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0123-5923(12)70215-2)
- Echeverría-King, L. F., Pinto, J., & Mosquera-Montoya, M. Á. L. (2021). Inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación: el caso de Colombia y Ecuador. *Revista CEA*, 7(14), 1–28. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=638166672008>
- Enríquez, C. (2016, July 28). Más patentes se solicitan, pero se innova poco. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/patentes-ecuador-innovacion-investigacion.html>
- Estrada, S., & Pacheco-Vega, R. (2009). Sistemas y políticas de investigación, desarrollo e innovación. Algunas propuestas. *Espiral*, XV(44), 31–76. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13804402>
- Fajardo Paz, P., & Robledo Velásquez, J. (2012). Modelos conceptuales para la gestión de la innovación: revisión y análisis de la literatura. *COGESTEC*, 01–18. <https://www.researchgate.net/publication/328230776>
- Farinango Salazar, R. A., Banderas Benítez, V. E., Serrano Orellana, K. M., & Sotomayor Cabrera, K. K. (2020). Perspectiva crítica de los modelos de crecimiento: exógeno y endógeno AK. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(2), 53–58. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/265/298>
- Fundación de la Innovación Bankinter. (2010). El arte de innovar y emprender. Cuando las ideas se convierten en riqueza. In *accenture*. https://www.upo.es/upotec/static/upload/files/INNO_3590_FTFXIV_El_arte_de_innovar_y_emprenderv2_.pdf
- García Cantó, M. (2019). Políticas de fomento de la I+D+i. *3C Tecnología. Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 8(4), 43–51. <http://doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n4e32.43-51>

- García Cantó, M., & Vañó Francés, L. F. (2013). I+D+i y deducciones fiscales. Análisis de empresas valencianas con alto componente de inversión en I+D+i. In *3ciencias* (Primera). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=657752>
- García, P. M., & López, A. (2020). La Inversión Extranjera Directa. Definiciones , determinantes , impactos y políticas públicas. In *BID - Banco Interamericano de Desarrollo*. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-inversion-extranjera-directa-Definiciones-determinantes-impactos-y-politicas-publicas.pdf>
- García Zambrano, L., García Merino, J. D., & Rodríguez Castellanos, A. (2012). Impacto de la inversión en capital humano sobre el valor empresarial. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 51, 15–26. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=71625040006>
- Garrido, C., & Granados, L. (2004). Innovación, financiamiento y organización financiera nacional. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 35(139), 163–184. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11825939008>
- Gaviria Ríos, M. A. (2007). El crecimiento endógeno a partir de las externalidades del capital humano. *Cuadernos de Economía*, XXVI(46), 51–73. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=282121961003>
- Gitman, L. J., & Joehnk, M. (2008). Fundamentos de inversiones. In *Pearson* (Décima). <https://www.uv.mx/personal/clelanda/files/2016/03/Gitman-y-Joehnk-2009-Fundamentos-de-inversiones.pdf>
- Goñi Zabala, J. J. (2014). Herramientas para la innovación. In *Mentefactura*. https://elibro.net/es/ereader/uta/62897?as_all=factores__de__la__innovación&as_al_l_op=unaccent__icontains&prev=as
- Gonzalez Soriano, F. J., Díaz Jiménez, D. D., & García García, M. E. (2019). La Inversión Extranjera directa en el Ecuador 2018. *Recimundo*, 3(1), 446–471. [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(1\).enero.2019.446-471](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(1).enero.2019.446-471)
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). Econometría. In *Mc Graw Hill* (Quinta). <https://fvela.files.wordpress.com/2012/10/econometria-damodar-n-gujarati-5ta->

ed.pdf

- Hernández-Ascanio, J., Tirado-Valencia, P., & Ariza-Montes, A. (2016). El concepto de innovación social: ámbitos, definiciones y alcances teóricos. *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 88, 164–199. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17449696006>
- Hernández Mota, J. L. (2010). Inversión pública y crecimiento económico: hacia una nueva perspectiva de la función del gobierno. *Economía Teoría y Práctica*, 33, 59–95. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-33802010000200003
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). Metodología de la investigación. In *Mc Graw Hill* (Sexta). <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Huanambal Tiravanti, V. (2017). Universidad- Empresa-Estado: Alineando intereses en función del bien común. *Revista Estomatológica Herediana*, 27(1), 3. <https://doi.org/10.20453/reh.v27i1.3096>
- Instituto Andaluz de Tecnología. (2012). La respuesta está en la innovación. In *AENOR*. https://elibro.net/es/ereader/uta/53578?as_all=innovación&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as
- Instituto de Estadística de la UNESCO. (2010). Medición de la investigación y el desarrollo (I+D): Desafíos enfrentados por los países en desarrollo. In *UNESCO*. <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/measuring-rd-challenges-faced-by-developing-countries-2010-sp.pdf>
- Khan, M. H. (2007). Políticas de inversión y tecnología. In *Naciones Unidas*. https://esa.un.org/techcoop/documents/investmentandtech_spanish.pdf
- Lemus Delgado, D. R. (2020). Vietnam: políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación. *Estudios de Asia y África*, 55(2), 263–294. <https://doi.org/10.24201/ea.v55i2.2454>
- León González, J. L., Socorro Castro, A. R., Cáceres Mesa, M. L., & Pérez Maya, C. J.

- (2020). Producción científica en América Latina y el Caribe en el período 1996-2019. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 49(3), 1–10. <http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/573>
- Loor, M. F., & Carriel, V. (2014). Investigación y desarrollo en Ecuador: un análisis comparativo entre América Latina y el Caribe (2000 - 2012). *COMPENDIUM: Cuadernos de Economía y Administración*, 1(2), 28–46. <http://www.revistas.espol.edu.ec/index.php/compendium/article/view/11>
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). Análisis de clasificación. In *Metodología de la investigación social cuantitativa* (primera, pp. 5–115). Universitat Autònoma de Barcelona. <http://ddd.uab.cat/record/129382>
- Magallanez Perez, A. (2010). La legalidad en la inversión como presupuesto procesal en el arbitraje inversionista-Estado. In *CAEI - Centro Argentino de Estudios Internacionales*. <https://elibro.net/es/ereader/uta/36462>
- Marroquín Arreola, J., & Ríos Bolívar, H. (2012). Inversión en investigación y crecimiento económico: un análisis empírico desde la perspectiva de los modelos de I+D. *Investigación Económica*, LXXI(282), 15–33. <https://core.ac.uk/download/pdf/47242134.pdf>
- Martí Arias, J. A. (2017). Educación y tecnologías. In *Universidad de Cádiz*. <https://elibro.net/es/ereader/uta/33900>
- Medianero Burga, D. (2008). Proyectos de inversión pública. Teoría e instrumentos de identificación, formulación y evaluación. In *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas* (Primera). [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/577085/Proyectos de inversi%F3n p%FAblica - 1er cap.pdf;jsessionid=8262C309BED65CDB4973D2C6A74E77E5?sequence=1](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/577085/Proyectos%20de%20inversi%F3n%20p%FAblica%20-1er%20cap.pdf;jsessionid=8262C309BED65CDB4973D2C6A74E77E5?sequence=1)
- Miguel, S. (2011). Revistas y producción científica de América Latina y el Caribe su visibilidad en SciELO, RedALyC y SCOPUS. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 34(2), 187–200. <https://www.redalyc.org/pdf/1790/179022554006.pdf>

- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2019). Líneas de investigación, desarrollo e innovación y transferencia del conocimiento en TIC 2019. In *Mintel* (Primera). MINTEL. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2019/01/libro-blanco-lineas-de-investigacion.pdf>
- Mitcham, C., & Briggles, A. (2007). Ciencia y política: perspectiva histórica y modelos alternativos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 3(8), 143–158. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92420507>
- Montano Hernández, L. A. (2007). Inversión Pública y Privada bajo el estudio de la Econometría. In *Universidad Dr. José Matías Delgado*. https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA_VIRTUAL/LIBROS/I/ADMI0000015.pdf
- Moral Arce, I., & Pérez López, C. (2019). Econometría de datos panel. Teoría y práctica. In *Garceta Grupo Editorial* (Primera). http://www.sancristoballibros.com/libro/econometria-de-datos-de-panel_78057
- Morales, P. (2010). Investigación e innovación educativa. *REICE: Revista Electrónica Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, 8(2), 47–73. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55114080004>
- Munuera Alemán, J. L., Moreno Moya, M., & Rodríguez Escudero, A. I. (2011). Panorama de la inversión en I+D basado en el análisis de las empresas más innovadoras. *Economistas*, 860, 37–56. https://www.researchgate.net/publication/312033362_Panorama_de_la_inversion_en_ID_basado_en_el_analisis_de_las_empresas_mas_innovadoras
- Naciones Unidas. (2016). Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital. La situación de América Latina y el Caribe. In *CEPAL*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40530-ciencia-tecnologia-innovacion-la-economia-digital-la-situacion-america-latina>
- OCDE. (2002). Manual de Frascati. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. In *Fundación Española Ciencia y Tecnología (FECYT)*. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/manual-de-frascati-2002>

- OCDE. (2006). Marco de acción para la inversión. In *OCDE*.
<https://www.oecd.org/daf/inv/investmentfordevelopment/38316751.pdf>
- OCDE. (2016, December 8). La baja en el gasto público en I+D y los riesgos proteccionistas pueden representar una amenaza para la innovación, declara la OCDE. *Oecd.Org*. <https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/la-baja-en-el-gasto-publico-en-i-d-y-los-riesgos-proteccionistas-pueden-representar-una-amenaza-para-la-innovacion-declara-la-ocde.htm>
- OECD. (2006). Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. In *Tragsa* (Tercera).
<http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>
- Olaya, E. (2017). Efecto del gasto en investigación y desarrollo en el ingreso de los establecimientos de Ecuador. *Revista Económica*, 3(1), 7–18.
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/390>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI]. (2021). *Perfiles estadísticos de los países*. https://www.wipo.int/ipstats/es/statistics/country_profile/
- Ortegón, E., & Pacheco, J. F. (2004). Los sistemas nacionales de inversión pública en Centroamérica: marco teórico y análisis comparativo multivariado. In *CEPAL*.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5601/1/S046536_es.pdf
- Palacio Acosta, C. A. (2014). Crisis en ciencia y tecnología en Colombia. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 43(3). <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2014.07.005>
- Peñaloza, M. (2007). Tecnología e Innovación factores claves para la competitividad. *Actualidad Contable Faces*, 10(15), 82–94.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25701508%0A>Cómo
- Peralta Solorio, E. F. (2016). La productividad de la población económicamente activa (PEA) en México: historia, panorama actual y perspectiva. *Entrenciencias*, 4(10), 165–186. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457646537002>
- Pérez, C. (2004). Técnicas de análisis multivariante de datos. Aplicaciones con SPSS. In *Pearson*.

https://www.academia.edu/39613182/Técnicas_de_análisis_multivariante_de_datos_Aplicaciones_con_SPSS_César_Pérez_López_1ED

Perrazi, J. R., & Merli, G. O. (2013). Modelos de regresión de datos panel y su aplicación en la evaluación de impactos de programas sociales. *TeloS*, 15(1), 119–127. <https://www.redalyc.org/pdf/993/99326637008.pdf>

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(4), 1–7. <http://www.revistaespacios.com/a19v40n04/a19v40n04p07.pdf>

Quiroga-Parra, D. J., Murcia-Zorrilla, C. P., Hernández, E. A., & Torrent-Sellens, J. (2019). Innovación en México y Colombia: un análisis comparado teórico y empírico. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(85). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29058864009>

Rendón Ochoa, J. F. (2014). Inversión en investigación y desarrollo y su influencia en el crecimiento económico de algunos países en desarrollo de Latinoamérica. *Escuela de Economía y Finanzas*, 1–32. https://core.ac.uk/display/47242134?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1

Rendón Ochoa, T. (2019). I+D: Asignatura pendiente. In *UNAULA*. <https://elibro.net/es/ereader/uta/164542>

Rincón Piedrahita, A. (1996). El crecimiento endógeno: orígenes, ideas fundamentales y críticas. *Revista de Ciencias Sociales*, 11(3), 339–391. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4276746>

Robayo Acuña, P. V. (2016). La innovación como proceso y su gestión en la organización: una aplicación para el sector gráfico colombiano. *Suma de Negocios*, 7, 125–140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sumneg.2016.02.007>

Rodríguez-Rojas, Y. L., Luque-Clavijo, A. M., Rodríguez-González, L. Y., & Riveros-Clavijo, J. A. (2018). 5 acciones para la toma de decisión en Investigación, Desarrollo e innovación I+D+i. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 85, 85–104.

<https://doi.org/10.21158/01208160.n85.2018.2050>

Rodríguez Albor, G. (2019). Cooperación para el desarrollo, relaciones internacionales y políticas públicas. *Oasis*, 29, 263–265. <https://doi.org/10.18601/16577558.n29.14>

Rojas-Jiménez, K. (2012). Inversión en ciencia, tecnología e innovación: proyectado a Costa Rica. In *Universidad de Costa Rica*. https://www.researchgate.net/publication/313887490_Inversion_en_ciencia_tecnologia_e_innovacion_Proyectando_a_Costa_Rica

Rovira, S., Patiño, J., & Schaper, M. (2017). Ecoinnovación y producción verde. Una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe. In *CEPAL*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40968/1/S1700072_es.pdf

Salazar P., C., & Del Castillo G., S. (2018). Fundamentos básicos de estadística. In *Pentateuco* (primera). [http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13720/3/Fundamentos Básicos de Estadística-Libro.pdf](http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13720/3/Fundamentos_Basicos_de_Estadistica-Libro.pdf)

Scimago Journal & Country Rank. (2021). *Country Rankings*. <https://www.scimagojr.com/countryrank.php>

Segarra Blasco, A. (2018). Subvenciones, préstamos y desgravaciones a la I+D: ¿cuál es su impacto en las empresas catalanas? *Investigaciones Regionales*, 40, 109–140. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28966266009>

Semplades. (2018). Proyecto I + D + i, estructura general para la presentación de programas y proyectos de inversión. In *Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación* (Vol. 33, Issue 2013). https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/Proyecto-IDI_Semplades.pdf

Silva, de M., & Vera, L. (2012). Investigación y desarrollo: la formación de los recursos humanos en Brasil. *Universidades*, 52, 18–26. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37326902003>

Tejada Estrada, G. C., Cruz Montero, J. M., Uribe Hernandez, Y. C., & Rios Herrera, J.

- J. (2019). Innovación tecnológica: Reflexiones teóricas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(85). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29058864011>
- Túñez López, M., & Pablos Coello, J. M. (2013). El índice H en las estrategias de visibilidad, posicionamiento y medición de impacto de artículos y revistas de investigación. In *Actas del II congreso nacional sobre metodología de la investigación en comunicación y del simposio internacional sobre política científica en comunicación* (pp. 133–150). Segovia. http://www.revistalatinacs.org/068/cuadernos/Segovia_actas.pdf
- UNESCO. (2018). Relevamiento de la investigación y la innovación en la República del Paraguay. In *GOSPIN* (ocho).
- Varela Llamas, R., & Ramírez Ozua, R. R. (2019). Emprendimiento empresarial, inversión en I+D y marco institucional en México. *Análisis Económico*, 34(86), 133–156. <http://www.analisiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/420/331>
- Velasco, E., Zamanillo, I., & Gurutze Intxaurburu, M. (2007). Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación. *Decisiones Organizativas*, 2, 28. <https://doi.org/10.1111/aman.12336>
- Venacio, L. (2005). La Inversión Extranjera Directa y la crisis económica cubana. In *eumed.net*. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2005/lv/index.htm>
- Villegas, E., & Ortega, R. M. (1997). Administración de inversiones. In *Mc Graw Hill*. https://www.academia.edu/39972178/LIBRO_administración_de_inversiones_Villegas
- Vite Cristóbal, R. (2008). Crecimiento endógeno en un país menos desarrollado: el caso de firmas imitadoras. *Economía Teoría y Práctica*, 28, 09–43. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/282008/vite>
- Webometrics.info. (2021). *Ranking web de universidades*. <https://www.webometrics.info/es>

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de observación estructurada

País	%- PIB en I+D+i	Univ.	Artí.	Citas	Índic. H	PIB	%- Producción científica frente al mundo	%- Producción científica frente a Lat.	%- Producción científica frente a Ibero.	Pat. solicitadas	Pat. concedidas	PEA	FBKF	Exp. Productos de alta tecnología
ARG														
BOL														
BRA														
CHL														
COL														
ECU														
PER														
PRY														
URY														
VEN														

Elaborado por: Investigadora