

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

CARRERA DE ECONOMÍA

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

Tema:

"Desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en el registro de patentes en actividades farmacéuticas y biotecnológicas en países del G20 y Sudamericanos."

Autora: Carrasco Villena, Dayana Alexandra

Tutor: Econ. Argothy Almeida, Luis Anderson Ph. D.

Ambato – Ecuador

2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Econ. Luis Anderson Argothy Almeida con cédula de identidad N$_o$. 1002635835, en mi calidad de Tutor del Proyecto de investigación sobre el tema: **"DESARROLLO DE CAPACIDADES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL REGISTRO DE PATENTES EN ACTIVIDADES FARMACÉUTICAS Y BIOTECNOLÓGICAS EN PAÍSES DEL G20 Y SUDAMERICANOS"**, desarrollado por Dayana Alexandra Carrasco Villena, de la Carrera de Economía, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

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

Ambato, Febrero 2025

TUTOR



.....

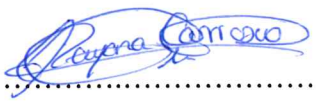
Econ. Argothy Almeida, Luis Anderson Ph. D.
C.I. 1002635835

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Dayana Alexandra Carrasco Villena con cédula de identidad N$_o$. 1804931622, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el Proyecto de Investigación, bajo el tema: **"DESARROLLO DE CAPACIDADES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL REGISTRO DE PATENTES EN ACTIVIDADES FARMACÉUTICAS Y BIOTECNOLÓGICAS EN PAÍSES DEL G20 Y SUDAMERICANOS"**, 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 2025

AUTORA



.....

Dayana Alexandra Carrasco Villena

C.I. 1804931622

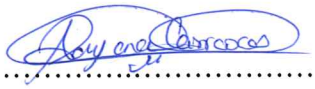
DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto de Investigación, con fines de difusión 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 2025

AUTORA



.....

Dayana Alexandra Carrasco Villena
C.I. 1804931622

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado, aprueba el Proyecto de Investigación, sobre el tema: **"DESARROLLO DE CAPACIDADES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL REGISTRO DE PATENTES EN ACTIVIDADES FARMACÉUTICAS Y BIOTECNOLÓGICAS EN PAÍSES DEL G20 Y SUDAMERICANOS"**, elaborado por Dayana Alexandra Carrasco Villena, 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 2025

Dr. Carlos Alberto Barreno Córdova Mg.
PRESIDENTE

Econ. Geovanny Carrión
MIEMBRO CALIFICADOR

Econ. Nelson Lascano
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, mi guía constante y refugio en los momentos difíciles, por ser la fortaleza que me sostuvo y la luz que iluminó mi camino. A mi abuelo Leonidas Carrasco, cuya memoria me inspira y en quien estoy segura encontraría orgullo por cada paso que he dado. A Marianita Cisneros, por cuidar cada detalle con amor y estar siempre pendiente de mis necesidades. A mis padres, Holguer y Julia, por ser mi pilar inquebrantable y el soporte que me permitió alcanzar esta meta, su amor y dedicación fueron fundamentales en cada etapa de este proceso. A Fernanda, mi hermana, por nunca negarme nada, por guiarme con su ejemplo y ser ese apoyo incondicional en cada desafío. A Romario, Evelyn, y mis pequeños Alan e Ian, quienes son la esencia del amor y la esperanza que alimentan mi corazón.

Dedicado especialmente a Jacobo, mi hijo, por recordarme con su amor que no hay fuerza más poderosa que la que compartimos.

Dayana Alexandra Carrasco Villena

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por librarme de todo mal, por cuidar de mí cada día y en cada momento, y por ser el refugio que me sostiene y guía en este camino. A mis abuelos Leonidas, Romelia y Héctor, y especialmente a Marianita, gracias por estar detrás de cada uno de mis logros, alegrándose conmigo por cada paso que he dado. A mis padres, por su esfuerzo incondicional y por hacer posible que alcance una meta que sé que también es parte de sus sueños.

A mi hermana Fernanda, gracias por ser el significado de confianza, por cuidar de mí y enseñarme a cuidarme; gracias por llevarme de la mano a cumplir mis sueños. A Romario, por todas esas conversaciones llenas de sabiduría que me impulsaron a continuar con decisión y a reafirmarme en la mujer que soy hoy. A Evelyn y mis sobrinos, que llenaron mi corazón de amor y alegría mientras escuchaban mis anhelos y me recordaban lo importante que es seguir adelante.

Gracias infinitas a Jacobo, lo más importante en mi vida, mi inspiración para ser mejor cada día. Aunque tengas un corazón perruno, sé que estás orgulloso de tu mami y que nuestra conexión es única y eterna.

A Erick P., Paolo, Brian, Kathy, Erick R. y Emilia, gracias por ser mi refugio en los días difíciles, por transformar la universidad en un hogar y por regalarme una amistad que guardaré siempre en mi corazón. A Erick Ubilluz y Mateo agradezco que siempre hayan creído en mí y en lo que puedo lograr.

Gracias a la Universidad Técnica de Ambato por permitirme vivir la carrera de mis sueños y por ser el lugar donde encontré personas maravillosas que ahora considero mi familia. Agradezco especialmente a mis maestros, y en particular a Anderson, por confiar, guiar y apoyarme en este capítulo tan importante de mi vida.

Finalmente, gracias a todas las personas que formaron parte de estos cuatro años llenos de risas, lágrimas y aprendizajes. Este logro es tan mío como suyo, y espero que lo sientan en lo más profundo de su corazón.

Dayana Alexandra Carrasco Villena

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CONTENIDO **PÁGINA**

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA i
APROBACIÓN DEL TUTOR ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii
DERECHOS DE AUTOR iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
RESUMEN EJECUTIVO xii
ABSTRACT xiii
B. COTENIDOS
CAPÍTULO I 1
INTRODUCCIÓN 1
1.2 Justificación 4
1.2.1 Justificación teórica, metodológica (viabilidad) y práctica 4
1.3 Objetivos 8
1.3.1 Objetivo general 8
1.3.2 Objetivos específicos 8
CAPÍTULO II 9
MARCO TEÓRICO 9
2.1 Revisión de literatura 9
2.1.1 Antecedentes investigativos 9
2.1.2 Fundamentos teóricos 12
2.2. Hipótesis (opcional) y/o preguntas de investigación 26
CAPÍTULO III 27
METODOLOGÍA 27
3.1 Recolección de la información 27
3.2 Tratamiento de la información 29

3.3 Operacionalización de las variables 39
CAPÍTULO IV 42
RESULTADOS 42
4.1 Resultados y discusión 42
4.2 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación 76
CAPÍTULO V 83
CONCLUSIONES 83
5.1 Conclusiones 83
5.2 Limitaciones del estudio 85
5.3 Futuras temáticas de investigación 85
C. MATERIALES DE REFRERENCIA
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 86
ANEXOS 100

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO **PÁGINA**

Tabla 1 Tipos de propiedad intelectual. 19
Tabla 2 Diferentes indicadores con descripción. 23
Tabla 3 Interpretación de los coeficientes Rho de Spearman. 36
Tabla 4 Variable dependiente: Registro de patentes 39
Tabla 5 Variable Independiente: Desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología-Indicadores de ciencia y tecnología 40
Tabla 6 Estadístico descriptivo de las variables de estudio bloque G20. 59
Tabla 7 Estadístico descriptivo de las variables de estudio bloque sudamericano. .. 60
Tabla 8 Pruebas de normalidad de los registros de patentes y la capacidad de ciencia y tecnología. 62
Tabla 9 Correlación del registro de patentes farmacéuticas y biotecnológicas y las capacidades de ciencia y tecnología en países G20. 63
Tabla 10 64
Tabla 11 Modelo de efectos fijos 66
Tabla 12 Modelo de efectos aleatorios en el sector farmacéutico. 68
Tabla 13 Test de Hausman para datos de panel con datos del sector farmacéutico. . 69
Tabla 14 Modelos efectos fijos corregido. 70
Tabla 15 Modelo de efectos fijos 72
Tabla 17 Test de Hausman para datos de panel con datos del sector biotecnológico. 74
Tabla 18 Modelos efectos fijos corregido en el sector biotecnológico. 75
Tabla 19 Modelo de regresión con datos de panel de Efectos Fijos con corrección de supuestos en el sector farmacéutico. 79
Tabla 20 Modelo de regresión con datos de panel de Efectos Fijos con corrección de supuestos en el sector biotecnológico. 80

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO **PÁGINA**

Figura 1 Patentes farmacéuticas de los países G20..... 44
Figura 2 Patentes farmacéuticas de los países Sudamericanos. 45
Figura 3 Patentes biotecnológicas de los países G20..... 46
Figura 4 Patentes biotecnológicas de los países Sudamericanos. 47
Figura 5 Solicitudes de patentes residentes países G20. 48
Figura 6 Solicitudes de patentes residentes países Sudamericanos. 49
Figura 7 Artículos y publicaciones países G20..... 50
Figura 8 Artículos y publicaciones países Sudamericanos 51
Figura 9 Pagos por propiedad intelectual países G20. 52
Figura 10 Pagos por propiedad intelectual países Sudamericanos. 53
Figura 11 Recibos por propiedad intelectual países G20..... 54
Figura 12 Recibos por propiedad intelectual países Sudamericanos. 55
Figura 13 Gasto en I+D en países G20. 56
Figura 14 Gasto en I+D en países Sudamericanos..... 57
Figura 15 Solicitudes de patentes no residentes países G20. 100
Figura 16 Solicitudes de patentes no residentes países Sudamericanos. 100
Figura 17 Solicitudes de diseño industrial, personas residentes, por recuento países G20. 101
Figura 18 Solicitudes de diseño industrial, personas residentes, por recuento países G20. 101
Figura 19 Solicitudes de diseño industrial, personas no residentes, por recuento países G20. 102

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

TEMA: "DESARROLLO DE CAPACIDADES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL REGISTRO DE PATENTES EN ACTIVIDADES FARMACÉUTICAS Y BIOTECNOLÓGICAS EN PAÍSES DEL G20 Y SUDAMERICANOS"

AUTORA: Dayana Alexandra Carrasco Villena
TUTOR: Econ. Argothy Almeida, Luis Anderson Ph. D.
FECHA: Febrero 2025

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio analizó el impacto del desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en el registro de patentes en los sectores farmacéutico y biotecnológico de países del G20 y Sudamérica. El objetivo fue evaluar cómo variables relacionadas con innovación, como solicitudes de patentes, publicaciones científicas, diseño industrial y propiedad intelectual, influyeron en el registro de patentes y el desempeño en dichos sectores. Se utilizó una metodología de análisis de datos de panel con efectos fijos, considerando un total de 99 observaciones agrupadas en nueve grupos. Los resultados indicaron que, en el sector farmacéutico, variables como el gasto en investigación y desarrollo, y los recibos por propiedad intelectual tuvieron un efecto significativo y positivo, mientras que, en el sector biotecnológico, los pagos por propiedad intelectual y el diseño industrial por residentes resultaron determinantes. Sin embargo, algunas variables como las solicitudes de patentes por no residentes y los artículos científicos no mostraron un efecto significativo en ambos sectores. El estudio destaca la importancia del gasto en investigación y desarrollo como un motor clave para impulsar la innovación y la productividad tecnológica, así como la relevancia de fortalecer las políticas de propiedad intelectual para fomentar la competitividad en las regiones de estudio. Además, se subrayó la necesidad de estrategias que integren a los sectores académicos y empresariales para optimizar el efecto de las capacidades tecnológicas en los mercados internacionales.

PALABRAS DESCRIPTORAS: PATENTES, CIENCIA, FARMACÉUTICO, BIOTECNOLÓGICO, INNOVACIÓN.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDITING
ECONOMICS CAREER

TOPIC: "DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY CAPABILITIES IN THE REGISTRATION OF PATENTS IN PHARMACEUTICAL AND BIOTECHNOLOGICAL ACTIVITIES IN G20 AND SOUTH AMERICAN COUNTRIES."

AUTHOR: Dayana Alexandra Carrasco Villena
TUTOR: Econ. Argothy Almeida, Luis Anderson Ph. D.
DATE: Febrary 2025

ABSTRACT

The study analyzed the impact of developing science and technology capabilities on patent registration in the pharmaceutical and biotechnological sectors of G20 and South American countries. The objective was to evaluate how innovation-related variables, such as patent applications, scientific publications, industrial designs, and intellectual property, influenced patent registration and performance in these sectors. A panel data analysis methodology with fixed effects was applied, considering a total of 99 observations grouped into nine clusters. The results showed that, in the pharmaceutical sector, variables such as research and development expenditure and intellectual property receipts had a significant and positive impact, while in the biotechnological sector, intellectual property payments and industrial design by residents were key determinants. However, variables such as patent applications by non-residents and scientific articles did not show a significant effect in either sector. In conclusion, the study highlighted the importance of research and development expenditure as a key driver of innovation and technological productivity, as well as the relevance of strengthening intellectual property policies to foster competitiveness in the region. Furthermore, it emphasized the need for strategies that integrate academic and business sectors to optimize the impact of technological capabilities in international markets.

KEYWORDS: PATENTS, SCIENCE, PHARMACEUTICAL, BIOTECHNOLOGY, INNOVATION.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

En el escenario de las últimas décadas de la economía de innovación, aun cuando la ciencia y la tecnología avanzaron, diversos países mantienen problemas para progresar tecnológicamente y ser competitivos a nivel internacional, esto impide registrar y proteger sus innovaciones. Según Gyedu et al., (2024) la innovación es pilar fundamental para el crecimiento económico y mantiene estrecha relación con los derechos de propiedad intelectual y las patentes, tiene un efecto en la economía. Por tanto, es importante el estudio de los indicadores que permitan medir el efecto de la ciencia y tecnología en el desarrollo de capacidades de Ciencia y Tecnología (CyT) con la finalidad de explicar la transferencia de conocimiento dentro de la industria (Molina et al., 2020).

La innovación surge con la finalidad de responder a las necesidades con mayor efectividad en el mundo, de acuerdo al Consejo Nacional de la Competitividad, (2023) en distintas regiones es evidenciable el progreso que tuvo el índice mundial de la innovación. La lista estuvo liderada por América del Norte y Europa, consecutivamente del sudeste asiático que comprende Asia Oriental y Oceanía. Además, Europa resalta con la mayor cantidad de lideres en innovación entre los 25 primeros, 16 en total y diferenciándose del año 2022 con una unidad más. Por parte de América Latina y el Caribe, el desarrollo se evidencia en los niveles de innovación que mantienen, así, Brasil y Jamaica tienen resultados positivos, por el contrario, Costa Rica redujo sus resultados en el contexto de su nivel de desarrollo (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), 2023).

Además, el Índice Global de Innovación (IGI) en 2023 fue en promedio 32,50 a nivel mundial, donde Suiza, Suecia, Estados Unidos, Reino Unido y Singapur ocuparon los primeros lugares. Todo esto es el resultado de políticas públicas sostenibles a lo largo de años consecutivos de liderazgo, la principal razón se debe a su inversión en investigación y desarrollo (Consejo Nacional de la Competitividad, 2023; Tschanz et al., 2020).

Por otra parte, el desarrollo del comercio corporativo y la creciente interconexión económica impulsan a las naciones a buscar mayor uniformidad en sus leyes de propiedad intelectual, con el fin de establecer un marco jurídico más confiable y consistente a escala mundial que permita progresar de manera competitiva (Carrillo et al., 2022). Las ideas y el conocimiento son la base de la economía de la innovación con un impacto directo en el crecimiento de cada nación, en este contexto, se ha demostrado que en los países MENA (Mundo Árabe Middle East and North of Africa) el acceso al capital humano y la investigación son esenciales para mejorar sus indicadores económicos (Barkhordari et al., 2019). Esta tendencia resalta la necesidad de implementar estrategias que promuevan la innovación y protejan la propiedad intelectual, al ser fundamentales para impulsar el crecimiento económico y la competitividad en un mundo cada vez más interconectado y centrado en el conocimiento.

En 2022, según (World Intellectual Property Organization, 2023) se observó un notable incremento en las solicitudes de patentes a nivel global, alcanzó un total récord de 3,46 millones, este crecimiento fue liderado por China, seguido por Estados Unidos y Japón. No obstante, a pesar del aumento generalizado, algunos países enfrentan dificultades debido a la incertidumbre económica mundial. En países como España las patentes son un eje fundamental de estudio al ser relacionadas positivamente de manera bidireccional, como fuente de apoyo a la relación con I+D con efecto en la innovación en diversas industrias (Choi & Kim, 2018). Por otro lado, en India la propiedad intelectual forma parte crucial dentro de las inversiones, al ser considerado un indicador efectivo de innovación, es así como, las patentes evidencian el efecto en gestionar mejor sus recursos en I+D (Burhan et al., 2017), adicionalmente, a través de la implementación de nuevas ideas y tecnologías, las empresas pueden producir más utilizando los mismos recursos, lo que no solo eleva la producción, sino que también mejora los honorarios y la rentabilidad empresarial (Banco Central Europeo, 2017).

En países de América Latina, la economía del conocimiento es un campo de estudio reciente, en Colombia la indagación y evolución de patentes ligada directamente con la aplicación tecnológica tienen efectos significativos en los derechos de salud, esto debido a la necesidad de esta ciencia de evolucionar de la mano de la tecnología,

adicionalmente, las patentes se establecen como ejes fundamentales en la construcción de economías dinámicas y prósperas, la cuales fomentan un ambiente propicio para la creación y aplicación de tecnologías disruptivas en el mismo país (Romero, 2021).

La I+D y la innovación deben ser ajustados constantemente debido a los desafíos socioeconómicos enfrentados, adaptándose a la realidad jurídica, económica y social especialmente en industria de demanda tecnológica (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), 2024), es por esto que, en los países en vías de desarrollo busca mejorar su tendencia de aporte en cuanto al capital humano y, aun cuando las patentes son reconocidas como indicador de innovación, se cuestiona su eficacia en cuanto al avance en I+D y tecnología.

En el Informe de Competitividad Global edición 2018 ningún país latinoamericano sobresale en cuanto a solicitudes de patentes, Chile considerado pionero es el mejor posicionado en el puesto 48, seguido por Brasil en el lugar 54 y Uruguay en 57 (Schwab, 2018), esto refleja la falta de protagonismo de la investigación en cada una de las economías y la falta de concentración en innovación.

La conceptualización de la problemática recae en la relevancia de los efectos que generan los indicadores de ciencia y tecnología dentro de la economía en múltiples contextos. La trascendencia económica de las patentes se manifiesta en su capacidad para estimular la innovación, posicionándolas como un elemento crucial para el progreso financiero de una nación. Estudios como el realizado en Venezuela revelan como la gestión de la innovación tecnológica se relaciona directamente a la información de patentes, siendo estas las que actúan como un poderoso motor o, por el contrario, retardan el crecimiento económico de manera sustancial (Aponte, 2016). En este escenario se evidencia la interrelación de la innovación y la economía del conocimiento en panoramas reales de países latinos.

El conocimiento adquiere una gran importancia en la economía actual, debido a la inversión en la jerarquía de los factores de desarrollo, que otorgan mayor relevancia a los elementos intangibles (Marquina & Rozga, 2015). Beltrán et al., (2018) afirma que en México se observó el aumento en la inversión en investigación y desarrollo (I+D) y su impacto positivo en el impulso del crecimiento económico, en efecto se traduce en invenciones, mediante el número de patentes como un indicador clave. Por tal

razón, existe un patrón de actividad positiva entre una mayor inversión de recursos en investigación y desarrollo (I+D) y una mayor propensión a patentar.

Es decir, la evolución constante en cuanto a tecnología e inversiones en I+D plantean desafíos de las capacidades de un país para innovar y estos se reflejan en la producción como resultado de la aplicación de conocimientos. Así, el registro de patentes consta como un indicador clave que protege la propiedad intelectual y mide su competitividad global. Argothy et al., (2020) estableció la importancia de la I+D en el desarrollo de la propiedad industrial en Ecuador y en la evolución de la misma, dando protagonismo a la creación de conocimiento y a la tecnología.

Además, la inversión en ciencia y tecnología por parte de las empresas es un factor crucial para la creación de nuevo conocimiento, debido a que esta inversión genera beneficios tanto sociales como económicos al introducir innovaciones en el mercado (Barkhordari et al., 2019). La propiedad intelectual, especialmente las patentes, están estrechamente ligadas con la innovación y el desarrollo de nuevos productos y tecnologías, fundamentalmente en sectores de demanda tecnológica como la industria farmacéutica y biotecnológica, mejorando no solo la calidad de los productos sino, además, la disponibilidad de que estos sean innovadores conduciendo así a innovaciones disruptivas (Bassem & Osta, 2022; Dai & Watal, 2021).

1.2 Justificación `

1.2.1 Justificación teórica, metodológica (viabilidad) y práctica

La innovación se puede entender como modificaciones en la tecnología, es decir, cualquier uso productivo de conocimiento que sea nuevo para la empresa y que se haya introducido con éxito en el mercado (Suárez; Diana et al., 2020). Además, las patentes permiten a ciertas empresas obtener una posición monopólica temporalmente, esto rompe el equilibrio existente en el mercado. Para contrarrestar esta ventaja, las demás compañías se ven forzadas a innovar y desarrollar nuevos productos o procesos que les permitan competir. Este ciclo de "destrucción creativa" impulsada por los desequilibrios transitorios incentiva la innovación continua que avalan los postulados de la teoría schumpeteriana (Schumpeter Joseph, 1934, 1947).

Las actividades innovadoras en sectores de alta tecnología como la farmacéutica y biotecnológica son fundamentales para el desarrollo económico según la visión schumpeteriana. Las patentes registradas en estos campos representan los esfuerzos de empresarios innovadores por implementar combinaciones de medios de producción que disrumpen los mercados existentes. Este proceso de "destrucción creativa" genera oleadas de innovaciones que reemplazan productos, procesos y empresas obsoletas que generan ciclos de crecimiento económico (Croitoru, 2012).

Al hablar de economía de la innovación surge Romer (1990) que, resalta el conocimiento y la innovación como los principales impulsores del progreso económico. De acuerdo con ella, el crecimiento económico no solo depende de factores como el capital y la mano de obra, sino que también está determinado por la acumulación de saberes y los avances tecnológicos, en este contexto el conocimiento es considerado un factor de transformación. La idea clave es que el desarrollo económico no se basa únicamente en los recursos tradicionales como el capital y el trabajo, sino que el conocimiento y el progreso tecnológico derivado de la innovación tienen un papel fundamental para impulsar el crecimiento económico sostenido de un país o región (Arjun et al., 2020; Gómez et al., 2022; Romer, 1990).

Es importante la teoría económica y la principal que utiliza es el modelo de Aghion que abre panorama sobre la relación entre competencia e innovación. La competencia puede aumentar los beneficios incrementales derivados de la innovación y, por tanto, fomentar las inversiones en I+D destinadas a desvincularse de la competencia. Esto debería ser particularmente cierto en sectores donde las empresas establecidas operan a niveles tecnológicos similares (Aghion et al., 2005).

Las patentes desempeñan un rol fundamental en la protección de la innovación en mercados extranjeros y en el logro de una ventaja competitiva en el comercio internacional. Al otorgar derechos exclusivos de explotación en los países donde se solicitaran y concedieron, las patentes permiten a las empresas introducir sus productos innovadores en nuevos mercados sin temor a la imitación o competencia desleal por parte de empresas locales (Porter, 1990). Esta protección legal de la propiedad intelectual es clave para que las empresas puedan aprovechar su ventaja tecnológica y obtener mayores beneficios antes de que los competidores locales puedan reproducir

o imitar su producto (Maskus, 2000). Además, las patentes actúan como una barrera de entrada basada en la diferenciación del producto, las cuales permiten obtener a las empresas extranjeras una ventaja competitiva frente a los rivales locales que carecen de dicha innovación (Hill & Jones, 2011). En este sentido, las patentes se alinean con la teoría de la ventaja competitiva de Porter (1985), quien destaca la importancia de la innovación y la propiedad intelectual como factores avanzados que promueven la competitividad de una empresa o nación en el mercado global.

De esta forma, el marco teórico sustentado por Porter, así como modelos como el de crecimiento endógeno que resaltan la importancia del conocimiento y la innovación, brindan un sólido respaldo para que países en vías de desarrollo implementen políticas orientadas a fortalecer su régimen de patentes y fomentar la innovación tecnológica como motores de una mayor competitividad exportadora de manufacturas de alto valor agregado en el comercio global.

Los sectores farmacéutico y biotecnológico desempeñan un papel crucial en la economía global y el desarrollo científico, lo que subraya la importancia de este estudio para gremio local, nacional y mundial porque son industrias que contribuyen significativamente al avance de la salud pública y la innovación tecnológica. Según el informe anual de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), a pesar de la caída en las solicitudes globales de registro de marcas y diseños, se presentaron 3,46 millones de solicitudes de patentes en 2022. Este número marca el tercer año consecutivo de crecimiento en este ámbito. Estos datos subrayan la importancia de la innovación a nivel mundial y reflejan tendencias positivas en la actividad de propiedad intelectual, a pesar de los desafíos en otros sectores (Organización Mundial de Propiedad Intellectual (OMPI), 2023).

Además, es importante reconocer que la industria farmacéutica es de alto impacto investigativo y gracias al estudio de patentes y la innovación en productos farmacéuticos se relaciona a estas dos variables y sus mercados (Grabowski, 2002), sin embargo, surge la necesidad de investigarlo en conjunto para potenciar los resultados en países específicos y esto se lo ha visto desde años atrás. En este contexto, (Lanjouw et al., 1996) mencionan diferentes modelos desarrollados para estimar la distribución del valor de la protección de patentes y el flujo global de retornos de las

patentes. Además, se resalta la necesidad de más investigaciones en esta área para explorar la relación entre el valor de las patentes y los factores económicos.

Es así como, este trabajo se la realizó con la finalidad de servir de instrumento informativo para futuras investigaciones, toma de decisiones para instituciones gubernamentales y privadas, industria farmacéutica y biotecnológica, sociedad en general, entre otros. Según Duggan, Garthwaite, & Goyal (2014) los futuros innovadores de nuevos medicamentos son, potencialmente, los principales beneficiarios, siempre que el sistema de patentes ofrezca los incentivos necesarios para fomentar la inversión en investigación y desarrollo.

Además, mediante una revisión exhaustiva de la literatura, se identificaron teorías e investigaciones relevantes sobre el desarrollo de capacidades científico-tecnológicas y su relación con el patentamiento en los sectores farmacéutico y biotecnológico. Esta revisión sistemática fundamentó la formulación de preguntas e hipótesis, guiado por la selección de métodos para recopilar información sobre patentes e indicadores de ciencia y tecnología en países del G20 y sudamericanos.

La disponibilidad de los datos por su parte no revistió ninguna limitación en el estudio de alcance explicativo, integró diversas fuentes de datos, incluyendo bases de patentes internacionales como PATSTAT y la OCDE, además, estadísticas de ciencia y tecnología de la UNESCO, Banco Mundial. Se procesaron los datos por medio de herramientas estadísticas y econométricas por medio Software Stata versión 16.0 para análisis descriptivos, y un modelo de datos de panel para explicar el objetivo explicativo.

De acuerdo a la bibliometría de SCOPUS estas variables revisten mucha importancia de hecho desde el año 2004 con un aumento progresivo siendo los años 2013, 2017 y 2022 los de mayor relevancia dentro del estudio de las variables. Por tanto, esta investigación contribuye a comprender mejor la relación entre las capacidades científico-tecnológicas nacionales y la innovación patentada en sectores intensivos en conocimiento. Los resultados pueden ser valiosos para responsables políticos, empresas farmacéuticas y biotecnológicas, así como para instituciones académicas y de investigación. Además, este estudio puede informar estrategias para fortalecer los

sistemas nacionales de innovación y fomentar la competitividad en industrias clave para el desarrollo económico y el bienestar social.

1.2.2. Formulación del problema de investigación

¿Cuál es el efecto del desarrollo de capacidad de ciencia y tecnología en la situación de patentes el sector farmacéutico y biotecnológico en países del G20 y Sudamericanos?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Establecer la incidencia del desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en el registro de patentes en actividades farmacéuticas y biotecnológicas en países del G20 y Sudamericanos, aportando a la explicación del desarrollo tecnológico y la innovación.

1.3.2 Objetivos específicos

Describir la situación del registro patentes y desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en actividades farmacéutica y biotecnológica en países del G20 y Sudamericanos.

Identificar la relación entre patentes y desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en actividades farmacéutica y biotecnológica en países del G20 y Sudamericanos.

Estimar el impacto del desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en el registro de patentes en actividades farmacéutica y biotecnológica en países del G20 y Sudamericanos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de Literatura

2.1.1 Antecedentes investigativos

La innovación es motivo de investigación por su importancia dentro del crecimiento y desarrollo económico a nivel nacional e internacional, además, resalta diversas ventajas y avances significativos que, aún no son homogéneas a nivel global debido a la brecha de inversión entre países (Rojo et al., 2019). Por tanto, en los últimos años se realizaron investigaciones resaltando la relevancia de la propiedad intelectual y su efecto, Moser (2016) especificó que la innovación es catalogada como motor principal del crecimiento económico sostenible y, adicionalmente, abre el panorama de pensamientos tradicionales rompiendo paradigmas. Además, las patentes como derecho de propiedad intelectual y medida de innovación cumplen múltiples funciones en el ámbito político, económico y social, en consecuencia, es de vital importancia resaltar la relación entre la investigación científica y el desarrollo de tecnología industriales entendidas bajo el sistema de patentes (Chang, 2018; Mann, 2017).

La innovación debe enlazarse con la protección hacia las invenciones y la inversión para que estas puedan crecer. Según Gyedu et al., (2024) la relación entre la propiedad intelectual, I+D, marcas registradas y el protagonismo de las políticas públicas, al ser estas no excluyentes permiten el análisis de las variables de manera no estructurada y evidencia su efectividad. Además, se delimita que en diferentes industrias como en el campo de la nanotecnología las patentes como derecho de propiedad intelectual es considerada la referencia para la mayoría de subclases a diferencia de las patentes con Literatura No Patentada (NPL), así destaca el papel principal de la tecnología y la investigación (Fadavi & Mansouri, 2022).

En el mundo, la economía de la innovación es el nuevo eje de estudio económico de la mano a la economía del conocimiento. Por ejemplo, investigaciones que relacionan a estas economías destacan la compleja interacción del conocimiento sobre el proceso de crecimiento económico en la región MENA, en donde el capital humano y la

investigación mantiene números positivos de efecto (Barkhordari et al., 2019), por otro lado, aun cuando el papel de la innovación ha tomado fuerza es de total evidencia las diferencias en los resultados por efecto de su inversión en recursos de innovación, Burhan et al., (2017) resalta los motivos de presentación de las patentes en India por los investigadores y la evolución de la innovación medida a través de las mismas. Adicionalmente, en Suecia se indaga como la innovación abierta refuerza la importancia de patentes como método de protección tecnológica, es decir, cómo los motivos de patentamiento se relacionan con las estrategias tecnológicas en el país (Holgersson & Granstrand, 2017).

Sin embargo, el estudio a nivel global permite evidenciar el reflejo de la patentabilidad en diferentes contextos, así como las patentes contribuyen a la introducción en el mercado de productos innovadores en países con ingresos altos, sucede lo contrario en caso de países de bajos ingresos, de esta manera se abre el panorama de cuestionamiento a las patentes solo como una medida de innovación (Dai & Watal, 2021). Además, las patentes pueden ser evaluadas a partir de la calidad de conocimiento que contienen, mediante la relación entre patentes que citan publicaciones científicas de alta calidad y su significancia superior a aquellas que no lo hacen o que citan ciencia con calidad menor (Poege et al., 2019). De igual manera, en países europeos y Estados Unidos se estudia el impacto de las patentes en la innovación y el incentivo de una mayor difusión tecnológica con una mayor inversión en I+D (Hegde et al., 2023).

A nivel latinoamericano, la disponibilidad pública de recursos relacionados con CyT surge como una regulación basada en la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) (Santamaria & Madariaga, 2019). Por tanto, en busca de formar parte de la elite del conocimiento e innovación investigan casos reales para evidenciar las fallas y proponer soluciones. En Ecuador y Colombia se mantienen situaciones parecidas debido a su localización regional y los precedentes socioeconómicos, en investigaciones previas a esta se analiza la evolución del panorama tecnológico en donde se planteó a este como un indicador de ciencia y tecnología, medido bajo las solicitudes de patentes (Lascano et al., 2021; Romero, 2021). La innovación bajo el concepto de la economía del conocimiento se refleja en la influencia de la tecnología

dentro de las industrias comerciales y de las políticas enfocadas a capital humano e innovación (Gómez et al., 2022).

Además, en Venezuela la situación es intrínsecamente ligada a la información en patentes, las cuales no determinan específicamente la sostenibilidad y desarrollo económico, sin embargo, permite la evaluación del desarrollo tecnológico en la nación y plantea la importancia de la norma de regulación en ciencia y tecnología (Marquina & Rozga, 2015). Por el contrario, en México se evidenció el efecto positivo de la interacción entre mayor inversión de recursos en I+D y su efecto directo en el desarrollo y crecimiento del país por medio de una aproximación de patentes (Beltrán et al., 2018). En estas dos naciones latinas económica, política y socialmente diferentes la importancia de la innovación se evidencia, aunque en sentidos contrarios.

En Ecuador, el campo de la innovación surge como un tabú entre investigaciones, en el estudio de Argothy et al., (2020) se indaga como en la industria manufacturera ecuatoriana existe la correspondencia entre la capacidad de patentamiento y la I+D, dando cabida para la explicación de la importancia de la innovación e incentivo del desarrollo por medio de estas. Al hablar de innovación las repercusiones surgen no solo en la evidencia de las solicitudes de patentes, además, en la calidad dentro de diferentes industrias. En diferentes mercados el protagonismo de patentar es investigado bajo la innovación, la industria farmacéutica y biotecnológica es considerada un clúster de tecnología por su necesidad intrínseca, es así, como los indicadores de CyT son indispensables en estas áreas.

La industria farmacéutica es un campo ampliamente estudiado, en India se planteó la introducción del sistema de productos farmacéuticos y su relación con los ingresos de ventas, esto permitió la valoración del crecimiento del mercado (Duggan et al., 2014). Además, es importante analizar las patentes en otro contexto, por ejemplo, la denominada co-patentación, que se resume como un conjunto de corporaciones encargadas de un solo derecho de patentación y el efecto que tiene dentro de economías disruptivas, es decir, como la co-patentación aporta a la innovación abierta y a la evolución en sectores de concentración de I+D como el farmacéutico (Bassem & Osta, 2022).

Adicionalmente, la necesidad investigativa obliga a la sociedad a colaborar para obtener resultados. Es así como, en campos desagregados de la medicina y la biotecnología surge el estudio del desarrollo de las patentes biofarmacéuticas en el mundo con un enfoque especial en América Latina, se profundiza en la dinámica de la innovación y el papel de la propiedad intelectual entre Estados Unidos, países europeos, países asiáticos y resalta la participación de Brasil, Argentina, y México (Barragán et al., 2022). De igual manera, Cascajares et al., (2020) plantea el análisis en primer plano de España y su contribución científica dentro del campo de la medicina bajo el parámetro de publicaciones citadas en el patentamiento internacional, además, de la colaboración con Estados Unidos, Reino Unido y Alemania al ser considerados países socios en el derecho de propiedad intelectual en el campo de la medicina.

Por otro lado, dentro de la ciencia y tecnología la educación cumple un papel fundamental, así las universidades adoptaron patentes como una herramienta clave para proteger los resultados de investigación con un enfoque principal en biotecnología y fomentan la transferencia de tecnología y el desarrollo económico (Damjanović & Spalević, 2020). También, en países como en Brasil se analiza las redes de cooperación tecnológica y las patentes en biotecnología que destaca la importancia de la cooperación en redes para el desarrollo de innovaciones, particularmente en un campo tan complejo como este en donde la multidisciplinariedad es clave (Silva et al., 2022). Por otro lado, el incremento de la financiación en Institutos Nacionales de Salud estimula el desarrollo de patentes del sector privado y refleja la importancia de patentes de las empresas farmacéuticas y biotecnológicas (Azoulay et al., 2019).

2.1.2 Fundamentos teóricos

Teoría del crecimiento endógeno

Una de las teorías más influyentes dentro de la contextualización e historia de la innovación es la teoría del crecimiento endógeno, que se centra en cómo la acumulación de conocimientos y la innovación tecnológica son fundamentales para el crecimiento sostenido, formulada por Paul Romer, especialmente en su modelo de 1986 y en trabajos posteriores de 1990 (Romer, 1986, 1990), se enfoca en el impacto

de las ideas, la innovación y el conocimiento en el crecimiento económico. Romer argumenta que este crecimiento no proviene de factores externos, sino que es el resultado de decisiones económicas y políticas internas que fomentan el avance mediante la acumulación de conocimiento en donde se demuestra los retornos crecientes de la acumulación de capital humano y el conocimiento pueden sostener un crecimiento continuo (Romer, 1986, 1994). Además, el nuevo conocimiento, que incluye descubrimientos y avances técnicos, generado por empresas que invierten, se propaga a un gran número de otras empresas. Como consecuencia de los efectos de derrame del conocimiento, los rendimientos del capital dejan de disminuir a nivel general en la economía (Thach, 2021).

La innovación y el conocimiento son el motor fundamental del crecimiento, debido a que no se consideran bienes rivales, es decir, una vez que se descubre una idea, como una fórmula médica puede ser utilizada al mismo tiempo por numerosas personas o empresas sin que se agote (Jones, 2019; Romer, 1994). Esta propiedad permite que el conocimiento genere un crecimiento con rendimientos crecientes a escala, debido a que el mismo recurso intelectual puede aplicarse de manera reiterada en diversos contextos y sectores económicos sin perder su valor (Fine, 2000). La perspectiva de la teoría del crecimiento endógeno sobre la formación de capital humano y la materialización física del conocimiento en las personas implica que se debe integrar el papel de apoyo al crecimiento en la producción de salud y los servicios que fomentan la acumulación de capital humano dentro de un contexto de crecimiento endógeno (Van Zon & Muysken, 2001).

Además, Arrow (1962) sostiene que la generación de nuevos conocimientos, como métodos de producción más eficientes y las habilidades necesarias para aplicarlos en el entorno laboral, es un subproducto de la mecanización, la cual se mide a través de la relación entre capital y trabajo. Y a su vez, a través de la frase *"learning by doing"* explica como la especialización dentro de una actividad permite profundizar su conocimiento y potenciar la eficiencia de producción. Así, en busca de operar nuevas tecnologías, se genera esfuerzo por aprender las últimas tecnologías, descubren nuevas formas de organización de la producción y buscan nuevas ideas para mejorarlo (Thach, 2021), investigaciones de los últimos años aseguran que el crecimiento económico

mediante la teoría del crecimiento endógeno va de la mano de la innovación y de la introducción de una economía disruptiva (Cristescu & Nerișanu, 2021; Prieto & Tejedor, 2020).

Teoría de la Innovación

La economía de la innovación se centra en el papel que desempeña la innovación en el desarrollo económico y social, focalizado en la transferencia y aplicación de nuevos conocimientos y tecnologías. La innovación es referenciada bajo la conceptualización de Schumpeter (1934) para enfatizarla como el motor principal del crecimiento económico y del cambio en las estructuras productivas, además de definirla como un cambio basado en conocimiento que genera valor para la empresa y que como resultado se obtiene nuevos productos, servicios o procesos de producción que son significativamente mejorados (Rojo et al., 2019), adicionalmente, Rogers (1962) sugiere que "una innovación es una idea, práctica u objeto que es percibido como nuevo" (p. 151).

Además, dentro de la historia de la innovación se reconoce un proceso de "destrucción creativa" basada en como las nuevas tecnologías pueden suplantar a las de los antiguas y generar un nuevo panorama disruptivo de economía (Becker & Knudsen, 2002; Schumpeter, 1980). Por tanto, para Schumpeter el capitalismo se conforma por ciclos motivados por innovaciones tecnológicas, bajo la noción de que estos cambios se producen en ciclos, esta corriente se enfoca en dos aspectos fundamentales en el proceso de producción: en primer lugar, comprender el origen de las innovaciones, su naturaleza y su función en la economía; y, en segundo lugar, examinar la conexión entre estos ciclos tecnológicos extendidos y su efecto en la estructura social (Quevedo, 2019).

Schumpeter (1980) considera la función de producción de la siguiente manera

$$PIB = (FP, T, ASC) \quad [1]$$

Donde:

• *PIB* es el Producto Interno Bruto

• *FP* son los Factores productivos o materiales del proceso de producción (trabajo, recursos naturales y medios de producción producidos).

• *T* es la tecnología

• *ASC* son los Aspectos Socio- culturales

Por tanto, la innovación es un eje de crecimiento económico el cual se considera dinámico y estructurado, es decir, la innovación puede ser reconocida como un proceso complejo al concebido de distintas maneras, y una de ellas es la interrelación que mantiene con instituciones y organizaciones para evidenciar su efecto (Cascajares et al., 2020), Freeman (1987) introduce el concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI) definiéndolo como el conjunto de instituciones políticas y prácticas que afectan la creación, desarrollo y difusión de innovaciones en un país, además, destaca que la cooperación permite tener efectos reales y positivos de la innovación en la economía. Por otro lado, la adopción de la innovación cuenta con distintas percepciones y basada en la teoría de la difusión de innovaciones busca explicar cómo una nueva idea pasa por diversas etapas antes de ser adoptada por diferentes personas y a su vez refleja como la innovación es inmiscuida en la vida cotidiana (Rogers, 1962), denominación reforzada por Nelson & Winter (1982) que remarca la importancia del papel de la innovación y el cambio tecnológico como motor del desarrollo económico, además, de resaltar las diferencias persistentes entre empresas en términos de productividad.

Sin embargo, Phelps (2013) abre el panorama de la innovación cerrada basada en los incentivos de I+D de las empresas de manera interna y resalta con énfasis en como la innovación basada en la colaboración externa puede debilitar los incentivos y las capacidades de cada empresa para innovar por sí misma, es decir, la mejor forma para innovar será permitir a las empresas tener el control de sus conocimientos y tecnologías basadas en innovación cerrada. Idea reforzada por investigaciones en la última década como la teoría de Arora et al., (2016) que especifica como dentro de ciertos sectores intensivos en I+D como el farmacéutico, las empresas obtienen mejores resultados manteniendo un enfoque más cerrado de innovaciones, lo cual

permite llegar a la paradoja de apertura la cual sintetiza como regularmente la generación de innovaciones suele demandar apertura, mientras que su comercialización de innovaciones necesita protección (Laursen & Salter, 2014).

Así la teoría de la innovación surge con la intención de explicar cómo estas invenciones introducidas al mercado actúan dentro de la economía, pues es considerada un impulsador del crecimiento y desarrollo económico (Burhan et al., 2017; Fadavi & Mansouri, 2022; Gyedu et al., 2024). Por otro lado, la transformación hacia una economía del conocimiento implica reconocer el papel fundamental que juegan la ciencia, las tecnologías más avanzadas y las innovaciones en la economía mundial. Esto brinda a los países ricos en recursos la oportunidad de superar su situación actual y evolucionar hacia naciones con un desarrollo tecnológico avanzado y un alto nivel de cualificación, fundamentándose en la conversión del conocimiento en una fuente de valor y en el motor del crecimiento económico (Podra et al., 2020). El enfoque evolutivo se vincula a una perspectiva particular sobre los procesos que fundamentan las interacciones entre la innovación, las instituciones tecnológicas y la dinámica económica (Malerba, 2002; Metcalfe, 2014; Nelson & Winter, 2002). Este enfoque sugiere que para comprender cómo se producen cambios en la economía, es esencial analizar cómo la innovación se relaciona con las instituciones que la facilitan y cómo estas afectan el comportamiento económico (Hang & Chen, 2021; Malerba & McKelvey, 2020).

Teoría de conocimiento

De la mano de la innovación surge el conocimiento como base de transformación económica y así, la idea de alcanzar una innovación efectiva, para esto es esencial combinar conocimientos de diversas áreas dentro del ecosistema innovador, es decir, este proceso se potencia cuando los colaboradores intercambian y fusionan distintos tipos de saberes, genera sinergias que fomentan el desarrollo de nuevas ideas (Grant, 1996; Robertson et al., 2023). Por tanto, en un mundo de constante cambio, el conocimiento forma parte de los recursos más valiosos e indispensables que son considerados el motor de desempeño de la innovación (Barney, 1991).

Carayannis & Campbell (2009) presentan un modelo sobre el "Modo 3 y la Cuádruple Hélice", en donde la innovación sitúa al conocimiento como el elemento central de la economía de la innovación, además, promueve la colaboración entre diversos actores dentro de un sistema interconectado y dinámico. Al incluir a la sociedad civil como un cuarto actor clave, junto con el gobierno, la industria y la academia, se enfatiza que el conocimiento es un recurso esencial y se distribuye a lo largo de todas las esferas sociales, crea no solo valor económico, sino también social y ambiental (Carayannis & Campbell, 2009; Pérez, 2024).

Desde el enfoque de innovación con énfasis en el conocimiento, este se considera tanto un recurso fundamental como una habilidad estratégica, por tanto, para las empresas es vital gestionar y maximizar el uso del conocimiento de forma efectiva para lograr y sostener una ventaja competitiva (Spender, 1996). Por tanto, las empresas necesitan conocimientos y habilidades para fomentar la innovación, los cuales se encuentran en gran medida en sus empleados, estos aportan un conjunto único de competencias técnicas y experiencias prácticas al entorno laboral (Wang & Wang, 2012). Además, la innovación, en el proceso de creación de valor, depende en gran medida del capital humano, ya que los trabajadores no solo cuentan con el conocimiento especializado, sino que también ofrecen habilidades interpersonales, creatividad y adaptabilidad, esenciales para enfrentar un entorno competitivo (Li et al., 2019).

Es importante resaltar al conocimiento en el contexto actual, pues el potencial de innovación refleja la capacidad del sistema para generar nuevos conocimientos a partir de los que ya posee, esto se relaciona con la teoría del capital humano y los enfoques contemporáneos para su desarrollo. Según Shevchenko & Druzyaka, (2021) preparar un sistema significa aprovechar el conocimiento que ya tenemos para transformarlo en innovación, llevar esa innovación al mercado y, con ello, generar un impacto económico. Además, la economía del conocimiento se fundamenta en la utilización intensiva del capital intelectual, así como en el potencial científico y técnico de los trabajadores y el "know-how" de la empresa, considerándolos recursos esenciales para su desarrollo estratégico, es decir, este modelo económico se centra en el crecimiento de las organizaciones y el bienestar humano, con el objetivo de aumentar la productividad, disminuir costos y atraer talento (Berger, 2013; Shumikhin, 2017). Así

mismo, el progreso del conocimiento en este tipo de economía está estrechamente relacionado con la innovación continua, por tanto, sin la adopción de nuevas innovaciones, el avance en el nivel de conocimiento se detiene (Isametdinovna, 2022).

Además, investigaciones como la de Barkhordari et al., (2019) exploran la conexión entre la economía del conocimiento y el crecimiento económico en los países de la región MENA. Utilizó un modelo en panel dinámico que incorpora paneles para el periodo 2010-2015, analizan indicadores fundamentales como el capital humano, las instituciones, la infraestructura y la sofisticación empresarial. Los hallazgos revelan que estos elementos clave de la economía del conocimiento influyen de manera positiva y significativa en el crecimiento económico de la región. Con base en estos resultados, los autores concluyen que es crucial fortalecer las políticas relacionadas con el conocimiento para fomentar el crecimiento en los países MENA, sugieren inversiones en educación, investigación y desarrollo, así como mejoras en infraestructura para facilitar la transición hacia economías basadas en el conocimiento.

Derechos de propiedad intelectual

Los derechos de propiedad intelectual son herramientas que resguardan y facilitan a los innovadores y creadores la posibilidad de obtener beneficios económicos de sus nuevas ideas y productos (Jain, 1996). La OMPI (2021) reconoce que la propiedad intelectual abarca todo aquello que surge de la creatividad humana, como obras de arte, inventos, software, marcas y otros elementos usados en el comercio. Además, estos derechos otorgan al creador un uso exclusivo de su obra por un tiempo determinado y, por lo general, se dividen en dos categorías principales: derechos de autor y derechos relacionados, así como propiedad industrial (Organización Mundial del Comercio, 2008).

Estos derechos otorgan un marco legal que regula la difusión y comercialización de las innovaciones, además de permitir penalizar su uso sin autorización. Su función es fundamental en la economía global, debido a que afectan la rentabilidad de la investigación y las recompensas asociadas a la actividad creativa, lo que a su vez fomenta el crecimiento económico y el desarrollo a nivel mundial (Moser, 2012). Además, la protección legal de estas obras motiva la inversión en innovación, por

tanto, impulsa el crecimiento económico, la generación de empleo y la mejora de la calidad de vida (OMPI, 2020). Es decir, un sistema efectivo de propiedad intelectual permite que todos los países maximicen su potencial como impulsores del desarrollo económico y el bienestar social, al equilibrar los intereses de los creadores con los del público, fomentando un entorno en el que la creatividad beneficie a toda la sociedad (Candelin et al., 2012).

Tipos de propiedad intelectual

La propiedad intelectual se refiere comúnmente a patentes, derechos de autor, secretos comerciales y marcas registradas, que se utilizan para salvaguardar los esfuerzos innovadores de una organización (Meyer, 2001).

Tabla 1

Tipos de propiedad intelectual.

Tipo de Propiedad Intelectual	Descripción
Patentes	Protegen invenciones novedosas y útiles, otorgando derechos exclusivos al inventor para su comercialización.
Derechos de Autor	Resguardan las obras creativas, como la literatura, la música y el arte, frente a la reproducción o difusión no autorizada.
Marcas Registradas	Protegen obras creativas, como literatura, música y arte, contra la copia o distribución sin permiso.
Secretos Comerciales	Protegen signos distintivos (nombres, logos) que identifican productos o servicios, asegurando su reconocimiento en el mercado.

Nota. (Ganguly, 2002).

Patentes

Las patentes desempeñan un rol fundamental en la protección de la innovación en mercados extranjeros y en el logro de una ventaja competitiva en el comercio internacional. Como señala Porter (1990) al otorgar derechos exclusivos de explotación en los países donde se han solicitado y concedido, las patentes permiten a las empresas introducir sus productos innovadores en nuevos mercados sin temor a la imitación o competencia desleal por parte de empresas locales. Esta protección legal de la propiedad intelectual es clave para que las empresas puedan aprovechar su ventaja tecnológica y obtener mayores beneficios antes de que los competidores locales puedan reproducir o imitar su producto (Maskus, 2000). Además, las patentes actúan como una barrera de entrada basada en la diferenciación del producto, otorgan a las empresas extranjeras una ventaja competitiva frente a los rivales locales que carecen de dicha innovación (Hill & Jones, 2011). En este sentido, las patentes se alinean con la teoría de la ventaja competitiva de Porter (1985), quien destaca la importancia de la innovación y la propiedad intelectual como factores avanzados que promueven la competitividad de una empresa o nación en el mercado global.

Las patentes están vinculadas con la innovación y la creación de nuevas ideas, lo que a su vez impulsa el crecimiento económico. Gyedu et al., (2024) investigan cómo los derechos de propiedad intelectual (DPI) afectan la innovación y el desarrollo económico en los países del G20 y algunos países en desarrollo, mediante la utilización de modelos econométricos, específicamente enfoques como la Autorregresión Vectorial de Panel (PVAR), funciones de causalidad para examinar la relación entre los DPI, el crecimiento económico, el gasto en I+D, las marcas registradas y la efectividad gubernamental entre 2004 y 2022. Los resultados muestran que el crecimiento económico, las marcas registradas y la efectividad del gobierno tienen un efecto positivo y significativo sobre los DPI tanto en los países del G20 como en los países en desarrollo, mientras que el impacto del I+D en los DPI es significativo solo en los países del G20. A partir de estos hallazgos, concluyen que fortalecer los marcos de DPI es crucial para fomentar la innovación y el crecimiento económico, destacando

la importancia de políticas que promuevan el desarrollo de la ciencia y la tecnología en diversas economías.

Por otro lado, diversos estudios realizados en América Latina revelan que las patentes juegan un papel crucial en el crecimiento económico sostenido de la región (Gómez et al., 2022; Lascano et al., 2021; J. Romero, 2021). Además, es importante resaltar en países como México, el impacto de la innovación en el crecimiento económico con el número de patentes como indicador, analizada desde la relación entre la inversión en investigación y desarrollo (I+D), el crecimiento económico y las solicitudes de patentes, se explica la relación positiva y significativa entre el patentamiento y el crecimiento económico, sugiriendo que políticas públicas que fortalezcan el capital intelectual y la innovación pueden contribuir al desarrollo económico y se defiende la posición de la innovación como un factor clave para el crecimiento sostenido de la economía mexicana y la necesidad de incentivos en el sector I+D (Beltrán et al., 2018).

En el ámbito de la farmacéutica y la biotecnología la patentabilidad cumple un papel fundamental, Dai & Watal (2021) en una de sus investigaciones examinan los efectos de las patentes de productos farmacéuticos en el acceso global a medicamentos innovadores en la era posterior al acuerdo *Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS)*, se analizan datos de lanzamiento de 578 moléculas en 70 países en el período de 1980 a 2017, y estudian la probabilidad de lanzamiento de medicamentos innovadores en distintos contextos de protección de patentes, como resultado sugieren que la introducción de patentes de productos farmacéuticos acelera el lanzamiento de medicamentos innovadores en aproximadamente un 14%, en comparación con aquellos no innovadores, que no muestran un incremento significativo. Además, aunque el lanzamiento de medicamentos se realiza más rápidamente en países de ingresos altos y medianos, la disponibilidad de estos productos en países de bajos ingresos es limitada, independientemente del régimen de patentes.

Sin embargo, Duggan et al. (2014) examinan los efectos de la implementación de patentes de productos farmacéuticos en la India, tras el cumplimiento del acuerdo TRIPS de la OMC en 2005, se estudia los datos de ventas de productos farmacéuticos

en la India y un conjunto de datos de patentes que revela como las moléculas con patentes experimentaron aumentos de precios modestos, de entre 3% a 6%, no hubo un impacto significativo en la cantidad vendida ni en la estructura del mercado, se determina así que aun cuando las patentes incrementaron ligeramente los precios, la estructura de mercado y el acceso a los medicamentos no se vieron afectadas de forma considerable, lo cual sugiere que los efectos de la protección de patentes en India son limitados en comparación con los mercados desarrollados y se evidencia la discrepancia de las patentes en los contextos determinados.

Ciencia y tecnología

Una pregunta fundamental en las ciencias sociales es comprender por qué ciertas naciones consiguen generar avances científicos y tecnologías innovadoras que fomentan transformaciones económicas y sociales importantes, así surge la necesidad de la investigación en el tema. La ciencia y tecnología son esenciales para el crecimiento económico, debido a su capacidad de potenciar que los países puedan generar su propio conocimiento y modificar su entorno, esto se logra mediante la innovación en un marco de globalización y transformación social (Lopera et al., 2003). Además, un reporte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) destaca que el éxito de un SIN está vinculado a su capacidad de crecimiento sostenido, el cual se entiende ahora como un "sistema dinámico", es decir, las innovaciones no tecnológicas, como las relacionadas con el capital humano y el conocimiento, son fundamentales y requieren una perspectiva y políticas de alcance global (OCDE, 2002).

Existen indicadores que facilitan una evaluación multidimensional del progreso en ciencia y tecnología, además de permitir la comparación de los niveles y áreas de fortaleza entre diferentes países (Cancino et al., 2008).

Tabla 2

Diferentes indicadores con descripción.

Indicador	Descripción
Inversiones en I+D	Evalúa los recursos nacionales, tanto públicos como privados, destinados a (I+D), analizando el esfuerzo comparativo entre diferentes países. Esto abarca los gastos en empresas, educación superior y administración.
Financiación pública de I+D	Evalúa el apoyo gubernamental a I+D a través del presupuesto estatal, reflejando su prioridad nacional.
Gasto en I+D como % del PIB	Indica la intensidad en I+D de un país, comparando el gasto en I+D con el PIB total.
Recursos humanos en I+D	Mide el personal dedicado a I+D, incluyendo investigadores y personal de apoyo y se evalúa en términos de jornada completa, cualificación y sector.
Producción científica	Se basa en publicaciones y productividad, midiendo la cantidad y calidad de la producción científica.
Impacto y visibilidad científica	Analiza la influencia de investigaciones mediante citas y factores de impacto en publicaciones científicas.
Colaboración científica	Indica el grado de cooperación internacional y regional en proyectos de investigación, usando co-publicaciones.
Patentes	Refleja el desarrollo tecnológico mediante el número de patentes solicitadas y concedidas, y su uso como derecho de propiedad intelectual.
Balanza de pagos tecnológicos	Mide el flujo financiero de tecnología entre países, incluyendo la compra y venta de tecnología no incorporada, como licencias y asistencia técnica.

Innovación tecnológica	Evalúa la introducción de nuevos productos y mejoras en procesos industriales, reflejando la capacidad innovadora.
Productos de alta tecnología	Identifica la producción y exportación de productos considerados de alta tecnología, reflejando la competitividad industrial.
Indicadores de sociedad de la información	Evalúa la infraestructura y demanda de servicios de información y comunicaciones, incluyendo el comercio electrónico.

Nota. (Sancho, 2002).

Por tanto, los indicadores de CyT son métricas clave que evalúan el desarrollo en investigación, tecnología e innovación, cuantifican aspectos como el capital humano y financiero en I+D y el impacto de la producción científica, lo que resulta fundamental para la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas, especialmente en países en desarrollo (Ortiz et al., 2023). Adicionalmente, es importante resaltar que dentro del estudio de CyT, en Europa se destaca a nivel mundial en políticas y resultados en ciencia, tecnología e innovación (CTI), sobresalen aspectos como la calidad educativa, la competitividad, la capacidad de innovación, el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC), el marco regulatorio y la estabilidad política, además, presenta altos niveles de colaboración entre universidades e industrias, acceso a tecnología avanzada y empleo en sectores que requieren intensiva información, lo que le otorga una ventaja sobre otras regiones en este contexto (Ozkaya et al., 2021).

Onsay (2021) examina la conexión entre el gasto en ciencia y tecnología y el crecimiento económico en Japón, Australia, Filipinas y Tailandia mediante un modelo de regresión con datos de panel y efectos aleatorios, se investiga cómo indicadores de I+D, el gasto en investigación, las patentes aprobadas y el personal técnico dedicado a I+D, afectan el PIB y el ingreso nacional bruto per cápita, así se encontró que en los países desarrollados (Japón y Australia) hay una relación positiva significativa, sin embargo, en los países en desarrollo (Filipinas y Tailandia) esta relación es débil o no significativa. Finalmente, se establece que la inversión en I+D es un motor del

crecimiento económico en economías desarrollada y resalta la importancia de fortalecer las capacidades de investigación en naciones en desarrollo.

En los sectores de alto contenido tecnológico, la I+D juega un papel central en las actividades innovadoras, mientras que otros sectores dependen, en mayor medida de la adopción de conocimiento y tecnología como en el ámbito farmacéutico y biotecnológico. Por tanto, es importante examinar la conexión temática entre la ciencia y la tecnología en el campo de la nanotecnología, en un estudio mediante un análisis de las referencias de literatura no patentada se revela que las referencias NPL en nanotecnología son escasas en comparación con las de patentes y que destacan subáreas específicas, por tanto, los hallazgos del análisis sugieren que, aunque hay una influencia entre ciencia y tecnología, esta interacción es de intensidad media a baja en el ámbito de la nanotecnología, indicando que la tecnología tiende a impulsar más a la ciencia en este sector (Fadavi & Mansouri, 2022).

Los análisis sobre los indicadores de ciencia y tecnología en Brasil y Turquía revelan trayectorias diferentes en el desarrollo de sus capacidades de innovación y producción científica. En Brasil, la industria farmacéutica presenta una considerable dependencia tecnológica y económica, a pesar de iniciativas gubernamentales como Profarma y las Alianzas de Desarrollo Productivo (PDP), que buscan fortalecer la capacidad productiva local, sin embargo, el país sigue dependiendo de insumos y medicamentos importados, lo que restringe su progreso hacia una industria con alto valor agregado (Rodrigues et al., 2022). En contraste, Turquía ha experimentado mejoras significativas en sus indicadores de I+D en las últimas dos décadas, incrementando tanto el gasto en innovación como el número de patentes. Sin embargo, su crecimiento en innovación ha sido impactado por recientes problemas económicos, lo que ha ralentizado su avance (Gemici & Gemici, 2021). Turquía muestra una mayor habilidad para integrar sus esfuerzos de innovación en sectores de alta tecnología en comparación con Brasil, que aún enfrenta obstáculos estructurales para disminuir su dependencia del exterior en el ámbito farmacéutico. Ambos países necesitan implementar políticas más integradas y estratégicas en ciencia y tecnología para consolidar su desarrollo económico e industrial y reducir su dependencia tecnológica.

2.2. Hipótesis (opcional) y/o preguntas de investigación

Hipótesis 1: Las capacidades de ciencia y tecnología influyen significativamente en el registro de patentes en el sector farmacéutico en los países del G20 y Sudamérica durante el periodo 2010-2020.

Hipótesis 2**:** Los indicadores de ciencia y tecnología en biotecnología afecta significativamente en el registro patentes de los países sudamericanos en comparación con los países del G20 entre 2010 y 2020.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Recolección de la Información

En esta sección se presentan las unidades de análisis, las fuentes de información, así como las técnicas, instrumentos y metodologías utilizadas en este proyecto de investigación. Además, la técnica utilizada es análisis documental y se utilizó una ficha de registro de datos secundarios, lo que facilitó la recopilación de la información necesaria para abordar los procesos en los tres niveles de investigación: descriptivo, correlacional y explicativo. El objetivo principal de este estudio es analizar el desarrollo de capacidades en ciencia y tecnología, centrándose en el registro de patentes vinculadas a actividades farmacéuticas y biotecnológicas, y realizando una comparación entre los países del G20 y los sudamericanos. Este análisis tiene como fin entender las dinámicas y diferencias en innovación y protección del conocimiento entre estas regiones en sectores clave de la economía del conocimiento.

Población

La población considerada como la totalidad de unidades de estudio dentro de una investigación, misma que permite desarrollar el estudio por su relación directa y considerada como las principales beneficiarias, de otra manera, para Hernández et al., (2014) la población es aquellas unidades que en su unión han sido escogidas por las características particulares y homogéneas que contienen. En este contexto, todas las unidades de estudio con sus características e información son de fundamental interés para el investigador por el aporte que generan dentro de su investigación. Por tanto, la población objetivo para el proyecto de investigación abarca países miembros del G20 y países sudamericanos que proporcionan información crucial para este estudio.

Es importante destacar que los datos utilizados provienen de fuentes oficiales como la OCDE Data y Banco Mundial de los respectivos países. Específicamente, se analizaron los registros de patentes en los campos farmacéutico y biotecnológico durante el período 2011-2020, lo que proporciona una perspectiva integral sobre las tendencias actuales en innovación y desarrollo tecnológico en estos sectores clave.

Muestra

En esta investigación utiliza un muestreo no probabilístico en la que se seleccionó 10 países del G20 (Canadá, México, Estados Unidos, Rusia y Turquía) y sudamericanos (Ecuador, Brasil, Argentina, Colombia y Chile) de acuerdo al criterio del investigador, se consideró su relevancia en el contexto global y regional de la innovación farmacéutica y biotecnológica, además, es importante señalar la exclusión de la muestra de un país outlier (Estados Unidos),esto debido a la capacidad de patentar del país lo que genera una brecha muy significativa entre los países G20 y mucho mayor con los países sudamericanos, por tanto, se estudian únicamente 9 países. Sin embargo, es pertinente mencionar que, en otros contextos, una muestra es una parte que simplifica la población total y la representa (Bernal, 2010). La información de este subconjunto de datos es representativa y acorde a los objetivos de la investigación y permite realizar conclusiones generales sin necesidad de medir a toda la población (Gallardo, 2017). En este caso, los países del G20 y sudamericanos escogidos permite una visión completa del panorama de patentes en estas naciones, sin requerir técnicas de muestreo adicionales.

Fuentes secundarias

Son documentos que compilan y condensan la información proveniente de fuentes primarias. Recuperan los documentos originales y presentan un resumen de la información que contienen sobre temas importantes, es decir, tienen la función de guiar a los usuarios hacia documentos cuyo contenido pueda ayudar a satisfacer sus necesidades de información (Cruz del Castillo et al., 2014). Por tanto, para desarrollar la investigación se usaron las observaciones anuales de las variables:

- Número de patentes registradas en actividades farmacéuticas y biotecnológicas.
- Gasto en investigación y desarrollo.
- Publicaciones científicas de los países del G20 y Sudamericanos.

Sus bases de datos se publican en las páginas web oficiales de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI/WIPO), Banco Mundial y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

Técnicas

Una técnica de investigación se refiere a un enfoque específico para recolectar datos o información, que se caracteriza por su aplicación en diversas disciplinas (Arias, 2012). En esta investigación se utilizó la técnica de análisis documental, la cual se puede definir como un proceso investigativo que implica la búsqueda, organización y evaluación sistemática de documentos relevantes para entender y explicar un tema específico (J. Martínez et al., 2023). Por tanto, a través de esta técnica fue posible recopilar una gran cantidad de información para el análisis teórico, y también establecer una base de datos definida para trabajar en el aspecto estadístico.

Instrumentos

La aplicación del instrumento consiste en una serie de actividades realizadas por quien ejecuta el trabajo de campo, destinadas a implementar el instrumento seleccionado y obtener los datos presentes en el contexto de estudio (Useche et al., 2019). En este contexto, para la investigación actual se empleó como instrumento la ficha de registro de datos secundarios, este registro contiene información relevante para las variables que se emplearán en el estudio con datos de patentes y los indicadores de ciencia y tecnología de los países del G20 y sudamericanos, que permiten estudiar y comprender las diferencias en las capacidades de I+D, así como el impacto de estas capacidades en la generación de patentes en sectores de alta tecnología.

3.2 Tratamiento de la Información

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo de alcance explicativo, debido a que se realizó un análisis estadístico para evaluar la relación entre el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas y el registro de patentes en el sector farmacéutico y biotecnológico. En este contexto se reconoce que, la investigación

cuantitativa es un método organizado de recolección y análisis de datos provenientes de diversas fuentes, además, utiliza herramientas informáticas, estadísticas y matemáticas para generar resultados (Neill & Cortez, 2018). Además, con el fin de cumplir los objetivos planteados en esta investigación en relación con el desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología y su impacto en el registro de patentes en el sector farmacéutico y biotecnológico, se realizó un análisis en tres niveles de investigación: descriptivo, correlacional y explicativo.

Este estudio se considera cuantitativo debido a que, mediante la recolección y análisis de datos numéricos provenientes de indicadores de ciencia y tecnología, se buscó comprender las tendencias y patrones en los países del G20 y Sudamérica. Se aplicaron técnicas de análisis estadístico en el software Stata versión 16.0 para identificar las correlaciones y variaciones entre las variables permitiendo así fundamentar las conclusiones de manera objetiva, de la misma manera en la aplicación de modelos de datos de panel que permitieron analizar la variación y el impacto de estas capacidades en el tiempo y entre países de ambos grupos.

Es importante resaltar que, primero se realizó la construcción de la base datos, la cual está conformada de las solicitudes de patentes farmacéuticas y biotecnológicas mediante la examinación y filtración de la base oficial de la OCDE con el recuento en sumatoria de patentes (incluidas las patentes totales y las patentes totales estimadas para el periodo 2010-2020) de *European Patent Office*, *World Intellectual Property Organization y United States Patent and Trademark Office*, además, se unificó con datos obtenidos del Banco Mundial de las variables: solicitudes de patentes (no residentes), solicitudes de patentes (residentes), solicitudes de diseño industrial (personas no residentes, por recuento), solicitudes de diseño industrial (personas residentes, por recuento), artículos en publicaciones científicas y técnicas, gasto en investigación y desarrollo (% del PIB), cargos por el uso de propiedad intelectual, recibos (balanza de pagos, US$ a precios actuales), cargos por el uso de propiedad intelectual, pagos (balanza de pagos, US$ a precios actuales).

Estudios descriptivos

Los estudios descriptivos son aquellos que tienen como objetivo identificar y detallar las características, propiedades y aspectos significativos de un fenómeno en particular (Hernández et al., 2010), además, los estudios descriptivos no solo constituyen el primer paso en la exploración de nuevas áreas de investigación, sino también son valiosos para examinar casos específicos y proporcionan orientaciones para la recolección, análisis y presentación de datos (Thomas & Manz, 2017). Además, se realizó un Análisis Exploratorio de Datos (AED) utilizando estadísticas descriptivas. Se emplearon medidas de tendencia central, como la media, la mediana y la suma, así como medidas de dispersión, incluyendo la desviación estándar, la varianza, y los valores mínimo y máximo, con el fin de describir el comportamiento de las variables en este proyecto de investigación.

Medidas de Tendencia Central

En el nivel descriptivo, se aplicaron medidas de tendencia central, calculando la media, mediana, moda, desviación, valor máximo, valor mínimo, varianza, asimetría y curtosis. Esto facilita evaluar la tendencia de los datos, resumir e interpretar el conjunto de datos de forma más clara y comprensible, además, se utiliza para resumir grupos de observaciones, es decir, es útil utilizar un solo valor llamado medida de tendencia central, que generalmente se encuentra en el centro de la distribución de los datos. Entre estas medidas destacan la media aritmética también llamada promedio y siendo considerada la más utilizada de medidas de tendencia central, apreciada por su consistencia en diferentes muestras y su simplicidad en cálculos algebraicos, sin embargo, es susceptible a variaciones en los datos, especialmente cuando hay valores extremos (C. Martínez, 2012).

Por otra parte, la mediana es una medida de tendencia central que indica el punto medio en un conjunto de datos, debido a que supera a la mitad de los valores y es superada por la otra mitad, además, ofrece ventajas como su simplicidad de comprensión, resistencia a valores atípicos y estabilidad en muestras, considerada especialmente útil en distribuciones no simétricas (C. Martínez, 2012). En este contexto, la mediana se puede dividir en cálculos para dos tipos de datos.

Cuando el total de datos sea par:

$$Me = \frac{X_{\frac{n}{2}} + X_{\frac{n}{2+1}+1}}{2} \quad [2]$$

Cuando el total de datos sea impar:

$$Me = X_{\frac{n+1}{2}} \quad [3]$$

La desviación estándar es una medida de dispersión que indica cómo se distribuyen los datos en relación con la media, se determina como la raíz cuadrada de la varianza y se denota con “s” para muestras y “σ” para poblaciones (Posada, 2016). Por otro lado, la varianza es una forma de cuantificar la variabilidad que se obtiene al elevar al cuadrado las desviaciones de cada dato con respecto a la media, además, de tomar en cuenta todos los valores del conjunto de datos (Anderson et al., 2008).

Dentro del estudio fue importante encontrar los valores máximos, es decir, el más alto y el más bajo (Posada, 2016), y, por otro lado, el cálculo de la asimetría evalúa el grado de similitud de una distribución con respecto a la curva normal e indica en qué lado se concentran los datos, dentro de este cálculo un valor de cero indica que la distribución es simétrica; un valor positivo sugiere que los datos se agrupan hacia la izquierda, mientras que un valor negativo indica una concentración hacia la derecha (Hernández et al., 2014).

$$s = \frac{E(X-\mu)^3}{\sigma^3} \quad [4]$$

Donde:

s: Coeficiente de asimetría

$(X - \mu)^3$: Tercer momento alrededor de la media

σ^3: Desviación estándar elevada al cubo

Curtosis

La curtosis refleja el nivel de "picuda" o de aplanamiento de una distribución, por tanto, un valor de cero indica una distribución normal; un valor positivo sugiere que la

curva es más "picuda" y finalmente que un valor negativo indica que la curva es más plana. (Hernández et al., 2014).

$$K = \frac{E(X-\mu)^4}{E[(X-\mu)^2]^2} \quad [5]$$

Donde:

K: Coeficiente de curtosis

$E(X-\mu)4$: Cuarto momento alrededor de la media

$E\ [(X-\mu)2]^2$: Segundo momento elevado al cuadrado

Estudios correlacionales

El análisis de correlación evalúa el nivel de relación lineal entre dos o más variables, lo que ayuda a comprender cómo se interrelacionan en un contexto determinado (Anderson et al., 2008), además, en este tipo de estudios correlacionales, se examina la relación entre variables mediante la medición, cuantificación y análisis de sus interacciones, fundamentadas en hipótesis verificadas (Hernández et al., 2014).

Además, es importante el reconocimiento de las dos diferentes maneras de evaluar normalidad de los datos: por medio de la prueba de Kolmogórov-Smirnov para muestras grandes y la prueba de Shapiro-Wilk para muestras pequeñas. En este contexto, el método más eficiente de cálculo es la prueba de Kolmogórov-Smirnov, en donde los resultados mostraron que los datos no seguían una distribución normal; por lo tanto, se utilizó el coeficiente Rho de Spearman para determinar el grado de correlación. En este apartado se dio cumplimiento al segundo objetivo específico que es identificar la relación entre patentes y desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en actividades farmacéutica y biotecnológica en países del G20 y Sudamericanos.

Prueba de Kolmogórov-Smirnov

La prueba de Kolmogórov-Smirnov, también llamada K-S, es una técnica comúnmente utilizada para analizar la calidad del ajuste y determinar si los datos se distribuyen de manera normal (Flores & Flores, 2021), además, permite evaluar la pertinencia de una hipótesis con un nivel de confianza determinado (Moraguez et al., 2017).

$$D = máx[Fn(x) - Fo8x)] \quad [6]$$

Donde:

D: estadístico de prueba K-S

$máx$: valor máximo

$Fn(x)$: función de distribución empírica muestral

$Fo(x)$: función teórica que corresponde a la población normal

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

La prueba estadística de Shapiro-Wilk se utiliza para evaluar si un conjunto de datos se ajusta a una distribución normal (Flores & Flores, 2021), además, se emplea solo si el tamaño de la muestra es de 50 datos o menos (M. Romero, 2016).

$$\boldsymbol{W = \frac{(\sum_{i=1}^{n} a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^{n} (x_{(i)} - x)^2}} \quad [7]$$

Donde:

W: estadístico de prueba Shapiro-Wilk

$\sum_{i=1}^{n}$: suma de los valores indicados

ai: coeficientes específicos de la prueba

$x(i)$: valores ordenados de la muestra

$\bar{x}$: media de la muestra

La investigación de (Flores & Flores, 2021) sirvió como referencia para formular las hipótesis y definir los criterios de decisión, además, permitió determinar la normalidad de los datos mediante lo siguiente:

$H0$: Los datos siguen una distribución normal.

$H1$: Los datos no siguen una distribución normal.

Criterios de decisión:

Si el nivel de significancia o p-value es menor a 0.05 rechazo $H0$.

Si el nivel de significancia o p-value es mayor a 0.05 acepto $H0$.

Correlación Rho de Spearman

Una técnica muy decisiva es el análisis de correlación de Spearman, considerada como una técnica estadística no paramétrica que se utiliza para medir la intensidad de la relación entre dos variables cuantitativas, además, esta metodología evalúa el nivel de relación entre dos variables, con un rango de valores que va de -1.0 a +1.0 (Mondragón, 2014), y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$p = 1 - \frac{6 \sum {d_i}^2}{n(n^2-1)} \quad [8]$$

Donde:

p: coeficiente de correlación Rho de Spearman

$\sum {d_i}^2$: suma de las diferencias entre los rangos de las dos variables al cuadrado

n: tamaño de la muestra

Tabla 3

Interpretación de los coeficientes Rho de Spearman.

Rango	*Grado*
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.10	Correlación negativa débil
0.00	No existe correlación
+0.01 a +0.10	Correlación positiva débil
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Nota. Grado de relación según el coeficiente de correlación de Spearman. Fuente: Elaboración propia con información de (Montes et al., 2021). Además, bajo el criterio de Roy et al., (2019) se interpreta las correlaciones es fundamental definir hipótesis y criterios de decisión, los cuales se presentan a continuación:

$H0$: $r = 0$, no existe correlación

$H1$: $r \neq 0$, existe correlación y la misma puede ser positiva o negativa

Criterios de decisión:

Si el nivel de significancia o p-value es menor a 0.05 rechazo $H0$.

Si el nivel de significancia o p-value es mayor a 0.05 acepto $H0$.

Estudios explicativos

Los estudios explicativos tienen como objetivo comprender las causas y las condiciones de los fenómenos físicos o sociales, así como aclarar por qué suceden o de qué manera se relacionan dos o más variables (Hernández et al., 2014), además, la

investigación explicativa se considera el nivel más avanzado de la investigación no experimenta y se basa en la prueba de hipótesis para formular o validar leyes científicas (Bernal, 2010).

En este contexto, para estimar el impacto del desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en el registro de patentes en actividades farmacéutica y biotecnológica en países del G20 y Sudamericanos se aplicó un modelo de datos de panel. Se lo puede definir como aquel modelo que se usa en un tipo específico de datos combinados que examina la misma unidad transversal, como una familia o una empresa en un lapso determinado de tiempo (Gujarati & Porter, 2010), este modelo permite controlar la heterogeneidad inobservable y analizar los factores que influyen en el registro de patentes en dichos sectores. Además, existen parámetros que se deben cumplir para poder utilizar este tipo de metodología. En primer lugar, fue necesario identificar el tipo de panel más adecuado en función de los datos obtenidos en la investigación, debido a que los datos se dividen en dos categorías: paneles largos y paneles cortos. Los paneles largos disponen de una serie temporal amplia, pero incluyen un número reducido de individuos, mientras que los paneles cortos abarcan una mayor cantidad de individuos u observaciones, aunque presentan series temporales más contraídas. Por tanto, la investigación utilizó paneles cortos debido a que, existen varios indicadores de ciencia y tecnología en estudio en un periodo de 2010-2020.

En segundo lugar, es esencial examinar la condición de los datos, lo que permite distinguir entre paneles balanceados y no balanceados. Es importante resaltar que se obtuvo un panel balanceado, reconocido cuando el número total de observaciones es uniforme en cada período de tiempo para todos los casos analizados, sin embargo, si es desbalanceado no contiene el mismo número de observaciones (Gujarati & Porter, 2010).

Entonces, la ecuación planteada es la siguiente:

$$P_{it} = \alpha_{it} + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots., N; t = 1, \dots, T \qquad [9]$$

Donde:

$P_{it} =$ Representa el número de patentes registradas por el país i en el año t en actividades farmacéuticas y biotecnológicas.

β = Vector de k parámetros

x_{it} = Conjunto de variables explicativas para el país i en el año t, que incluyen los indicadores de ciencia y tecnología.

ε_{it}: Representa el error del modelo

Además, es importante determinar qué tipo de modelo de datos de panel es el más óptimo para el estudio, debido a que entre las técnicas más utilizadas en este enfoque están los modelos de efectos fijos y efectos aleatorios. El modelo de efectos fijos asume que las características específicas de cada individuo, que no varían en el tiempo, pueden influir en las variables explicativas, en cambio, el modelo de efectos aleatorios considera que las particularidades de los individuos son aleatorias y no están correlacionadas con las variables explicativas, permitiendo mayor eficiencia en la estimación si esta suposición es válida (Gujarati & Porter, 2010).

Para la elección entre ambos modelos generalmente se basa en pruebas como el test de Hausman, que evalúa cuál de los dos es más adecuado según los datos disponibles, aunque, también se lo puede realizar por medio de la aplicación de la prueba de Breusch-Pagan (BP) (Gujarati & Porter, 2010). Los parámetros de aceptación según Montero (2005) son: si p valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula de igualdad al 95% de confianza y se deben asumir las estimaciones de efectos fijos, por el contrario, si p-valor > 0.05 se debe aceptar la hipótesis nula que establece la igualdad de estimaciones, lo que implica que se debe optar por el estimador de efectos aleatorios. En conclusión, se identifica cómo las capacidades de ciencia y tecnología contribuyen al registro de patentes en los países estudiados, por tanto, proporciona una base para recomendaciones de políticas públicas y estrategias de desarrollo.

3.3 Operacionalización de las variables

Tabla 4

Variable dependiente: Registro de patentes

Registro de patentes				
Conceptualización	**Categorías**	**Indicadores**	**Ítems**	**Técnica**
El registro de patentes se refiere directamente a el número de patentes registradas encada país en los sectores farmacéutico y biotecnológico	Registro sectores farmacéutico y biotecnológico	Número de registro de patentes farmacéuticas en países del G20 Y Sudamericanos	¿Cuál es el número de registro de patentes farmacéuticas en países del G20 y Sudamericanos?	Ficha de datos estadísticos
		Número de registro de patentes biotecnológicas en países del G20 Y Sudamericanos	¿Cuál es el número de registro de patentes biotecnológicas en países del G20 y Sudamericanos?	Ficha de datos estadísticos

Nota. Operacionalización de la variable "Registro de patentes". Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 5

Variable Independiente: Desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología- Indicadores de ciencia y tecnología

Indicadores de ciencia y tecnología				
Conceptualización	**Categorías**	**Indicadores**	**Ítems**	**Técnica**
Es considerado como el medidor de actividades en I+D en ciencia, tecnología e innovación	Investigación y desarrollo	Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	¿Cuál es el porcentaje del PIB del Gasto en investigación y desarrollo?	Ficha de registro de datos (Banco Mundial)
		Cargos por el uso de propiedad intelectual, recibos (balanza de pagos, US$ a precios actuales)	¿Cuál es el valor en dólares de los cargos por el uso de propiedad intelectual?	Ficha de registro de datos (Banco Mundial)
		Cargos por el uso de propiedad intelectual, pagos (balanza de pagos, US$ a precios actuales)	¿Cuál es el valor en dólares de los pagos por el uso de propiedad intelectual?	Ficha de registro de datos (Banco Mundial)
	Propiedad intelectual	Solicitudes de patentes (no residentes)	¿Cuál es el número de solicitudes de patentes (no residentes)?	

	Publicaciones científicas y técnicas	Solicitudes de patentes (residentes)	¿Cuál es el número de solicitudes de patentes (residentes)?	Ficha de registro de datos (Banco Mundial)
		Solicitudes de diseño industrial (personas no residentes, por recuento)	¿Cuál es el número de solicitudes de diseño industrial (personas no residentes, por recuento)?	Ficha de registro de datos (Banco Mundial)
		Solicitudes de diseño industrial (personas residentes, por recuento)	¿Cuál es el número de solicitudes de diseño industrial (personas residentes, por recuento)?	Ficha de registro de datos (Banco Mundial)
		Artículos en publicaciones científicas y técnicas	¿Cuál es el número de artículos en publicaciones científicas y técnicas?	Ficha de registro de datos (Banco Mundial)

Nota. Operacionalización de la variable "Desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología- Indicadores de ciencia y tecnología". Fuente: Elaboración propia (2025).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados y discusión

En este apartado se exponen los resultados principales alcanzados con base en los objetivos específicos establecidos en la investigación. El estudio se fundamenta en datos provenientes de fuentes secundarias y bases especializadas, incluye registros de patentes, publicaciones científicas y reportes de organismos internacionales vinculados al desarrollo de ciencia y tecnología. La información analizada abarca tanto a los países del G20 como a los Sudamericanos, centrándose en las actividades farmacéuticas y biotecnológicas. De este modo, se logró abordar los objetivos descriptivo, correlacional y explicativo, tomando en cuenta variables como el número de patentes registradas, los indicadores de inversión en investigación y desarrollo, y la colaboración internacional. Los hallazgos se presentan mediante gráficas, tablas y análisis textual, desagregados por región y tipo de patente considerados claves para reflejar las capacidades tecnológicas en el contexto de estudio.

En primer lugar, se describe la situación de los registros de patentes en los sectores farmacéutico y biotecnológico de los países del G20 y Sudamérica por medio de la estadística descriptiva. Posteriormente, se determinó la relación entre los indicadores de ciencia y tecnología y el número de patentes registradas farmacéutica y biotecnológica mediante la correlación Rho de Spearman, para lo cual se realizaron previamente pruebas de normalidad como Kolmogórov-Smirnov, dado que se analizaron muestras mayores de cincuenta datos. Finalmente, se aplicó un modelo de datos de panel con el fin de evaluar e interpretar la incidencia del desarrollo de ciencia y tecnología sobre el registro de patentes en los sectores estudiados.

Además, cabe destacar que los resultados fueron generados por medio de la utilización del software Stata Corp, (2019). Además, la información se enriqueció con aportes provenientes de resultados y conclusiones de investigaciones previas y hallazgos de estudios relacionados con el tema, con el objetivo de fortalecer, ampliar y fomentar un espacio de discusión en torno a los análisis y resultados presentados en este trabajo.

Cumplimiento del objetivo específico 1: Describir la situación del registro patentes y desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en actividades farmacéutica y biotecnológica en países del G20 y Sudamericanos.

Con el fin de comprender el comportamiento de las variables relacionadas con las capacidades de ciencia y tecnología en el registro de patentes farmacéuticas y biotecnológicas, se realizó un Análisis Exploratorio de Datos (AED) por medio de la estadística descriptiva, con medidas de tendencia central. Por tanto, se abordó el primer objetivo, que consiste en describir los indicadores de ciencia y tecnología en países del G20 y Sudamérica, incluyen el número de patentes registradas, la inversión en investigación y desarrollo (I+D) y la producción científica en estas regiones.

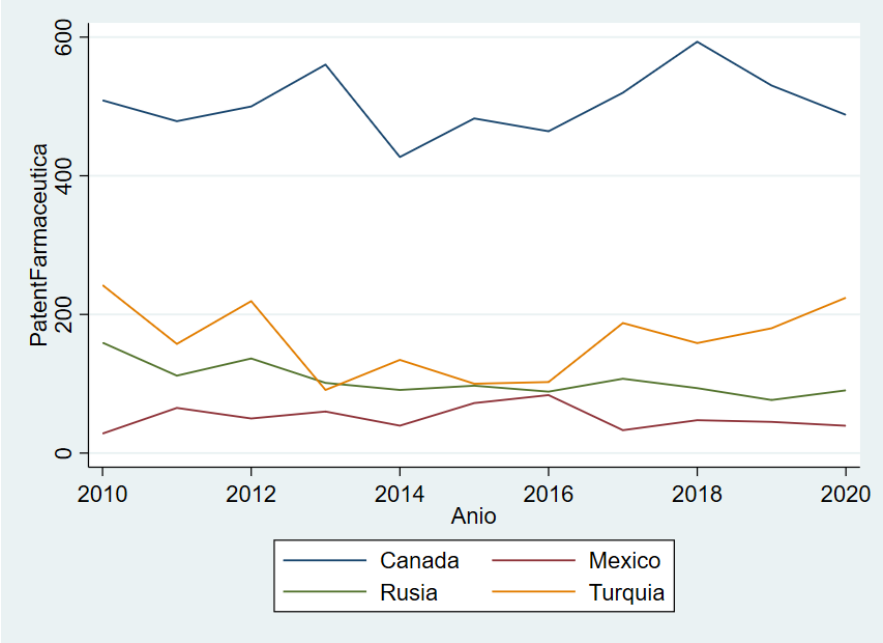
Además, en este sentido se presenta los diferentes registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas obtenidas dentro de la data de la (OCDE, 2024). La información del registro de patentes tanto del sector farmacéutico como biotecnológico medidos en unidades, al igual que los indicadores de solicitudes de patentes (no residentes), solicitudes de patentes (residentes), solicitudes de diseño industrial (personas no residentes, por recuento), solicitudes de diseño industrial (personas residentes, por recuento), artículos en publicaciones científicas y técnicas, por otro lado, la variable de gasto en investigación y desarrollo en unidad de medida porcentual (% del PIB) y los cargos por el uso de propiedad intelectual tanto en recibos como en pagos medidos en dólares estadounidenses (USD).

Con esta información, se lleva a cabo el análisis del comportamiento de las distintas variables durante el periodo de estudio. Sin embargo, como introducción, se presenta una gráfica que ilustra el número de patentes registradas en las regiones de interés, clasificadas según el sector de estudio con el propósito de facilitar un análisis más detallado.

Patentes farmacéuticas

Figura 1

Patentes farmacéuticas de los países G20.

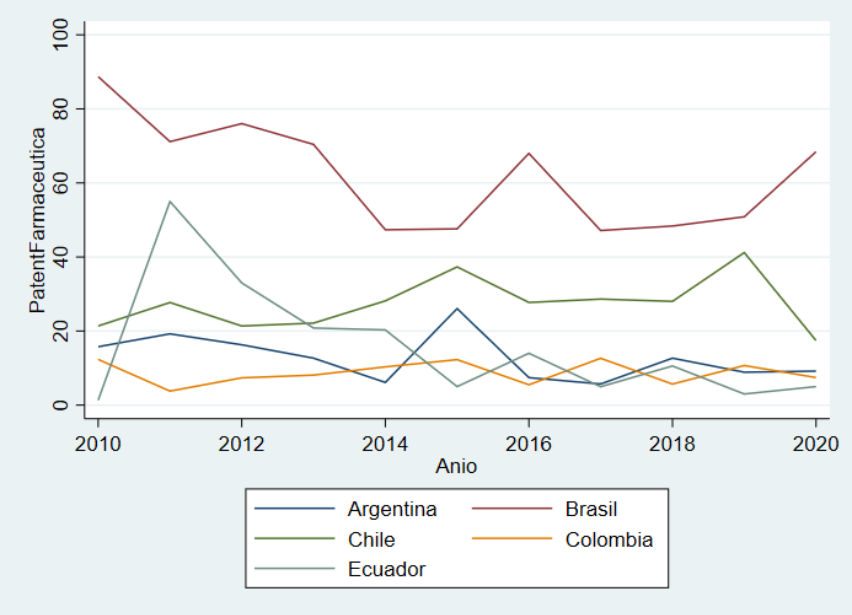


Nota. Distribución del número de patentes farmacéuticas de países de G20. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

Debido a las grandes inversiones en el sector, Canadá lidera consistentemente el registro de patentes farmacéuticas entre 2010 y 2020, con un promedio anual cercano a las 500, destaca su máximo en 2018 con 593,30 registros, lo que refleja su fuerte inversión en investigación y desarrollo. Turquía emerge como segundo país y muestra un crecimiento significativo, alcanza 224,10 patentes en 2020, mientras que México y Rusia mantienen niveles más bajos y estables, con picos en 2016 (83,68 solicitudes) y 2017 (107,26 solicitudes). Las discrepancias observadas reflejan desigualdades en la inversión, así como en las políticas de innovación y el desarrollo tecnológico entre los países estudiados, sin embargo, los valores son altos y constantes en comparación a otras regiones debido a la sólida conexión entre la investigación y desarrollo (I+D), el crecimiento económico y los derechos de propiedad intelectual (DPI) en naciones avanzadas como países de G20 (Gyedu et al., 2024; Tejedor et al., 2018).

Figura 2

Patentes farmacéuticas de los países Sudamericanos.



Nota. Distribución del número de patentes farmacéuticas de países Sudamericanos. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

En el contexto sudamericano, Brasil lidera consistentemente con un promedio anual significativo de máximo en 2010 con 88,71 registros. Chile sigue como segundo en importancia, muestra un aumento notable en 2019 con 41,20 registros. En contraste, Ecuador exhibe fluctuaciones significativas, con un pico destacable en 2011 (55,00 registros), sin embargo, Colombia y Argentina mantienen niveles más bajos y estables, alcanza sus puntos más altos en 2015 (12,28 registros para Colombia y 26,06 para Argentina).

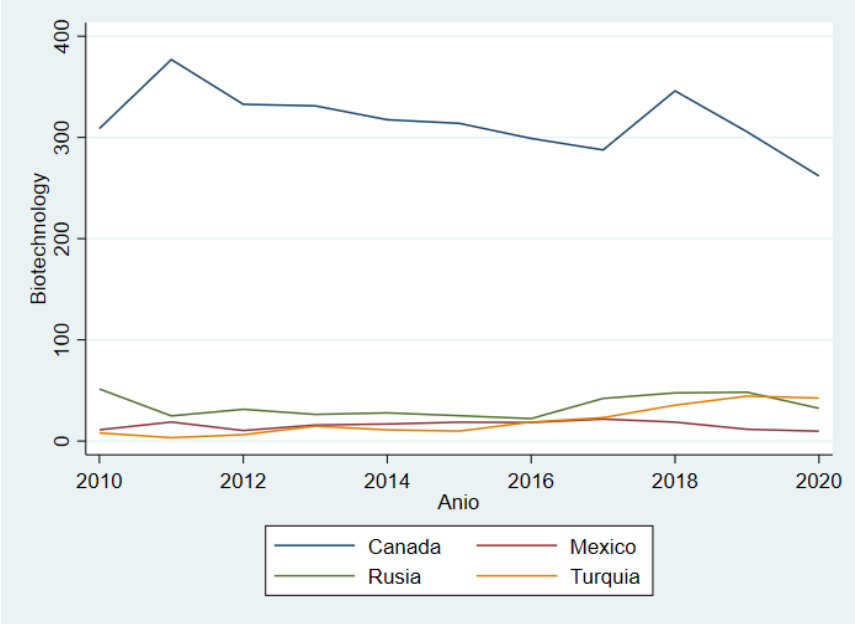
En economías emergentes, como Brasil y Argentina, el fortalecimiento de los marcos legales para la protección de patentes demuestra un incremento en la atracción de inversión en investigación y desarrollo, sin embargo, la brecha en la disponibilidad de patentes farmacéuticas sigue siendo significativa en países con menores ingresos de la región, se resalta así la necesidad de enfoques colaborativos para optimizar la implementación de regímenes de patentes y garantizar la accesibilidad a innovaciones en la área (Dai & Watal, 2021).

Los resultados son consistentes con la paradoja de apertura descrita por Laursen & Salter (2014), debido a la capacidad de países G20 para comercializar innovaciones depende en gran medida de contar con marcos legales sólidos y de la capacidad de las empresas para proteger sus avances tecnológicos, además, Arora et al., (2016) refuerza esta explicación basada en el patentamiento en sectores intensivos de I+D como el farmacéutico, por el contrario, las fluctuaciones observadas en países Sudamericanos reflejan una falta de equilibrio entre apertura y protección, dificultando tanto la generación como la comercialización efectiva de innovaciones.

Patentes biotecnológicas

Figura 3

Patentes biotecnológicas de los países G20.



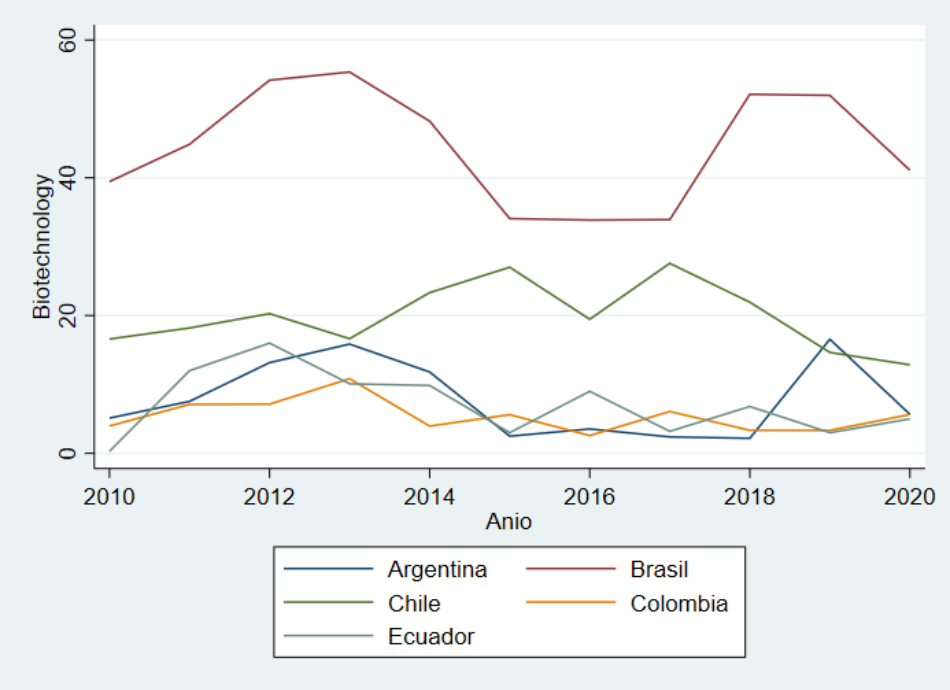
Nota. Distribución del número de patentes biotecnológicas de países G20. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

Dentro del estudio de los registros de patentes biotecnológicas entre los países G20, Canadá destaca como el líder indiscutible, con mayores registros de 376,97 en 2011 y 346,02 patentes registradas en 2018, siendo lo que refleja una sólida capacidad de innovación en este sector. En contraste, Turquía experimentó crecimiento significativo con 42,51 registros en 2020. Por otro lado, tanto México como Rusia mantienen cifras moderadas, con promedios anuales alrededor de 20 y 40 patentes respectivamente. Es

importante recalcar que el conocimiento y la economía de la innovación forma parte fundamental en este sector, además, de reflejar los resultados dentro de la economía de estos países basados en la propiedad intelectual, la tecnología, las inversiones en I+D, lo que permite obtener ideas disruptivas (Gyedu et al., 2024; Tejedor et al., 2018).

Figura 4

Patentes biotecnológicas de los países Sudamericanos.



Nota. Distribución del número de patentes biotecnológicas de países Sudamericanos. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

Por otro lado, los registros de patentes biotecnológicas en Sudamérica revelan dinámicas interesantes que reflejan diferencias en el desarrollo y la inversión en innovación en la región. Brasil se destaca como el líder, alcanzó un máximo de 55,35 patentes en 2013, lo que sugiere una sólida infraestructura de investigación y desarrollo. Chile también presenta cifras significativas, aunque con una disminución progresiva hasta 12,85 registros en 2020. Ecuador muestra valores fluctuantes, con un notable pico de 12,00 registros en 2011 pero sin consolidar un crecimiento sostenido. Colombia y Argentina registran cifras más bajas en comparación, sin embargo, presentan algunos altibajos. Se puede concluir que estos datos representan la brecha en las capacidades de innovación entre los países dentro del sector biotecnológico,

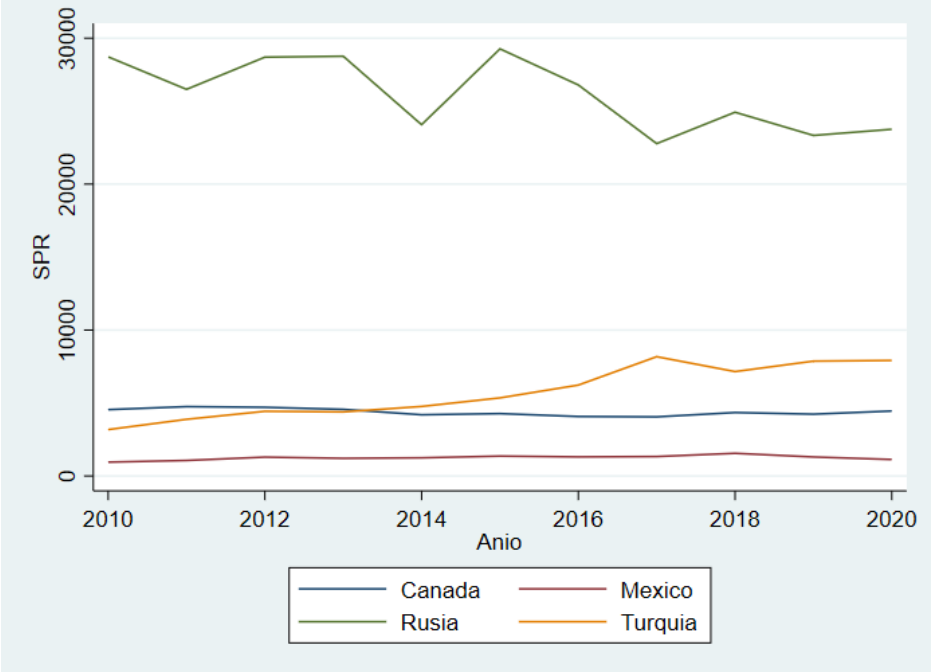
además, la necesidad de políticas públicas que fortalezcan el ecosistema de patentes en aquellos con menor participación.

Existe la diferencia entre países G20 y Sudamericanos al paralelizar sus datos, presenta el paradigma de la industria biotecnológica y la capacidad de los países de generar soluciones innovadoras, además, la influencia la ciencia y tecnología en crear una variedad de soluciones en diferentes áreas en donde la biotecnología juega un fator importante. La industria biotecnológica muestra desarrollos tecnológicos principalmente en economías de primer orden, sin embargo, en América Latina el panorama revela la necesidad de atención en el fortalecimiento de mecanismos en I+D y la necesidad de inversión en capacidades tecnológicas (Barragán et al., 2022).

Solicitudes de patentes residentes

Figura 5

Solicitudes de patentes residentes países G20.



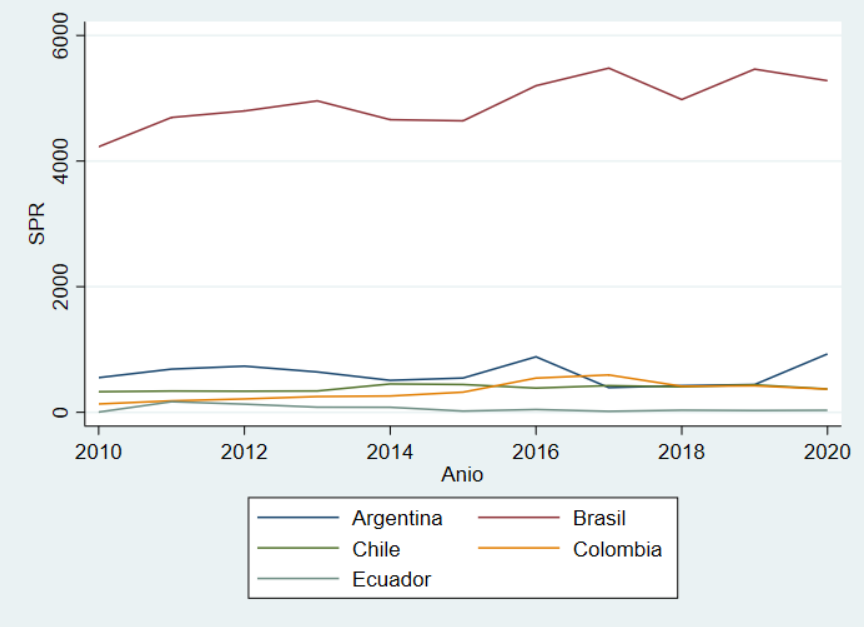
Nota. Distribución del número de solicitudes de patentes residentes en países G20. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

Canadá muestra un comportamiento estable en las solicitudes de patentes farmacéuticas por residentes durante el período 2010-2020, con un promedio anual

cercano a las 4,400 solicitudes, alcanza su punto más alto en 2011 con 4,754 lo que referencia la motivación que tuvo la población en la iniciativa de patentamiento. En contraste, Rusia registra consistentemente los valores más elevados, supera las 28,000 solicitudes en la mayoría de los años, sin embargo, muestra una ligera disminución en los últimos periodos, destaca un descenso notable en 2017 con 22,777 solicitudes. Por otro lado, Turquía evidencia un crecimiento significativo a lo largo de la década, pasando de 3,180 en 2010 a 7,920 en 2020, esto refleja una fuerte tendencia ascendente. Además, México mantiene niveles más bajos, presenta variaciones moderadas con su punto más alto en 2018 con 1,555 solicitudes. Estas tendencias son muy elevadas en comparación a datos sudamericanos, sin embargo, es importante resaltar la diferencia dentro del grupo que al mantener cifras elevadas reflejan la competencia que mantienen entre países y estos datos se reflejan en la situación económica individual y por región (Onsay, 2021).

Figura 6

Solicitudes de patentes residentes países Sudamericanos.



Nota. Distribución del número de solicitudes de patentes residentes en países Sudamericanos. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

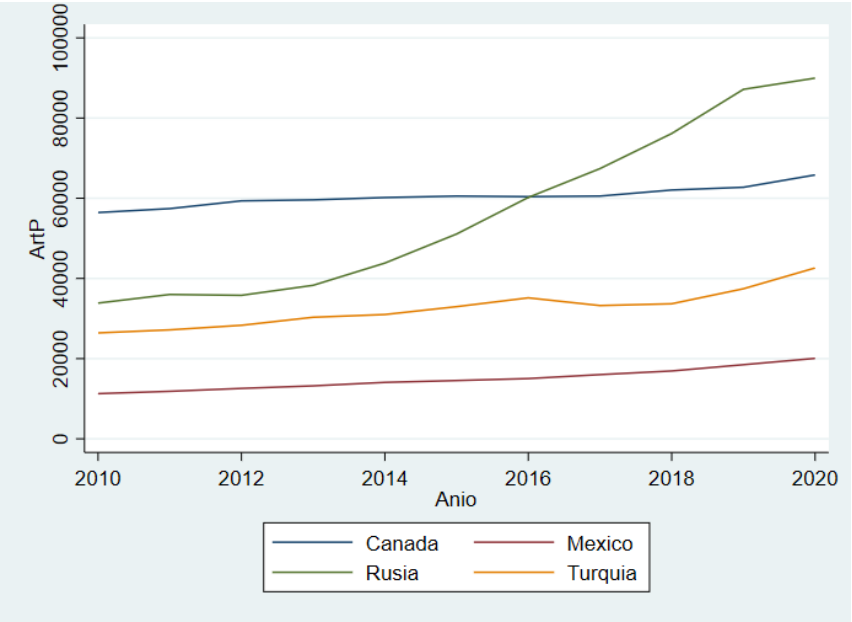
Brasil lidera consistentemente las solicitudes de patentes farmacéuticas por residentes en la región durante el período 2010-2020, con un promedio anual superior a 4,800 solicitudes, alcanzando su máximo en 2017 con 5,480. Chile ocupa el segundo lugar,

manteniendo un comportamiento relativamente estable con un promedio de 400 solicitudes por año, destacando un pico en 2014 con 452. Colombia muestra una tendencia al alza, pasando de 133 solicitudes en 2010 a 595 en 2017, aunque con fluctuaciones posteriores. Argentina presenta variaciones significativas, con un notable incremento en 2020, alcanzando 930 solicitudes, su máximo en la década. Por su parte, Ecuador registra los niveles más bajos, con cifras que oscilan entre 4 y 169 solicitudes, destacando aumento en 2011 con 169 y recuperación ligera hacia el final del período. Este análisis demuestra la evolución de países como Brasil, la falta de importancia en innovación en Colombia o Ecuador, reforzando la idea de Rodríguez et al., (2022) de la dependencia tecnológica y económica en industrias como la farmacéutica y biotecnológica.

Artículos y publicaciones

Figura 7

Artículos y publicaciones países G20.



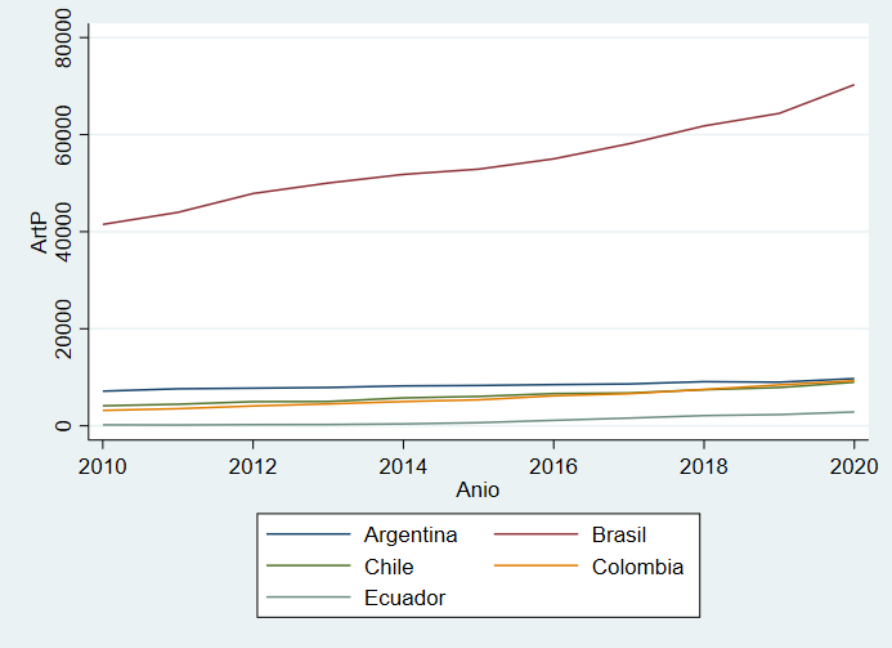
Nota. Distribución del número de artículos y publicaciones en países G20. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

Canadá lidera en la producción de artículos y publicaciones científicas durante el período 2010-2020, con crecimiento sostenido que culmina en 2020 con 65,821 publicaciones, consolidando su posición como el país con mayor actividad científica entre los analizados. Rusia muestra incremento significativo a lo largo de la década,

duplicando su producción de 33,855 artículos en 2010 a 89,967 en 2020, lo que refleja fortalecimiento notable en su capacidad investigadora. Turquía también presenta crecimiento constante, alcanzando 42,623 publicaciones en 2020, con aumento destacado a partir de 2014. México, aunque con volumen menor, muestra tendencia positiva, pasando de 11,269 publicaciones en 2010 a 20,074 en 2020, lo que refleja esfuerzo continuo por impulsar su actividad científica y generar protagonismo en la innovación del conocimiento como eje fundamental de crecimiento (Marquina & Rozga, 2015).

Figura 8

Artículos y publicaciones países Sudamericanos



Nota. Distribución del número de artículos y publicaciones en países Sudamericanos. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

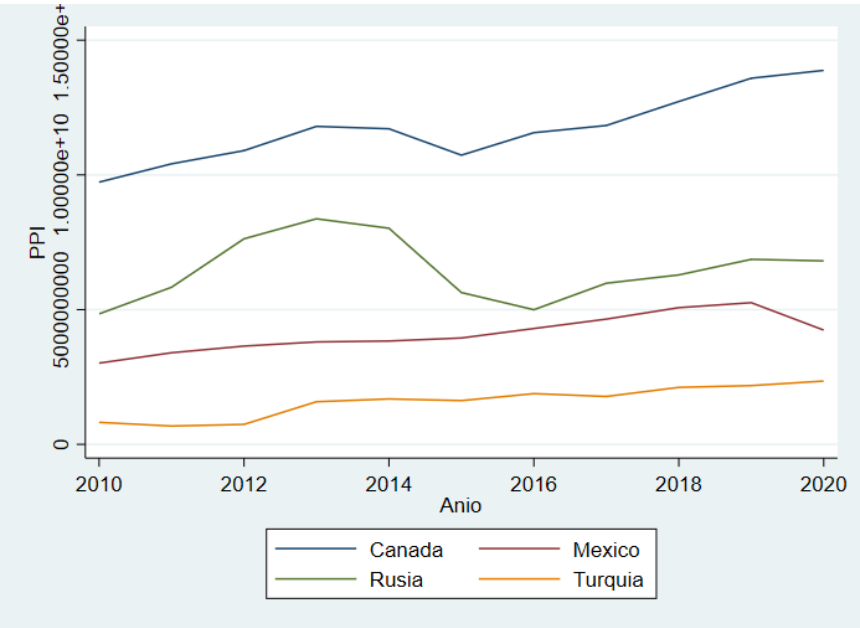
Brasil lidera ampliamente en la producción de artículos y publicaciones científicas en la región durante el período 2010-2020, con crecimiento sostenido que culmina en 2020 con 70,291 publicaciones, reflejando su posición consolidada como potencia científica regional. Chile ocupa el segundo lugar, incrementando sus publicaciones de 4,121 en 2010 a 8,979 en 2020, destacándose como referente en investigación en América del Sur. Colombia también muestra crecimiento continuo, duplicando su producción de 3,167 publicaciones en 2010 a 9,296 en 2020, lo que evidencia

fortalecimiento significativo en su capacidad investigadora. Argentina mantiene crecimiento estable, alcanzando 9,729 publicaciones en 2020, mientras que Ecuador, aunque con cifras menores, destaca por su notable incremento, pasando de 191 publicaciones en 2010 a 2,847 en 2020, lo que refleja avance acelerado en su actividad científica. Estas tendencias ponen de manifiesto las diferencias en infraestructura, inversión y políticas de apoyo a la investigación en Sudamérica, y el estancamiento en cifras mínimas sin mayor importancia en la economía global (Prieto & Tejedor, 2020).

Pagos por propiedad intelectual

Figura 9

Pagos por propiedad intelectual países G20.



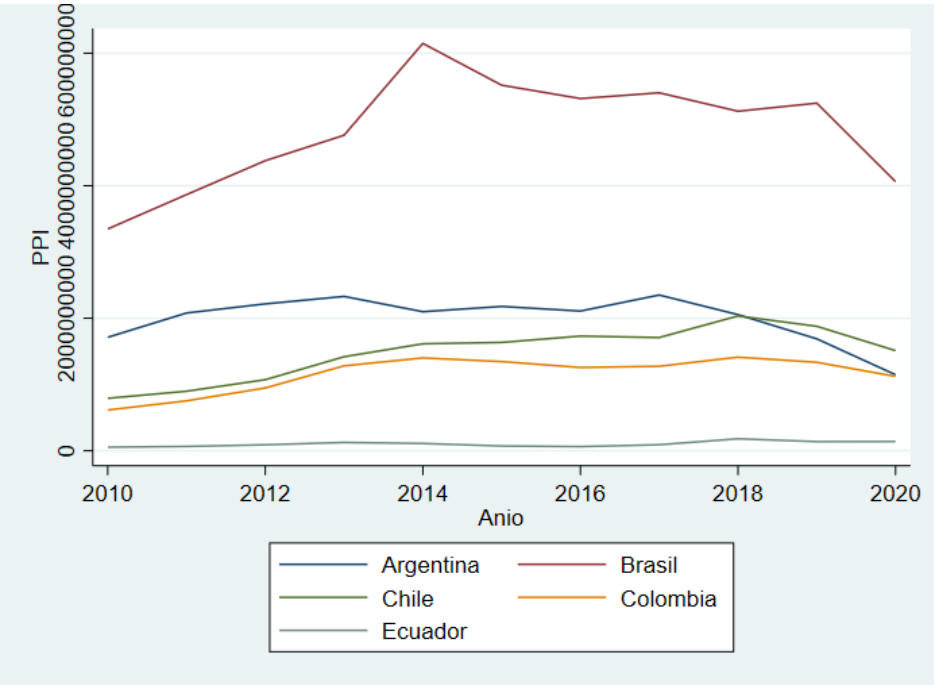
Nota. Distribución del valor monetario en pagos de propiedad intelectual en países G20. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

Canadá se posiciona como el líder indiscutible en pagos por propiedad intelectual entre los países analizados, con notable ascenso que culmina en 2020 con 13,879 millones de dólares, demostrando su papel central en la adopción de tecnologías avanzadas y la valorización de innovación. México sigue un camino ascendente hasta 2019, cuando registra su máximo con 5,257 millones de dólares, aunque en 2020 experimenta una caída significativa a 4,240 millones, posiblemente impactado por dinámicas económicas globales. Rusia se mantiene estable a lo largo de la década, con promedio de 6,000 millones anuales y pico destacado en 2019 con 6,866 millones, subrayando

su constancia en el acceso a innovaciones internacionales. Turquía, a pesar de contar con cifras más bajas, sorprende con crecimiento acelerado, multiplicando su inversión de 816 millones en 2010 a 2,349 millones en 2020, reflejando compromiso creciente con la incorporación de tecnologías protegidas. Así, los enfoques diversos en el aprovechamiento de la propiedad intelectual como motor de desarrollo y competitividad tecnológica son claros en economías que lideran el mundo (Burhan et al., 2017).

Figura 10

Pagos por propiedad intelectual países Sudamericanos.



Nota. Distribución del valor monetario en pagos de propiedad intelectual en países Sudamericanos. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

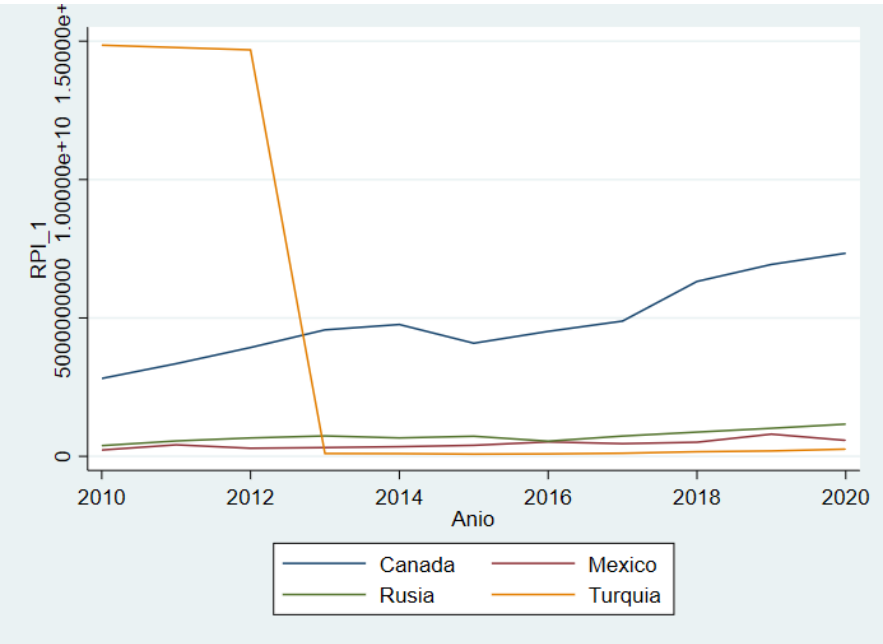
Brasil domina claramente los pagos por propiedad intelectual en la región, registrando valores consistentemente altos a lo largo de la década. En 2014, alcanza su máximo con 6,147 millones de dólares, aunque muestra notable disminución en 2020, bajando a 4,062 millones, posiblemente reflejo de cambios económicos globales o ajustes en sus políticas de inversión tecnológica. Chile se posiciona como el segundo mayor pagador, experimentando crecimiento sostenido que culmina en 2018 con 2,034 millones, pero también presenta una caída hacia 2020 con 1,511 millones. Colombia mantiene un comportamiento relativamente estable, oscilando entre 1,257 y 1,412

millones en sus años pico, aunque en 2020 cae a 1,122 millones, reflejando contracción en su inversión. Por su parte, Argentina destaca por un desempeño variable, con su máximo en 2017 con 2,350 millones, seguido de un declive significativo hacia 2020, situándose en 1,147 millones. Ecuador, aunque con cifras mucho menores, muestra incremento notable hasta 2018, cuando registra 180 millones, pero retrocede a 139 millones en 2020. Finalmente, se establece que, si no producimos innovación, sino más bien la compramos se refleja en las diferencias en las estrategias de inversión en ciencia y tecnología, así como los impactos económicos que afectan las decisiones sobre propiedad intelectual en cada país (Argothy et al., 2020; Lascano et al., 2021).

Recibos de propiedad intelectual

Figura 11

Recibos por propiedad intelectual países G20.



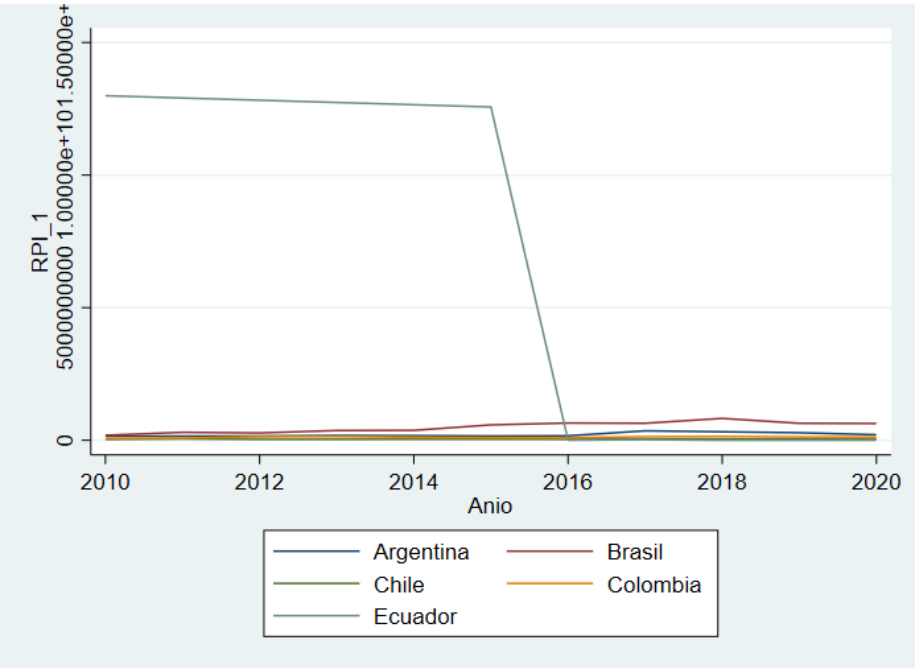
Nota. Distribución del valor monetario en recibos de propiedad intelectual en países G20. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

Los flujos de ingresos por propiedad intelectual entre los países reflejan patrones diversos de actividad económica y desarrollo tecnológico. Canadá sobresale como líder indiscutible en la región, con ingresos que inician en 2,813 millones de dólares en 2010 y alcanzan su máximo en 2020 con 7,339 millones, valores crecientes que subraya su fuerte presencia en innovación global. Rusia, aunque con cifras más modestas, evidencia crecimiento sostenido desde 386 millones en 2010 hasta 1,163

millones en 2020, lo que sugiere expansión estratégica en sus capacidades tecnológicas. Turquía, por su parte, mostrando datos con una caída evidente en el que, en 2012, debido a una tasa anual de expansión del crédito bancario del 40% con estancamiento económico prolongado (Zou, 2017). En contraste, México presenta comportamiento más oscilante, iniciando con 228 millones en 2010, alcanzando el pico mayor de 801 millones en 2019, pero con una caída en 2020 a 576 millones. Estos datos no solo destacan las diferencias en el dinamismo económico y tecnológico, sino también las prioridades nacionales en términos de exportación de innovación y desarrollo industrial (Tejedor et al., 2018).

Figura 12

Recibos por propiedad intelectual países Sudamericanos.



Nota. Distribución del valor monetario en recibos de propiedad intelectual en países Sudamericanos. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

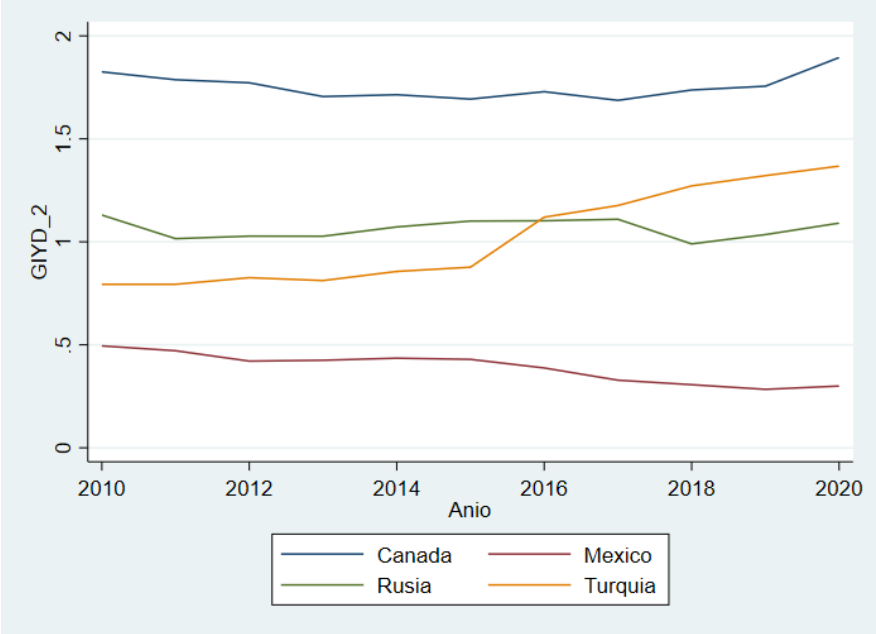
El análisis de los ingresos por propiedad intelectual en Sudamérica refleja dinámicas contrastantes entre los países. Brasil lidera consistentemente con un máximo de 825 millones de dólares en 2018, consolidando su posición como el principal generador de ingresos por innovación en la región. Ecuador destaca inicialmente con valor alto 12,992 millones USD en 2010, pero experimenta drástica disminución en los años posteriores, estabilizándose en 4,259 millones USD en 2020. Chile y Colombia

muestran incrementos más moderados, con Chile pasando de 36 a 39 millones entre 2010 y 2020, y Colombia subiendo de 72 a 123 millones USD en el mismo periodo. Argentina, aunque volátil, alcanzó su máximo de 356 millones USD en 2017 antes de descender a 209 millones USD en 2020. Estas tendencias evidencian el panorama diverso, consolidándose en innovación y otros países enfrentando desafíos en la estabilidad de sus estrategias tecnológicas y económicas (Fernández, 2020).

Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)

Figura 13

Gasto en I+D en países G20.



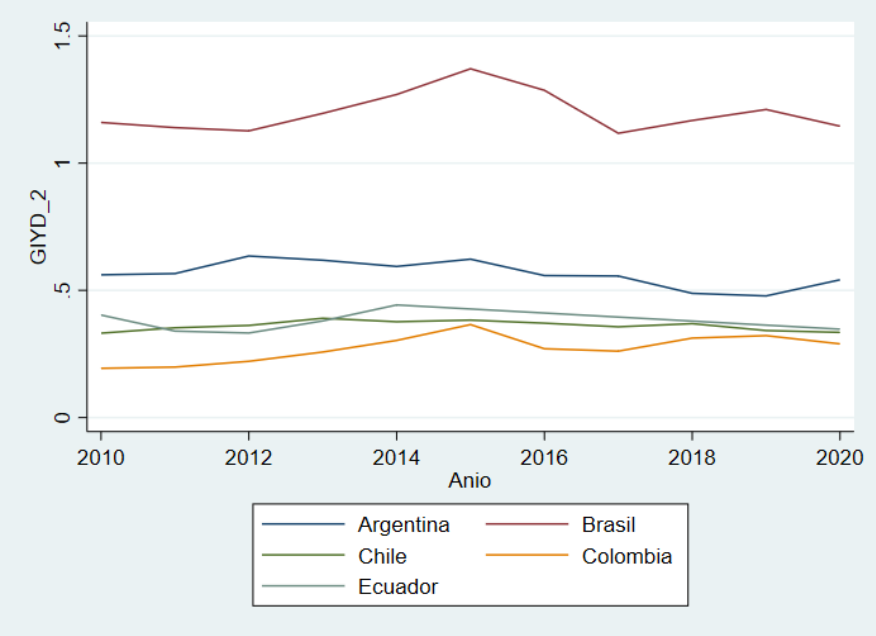
Nota. Distribución del valor porcentual de gasto en investigación y desarrollo en países G20. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

El análisis del gasto en investigación y desarrollo (I+D) como porcentaje del PIB en México, Canadá, Rusia y Turquía evidencia patrones significativos y diversos en su compromiso con la innovación. Canadá lidera consistentemente con valores entre 1.69% y 1.89%, mostrando estabilidad y ligera tendencia al alza, lo que reafirma su enfoque estratégico en I+D. Rusia sigue una trayectoria similar, fluctúa entre 1.02% y 1.13%, con ligera recuperación hacia 2020 (1.09%), lo que refleja compromiso moderado con la innovación, posiblemente afectado por factores económicos. Turquía, por su parte, muestra valores crecientes, aumentando de 0.79% en 2010 a 1.37% en

2020, señalando una clara apuesta por fortalecer su infraestructura de investigación. En contraste, México experimenta descenso pronunciado, pasando de 0.49% en 2010 a 0.30% en 2020, lo que sugiere desafíos en priorizar la inversión en I+D, limitando su capacidad de competir en el panorama global de innovación, este contraste resalta la importancia de políticas sostenidas para garantizar el desarrollo tecnológico y económico a largo plazo (Isametdinovna, 2022).

Figura 14

Gasto en I+D en países Sudamericanos.



Nota. Distribución del valor porcentual de gasto en investigación y desarrollo en países Sudamericanos. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

El análisis del gasto en investigación y desarrollo (I+D) como porcentaje del PIB en Ecuador, Chile, Colombia, Brasil y Argentina revela patrones de inversión en innovación que varían considerablemente, reflejando las prioridades económicas y las políticas de cada país. Brasil, a pesar de la volatilidad política y económica, se mantiene como líder en la región, con gasto en I+D que oscila entre 1.12% y 1.37% del PIB, mostrando compromiso constante con la innovación. En cambio, Ecuador, Chile, y Colombia experimentan valores mucho más bajos, aunque Chile se destaca ligeramente con tendencia estable de alrededor de 0.33% a 0.39%, mientras que Ecuador y Colombia fluctúan entre 0.19% y 0.44%. Argentina, por su parte, muestra ligera disminución en su gasto en I+D a lo largo de la década, pasando de 0.56% en

2010 a 0.54% en 2020, sugiriendo estancamiento en la priorización de la investigación y la innovación, lo que podría limitar su capacidad competitiva en el futuro. Estos datos subrayan la necesidad de un enfoque más agresivo y sostenido hacia la inversión en I+D para que estos países puedan cerrar la brecha tecnológica y avanzar hacia economías más orientadas al conocimiento. Además, es importante el análisis de las estadísticas descriptivas las cuales permiten obtener los siguientes resultados.

Tabla 6

Estadístico descriptivo de las variables de estudio bloque G20.

Stats	Patente Farmacéutica	Patente biotecnológica	SPNR	SPR	ArtP	PPI	RPI	GIYD	DIPR	DIPNR
Mean	2 534,934	1 694,092	6 191,945	1 268,091	15145,54	1,91e+09	1,57e+09	,5562938	1 039 382	8 181,818
Max	887 097	553 538	25925	5480	70291,66	6,15e+09	1,30e+10	137,093	4364	3029
Min	1,301775	,2840237	329	4	169,82	5,41e+07	2235390	,19358	41	63
Sd	2 214.464	1 574,194	8470.3	1 873,856	20307,4	1,66e+09	3,96e+09	,3419923	1 455,669	8,941,998
skewness	1 164,246	1 144,055	1 512,892	1 484,359	1 563,877	1,050,089	2,497.437	1 226,556	1 369,708	1,394,696
kurtosis	3.374.291	3.147,554	3 505,428	3 323,309	3 779,884	3,160 424	7,261.566	298,216	3 172,211	3,413,898
p50	174,179	118,133	2562	422	7135,9	1,51e+09	1,52e+08	,3903	271	448
variance	4, 903853	2,478087	7,17e+07	3511337	4,12e+08	2,76e+18	1,57e+19	,1169588	2118972	799593,3

Nota. Principales descriptivos para el las variables de estudio bloque G20. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, (2024).

Al analizar los estadísticos descriptivos para el bloque G20 muestra que las medias destacan una mayor actividad en patentes farmacéuticas (2 534,934) frente a biotecnológicas (1 694,092), mientras que indicadores como SPNR (6 191,945) y SPR (1 268,091) reflejan diferencias importantes, con máximos como el de SPNR (25 925) sugiriendo concentraciones en pocos países. Variables clave como PPI y RPI presentan altos promedios (1,91e+09 y 1,57e+09, respectivamente) y desviaciones estándar significativas, indicando alta inversión en propiedad intelectual. La asimetría positiva y curtosis elevada en variables como patentes farmacéuticas (asimetría: 1,164, curtosis: 3,374) confirman distribuciones sesgadas y valores atípicos, mientras que las medianas, inferiores a las medias, evidencian concentración en (Canadá). Estos resultados destacan el protagonismo de países G20 con el desarrollo de capacidades tecnológicas y científicas en el G20.

Tabla 7

Estadístico descriptivo de las variables de estudio bloque sudamericano.

Stats	Patente Farmacéutica	Patente biotecnológica	SPNR	SPR	ArtP	PPI	RPI	GIYD	DIPR	DIPNR
Mean	2 060 842	9,659754	15 102,36	9 385,682	41075,94	5,97e+09	2,54e+09	1 056,882	11108,34	4 667,659
Max	5,932971	3.769,752	32687	29269	89967,04	1,39e+10	1,49e+10	189,484	43631	7912
Min	281,274	3,325	177	951	11269,39	6,80e+08	8,10e+07	,28394	734	1849
Sd	1 827,095	1 297,679	1106772	10037,09	21484,23	3,90e+09	3,92e+09	,5040981	16167,9	1832,77
Skewness	,9751109	1,172.915	,163972	1 086,203	,3626055	,5271004	2 150,823	,0783098	1 183,266	,0937941
Curtosis	2 305,332	2 485,372	1.986,198	2 417,738	2.197,689	2 079,192	6 958,011	1 877,356	2 475,392	1 763,328
p50	1 094,609	257,064	14714	4501	35900,1	5,04e+09	6,65e+08	105,386	2285	4507,5
Variance	33382,76	16839,71	1,22e+08	1,01e+08	4,62e+08	1,52e+19	1,54e+19	,2541149	2,61e+08	3359047

Nota. Principales descriptivos para el las variables de estudio bloque Sudamericano. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE (2024).

En los estadísticos descriptivos del bloque sudamericano presenta niveles más bajos y mayor dispersión en el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas comparado con el G20. La media de patentes farmacéuticas (2 060,842) y biotecnológicas (9,659754) refleja menores registros, mientras que la alta desviación estándar y la asimetría positiva indican una concentración de resultados en pocos países con valores muy superiores al promedio. La curtosis, también elevada, confirma la presencia de valores extremos, evidenciando que solo unos pocos países lideran las patentes y la inversión en ciencia y tecnología. Además, el PPI (5,97e+09) y RPI (2,54e+09) tienen valores promedio considerables, pero con alta dispersión, lo que sugiere grandes desigualdades en inversión industrial y rendimiento. La mediana inferior a la media refuerza esta concentración, indicando que la mayoría de los países sudamericanos aún enfrentan rezagos significativos en la innovación y en la capacidad tecnológica.

El análisis comparativo de las tablas descriptivas para los bloques G20 y Sudamericano revela importantes diferencias en el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas. Primero, en el bloque G20 muestra medias más elevadas en variables como patentes farmacéuticas y biotecnológicas (PPI **y** RPI**),** estos valores están acompañados de una alta dispersión y asimetría positiva, lo que indica que el liderazgo se concentra en pocos países. Por otro lado, en Sudamérica presenta medias más bajas y también evidencia fuerte concentración, con menor cantidad de patentes e inversión y valores extremos en algunos países líderes como Brasil, como lo demuestra la alta curtosis**.** La brecha tecnológica entre ambos bloques es evidente, refleja que, si bien hay avances en Sudamérica, persisten desigualdades significativas en la generación de innovación y capacidades tecnológicas frente a países G20.

Cumplimiento del objetivo específico 2: Identificar la relación entre patentes y desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en actividades farmacéutica y biotecnológica en países del G20 y Sudamericanos.

Para el cumplimiento del segundo objetivo específico, que es identificar la relación entre las patentes y el desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en actividades farmacéuticas y biotecnológicas en países del G20 y Sudamericanos, se aplicó un análisis estadístico correlacional para determinar si existe asociación entre estas variables. En primer lugar, se utilizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov para evaluar la normalidad de variables relacionadas con el número de patentes registradas, inversión en investigación y desarrollo (I+D), y publicaciones científicas, dado que es adecuada para muestras grandes contando con 9 observaciones.

A través de estas pruebas, se determinó la presencia de no normalidad para todas las variables, por lo que se utilizó la prueba no paramétrica Rho de Spearman para medir la correlación. A continuación, se presentan los resultados de las pruebas de normalidad y correlación para las variables de este estudio, que incluyen: solicitudes de patentes no residentes (SPNR), solicitudes de patentes residentes (SPR), solicitudes de diseño industrial personas no residentes por recuento (DIPNR_1), solicitudes de diseño industrial personas residentes, por recuento (DIPR_1), artículos en publicaciones científicas y técnicas (ArtP), gasto en investigación y desarrollo como % del PIB (GIYD_2), cargos por el uso de propiedad intelectual, recibos balanza de

pagos, US$ a precios actuales (RPI_1), cargos por el uso de propiedad intelectual pagos balanza de pagos, US$ a precios actuales (PPI) en el ámbito farmacéutico y biotecnológico en los países del G20 y Sudamericanos.

Tabla 8

Pruebas de normalidad de los registros de patentes y la capacidad de ciencia y tecnología.

Pruebas de normalidad			
	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Patente Farmacéutica	0,276	99	0,000
Biotecnología	0,376	99	0,000
SPNR	0,269	99	0,000
SPR	0,308	99	0,000
ArtP	0,2	99	0,000
PPI	0,207	99	0,000
RPI_1	0,39	99	0,000
GIYD_2	0,184	99	0,000
DIPR_1	0,416	99	0,000
DIPNR_1	0,194	99	0,000

Nota. Prueba de normalidad para las patentes farmacéuticas, biotecnológicas y capacidades de ciencias y tecnológicas. Fuente: Elaboración propia (2025).

Dado que las variables no presentan una distribución normal, los resultados de la correlación se analizaron mediante el coeficiente de Spearman. Este análisis reveló el nivel de significancia y el grado de correlación entre las variables del desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas, y las patentes registradas en actividades farmacéuticas y biotecnológicas en los países del G20 y Sudamericanos.

En la tabla 8 de correlación evidencia que el registro de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países del G20 está estrechamente relacionado con variables clave como el gasto en I+D, los artículos y publicaciones científicas y los recibos por propiedad intelectual, mostrando coeficientes positivos significativos. En particular, el gasto en investigación y desarrollo presenta las correlaciones más altas con las patentes farmacéuticas (0,8576) y biotecnológicas (0,8524), lo que refleja la importancia de la inversión en ciencia para impulsar la innovación tecnológica. Asimismo, la producción científica, medida a través de artículos y publicaciones, también guarda una fuerte relación con el registro de patentes, destacando la

vinculación entre el desarrollo del conocimiento y la creación de tecnologías aplicadas. Las correlaciones sugieren que los países con mayores niveles de inversión en ciencia y tecnología mantienen una relación significativa con la capacidad innovadora, generando tanto beneficios económicos como liderazgo en innovación.

Tabla 9

Correlación del registro de patentes farmacéuticas y biotecnológicas y las capacidades de ciencia y tecnología en países G20.

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.Patentes Farmacéuticas	1									
2. Patentes Biotecnología	0,6640 *0,0000	1								
3. Solicitudes Patentes (NR)	0,3370* 0,0253	0,6362* 0,0000	1							
4. Solicitudes Patentes (R)	0,2882 0,0578	0,3670* 0,0143	-0,0840 0,5877	1						
5. Artículos y publicaciones	0,6056* 0,0000	0,7729* 0,0000	0,3783* 0,0113	0,5921* 0,0000	1					
6. Pagos por propiedad intelectual	0,4313* 0,0035	0,8097* 0,0000	0,8689* 0,0000	0,1618 0,2940	0,6915* 0,0000	1				
7. Recibos por propiedad intelectual	0,5352* 0,0002	0,4042* 0,0065	0,4636* 0,0015	-0,0423 0,7852	0,5201* 0,0003	0,5976* 0,0000	1			
8. Gasto en I+D	0,8576* 0,0000	0,8524* 0,0000	0,4314* 0,0035	0,4506* 0,0021	0,7741* 0,0000	0,5824* 0,0000	0,3772* 0,0116	1		
9. Solicitudes de diseño industrial (R)	-0,2406 0,1157	-0,5084* 0,0004	-0,8722* 0,0000	0,4044* 0,0065	-0,1946 0,2055	-0,7704* 0,0000	-0,5108* 0,0004	-0,2836 0,0621	1	
10. Solicitudes de diseño industrial (NR)	0,5758* 0,0000	0,1901 0,2164	-0,2799 0,0657	0,3855* 0,0098	0,4777* 0,0010	-0,0906 0,5585	0,0850 0,5833	0,5043* 0,0005	0,3786* 0,0113	1

Nota. Correlación Rho de Spearman de los elementos de solicitudes de patentes e indicadores de ciencia y tecnología de países G20 periodo 2010-2020 con *p = 0,05. Fuente: Elaboración propia (2025).

La tabla 9 de correlación nos permite ahondar en los datos y tener una perspectiva mucho más real de la relación que tienen las variables.

Por otro lado, en la tabla 10 muestran las correlaciones entre el registro de patentes farmacéuticas y biotecnológicas y varios indicadores relacionados con las

capacidades de ciencia y tecnología en países sudamericanos. Principalmente, se analizó la significancia bilateral para determinar si existe correlación entre estas variables, y se encontró que la relación entre las patentes farmacéuticas y biotecnológicas altamente significativa, con valor de 0,8440, lo que indica fuerte conexión entre ambos sectores. Además, la correlación entre las solicitudes de patentes y las publicaciones científicas es igualmente significativa (hasta 0,9040), sugiriendo que mayor volumen de publicaciones científicas impulsa el registro de patentes en la región. También se observó correlación significativa con el gasto en investigación y desarrollo, lo que subraya la relación de inversión en I+D en la generación de patentes en estos sectores. Estos resultados reflejan la importancia de fortalecer la capacidad de innovación en los países sudamericanos a través de la ciencia, la tecnología y la inversión en investigación.

Tabla 10

Correlación del registro de patentes farmacéuticas y biotecnológicas y las capacidades de ciencia y tecnología en países Sudamericanos.

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.Patentes Farmacéuticas	1									
2. Patentes Biotecnología	0,8440** 0,0000	1								
3. Solicitudes Patentes (NR)	0,6005* 0,0000	0,6049* 0,0000	1							
4. Solicitudes Patentes (R)	0,5945* 0,0000	0,5687* 0,0000	0,8911* 0,0000	1						
5. Artículos y publicaciones	0,4674* 0,0003	0,4691* 0,0003	0,8550* 0,0000	0,9040* 0,0000	1					
6. Pagos por propiedad intelectual	0,5667* 0,0000	0,5567* 0,0000	0,9442* 0,0000	0,9024* 0,0000	0,9040* 0,0000	1				
7. Recibos por propiedad intelectual	0,2943* 0,0292	0,1735 0,2052	0,3685* 0,0056	0,3669* 0,0059	0,3188* 0,0177	0,3099* 0,0213	1			
8. Gasto en I+D	0,4981* 0,0001	0,4555* 0,0005	0.7329* 0.0000	0,6575* 0,0000	0,6262* 0,0000	0,7013* 0,0000	0,5209* 0,0000	1		
9. Solicitudes de diseño industrial(R)	0,2994* 0,0264	0,2922* 0,0304	0,7451* 0,0000	0.7725* 0.0000	0,8047* 0,0000	0,7497* 0,0000	0,4717* 0,0003	0,6677* 0,0000	1	
10. Solicitudes de diseño industrial (NR)	0,5813* 0,0000	0,5986* 0,0000	0,9456* 0,0000	0,8826* 0,0000	0,8870* 0,0000	0,9015* 0,0000	0,3835* 0,0039	0,7095* 0,0000	0,7630* 0,0000	1

Nota. Correlación Rho de Spearman de los elementos de solicitudes de patentes e

indicadores de ciencia y tecnología de países sudamericanos periodo 2010-2020 con *p = 0,05. Fuente: Elaboración propia (2025).

Al comparar las correlaciones entre las variables de patentes farmacéuticas y biotecnológicas y los indicadores de ciencia y tecnología en los bloques del G20 y Sudamericanos, se observa que en los países del G20 la relación es fuerte, con (0,8440) de correlación entre las patentes farmacéuticas y biotecnológicas, mientras que en los países sudamericanos esta correlación es aún más alta, alcanzando (0,975). Además, la relación entre las solicitudes de patentes y las publicaciones científicas es también más pronunciada en Sudamérica (0,9040) en comparación con los países del G20 (0,9000), lo que sugiere que la producción científica tiene un mayor impacto en la generación de patentes en la región sudamericana. En cuanto al gasto en I+D, los países del G20 presentan (0,4981) con patentes, lo que indica una relación más consolidada, mientras que en Sudamérica esta correlación es más baja (0,4555), lo que podría reflejar ciertas limitaciones de eficiencia de la inversión en I+D.

En resumen, aunque ambos bloques muestran correlaciones significativas, los países del G20 evidencian una relación más robusta entre la inversión en ciencia, tecnología e innovación, mientras que en Sudamérica existe un potencial de mejora en la eficiencia y el impacto de la inversión en investigación y desarrollo. En refuerzo a esta idea, Onsay (2021) analiza los países desarrollados y como han logrado que los indicadores de I+D se conviertan en un motor clave para el crecimiento económico sostenido, los países en desarrollo aún enfrentan barreras que impiden una relación eficaz entre estos factores, lo que dificulta el uso de los indicadores de I+D como predictores del crecimiento económico.

Cumplimiento del objetivo específico 3: Estimar el impacto del desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en el registro de patentes en actividades farmacéutica y biotecnológica en países del G20 y Sudamericanos.

Al final, el proyecto termina siendo explicativo, donde se determinó la incidencia del desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en el registro de patentes en actividades farmacéutica y biotecnológica dentro del contexto G20 y países

sudamericanos. Como primer punto, se realizó un modelo econométrico de datos de panel debido a la existencia de una dimensión temporal que abarca el periodo de 2010 a 2020, además, una dimensión de unidades individuales formada por los países del G20 y Sudamérica, en relación con las actividades farmacéuticas y biotecnológicas.

Es importante destacar que este tipo de modelo econométrico facilita el análisis de los efectos individuales y permite comprender cómo las variables evolucionan a lo largo del tiempo, además, el modelo incluye la aplicación del test de Hausman para decidir entre efectos fijos y efectos aleatorios, el cual permite identificar cuál se adapta mejor al estudio y presenta mayor relevancia con respecto a las variables analizadas. A continuación, se presenta los modelos econométricos de datos de panel con efectos fijos y aleatorios, y la elección del mejor modelo dependiendo de nuestros datos.

Datos de panel con efectos fijos en el sector farmacéutico

Tabla 11

Modelo de efectos fijos

Fixed-effects (within) regression		Number of obs =	99
Group variable: Ind		Number of groups =	9
R-sq:		Obs per group:	
within = 0,2464		min =	11
between = 0,0748		avg =	11,0
overall = 0,0795		max =	11
F (8,82) = 3,35			
Corr (u_i, Xb) = -0,0349		Prob > F =	0,0023

Patente Farmacéutica	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
SPNR	-,0002611	,0026324	0,10	0,921	-,0054978	,0049757
SPR	,0038462	,0033358	1,15	0,252	-,0027898	,0104823
ArtP	-,0001898	,0005096	0,37	0,710	-,0012036	,0008239
PPI	1,86e-09	4,45e-09	0,42	0,678	-7,00e-09	1,07e-08
RPI_1	2,95e-09	9,27e-10	3,18	0,002	1,10e-09	4,79e-09
GIYD_2	4,546,048	3.470.581	1,31	0,194	-23,58044	114,5014
DIPR_1	-,0024948	,0022382	1,11	0,268	-,0069473	0 ,019576
DIPNR_1	-,0065133	,0064584	1,01	0,316	-,0193611	,0063345
_cons	7,666578	3,878053	1,98	0,051	-,4810471	153,8126

sigma_u	15,209407		
sigma_e	24,070599		
Rho	,97556538		
F test that all	u_i=0: F(8,	82) = 34,98	Prob > F = 0,0000

*Nota***:** Modelo de efectos fijos, cálculos realizados en el software STATA 16. Elaboración propia (2025).

A partir de los resultados presentados en la tabla 11, el estudio se realizó con 99 observaciones agrupadas en 9 grupos. El modelo utilizado es de efectos fijos (dentro del grupo), y se destaca que el valor de R-cuadrado within es 0,2464, lo que indica que aproximadamente el 24,64% de la variabilidad de la variable dependiente es explicada por las variables independientes, una vez que se controlan los efectos fijos. Esto sugiere que las diferencias individuales entre los grupos han sido tomadas en cuenta al analizar los cambios a lo largo del tiempo.

El análisis específico de la regresión muestra que el valor de R-cuadrado overall es de 0,0795, lo que implica que una pequeña parte de la variabilidad total de la variable dependiente es explicada por las variables en el modelo. En cuanto a la significancia de las variables, el valor P>|t| muestra que ninguna de las variables independientes, como SPNR, SPR, ArtP, entre otras, tiene un valor P menor a 0,05, lo que indica que no son estadísticamente significativas para explicar la variable dependiente en este contexto. Además, la prueba global F (F(8,82) = 3,35) y el valor Prob > F = 0,0023 sugieren que, en conjunto, las variables explican significativamente la variabilidad de la variable dependiente, aunque el modelo puede no ser tan fuerte en términos de su capacidad predictiva.

Tabla 12

Modelo de efectos aleatorios en el sector farmacéutico.

Random-effects GLS regression					Number of obs =	99
Group variable: Ind					Number of groups =	9
R-sq:					Obs per group:	
Within= 0,0466					min =	11
between = 0,9737					avg =	11,0
overall = 0,9073					max =	11
		Wald chi2(8) = 880,37				
Corr (u_i, X) = 0 (assumed)			Prob > chi2 = 0,0000			
Patente Farmacéutica	Coef.	Std. Err.	z	P>z	[95% Conf.	Interval]
SPNR	-,0044553	,0013648	3,26	0,001	-,0071303	-,0017802
SPR	-,0041226	,0008914	4,62	0,000	-,0058697	-,0023755
ArtP	-,002282	,0005714	3,99	0,000	-,0034019	-,0011622
PPI	3,55e-08	6,93e-09	5,13	0,000	2,20e-08	4,91e-08
RPI_1	6,15e-09	1,32e-09	4,66	0,000	3,56e-09	8,74e-09
GIYD_2	1,925.194	3,166.238	6,08	0,000	1,304.623	2,545.765
DIPR_1	-,0006473	,0019037	0,34	0,734	-,0043785	,0030839
DIPNR_1	,0151065	,0110809	1,36	0,173	-,0066116	,0368246
_cons	-9,715204	1,002.702	9,69	0,000	-1,168.046	-7,749.944
sigma_u	0					
sigma_e	24,070599					
Rho	0					

Nota: Modelo de efectos aleatorios, cálculos realizados en el software STATA 16. Elaboración propia (2025).

En el estudio de modelo de efectos aleatorios en el sector farmacéutico, el R-cuadrado total del modelo es de 0,9073, lo que indica que las variables independientes explican una gran parte de la variabilidad de la variable dependiente en general. El valor del Chi-cuadrado es 0,0000, lo que sugiere que las variables independientes, en conjunto, tienen una alta correlación con la variable dependiente. Además, el resultado de supuesto de exogeneidad confirma que no hay correlación entre los efectos aleatorios y las variables independientes, lo que es consistente con la hipótesis planteada en el estudio.

En cuanto a la significancia individual de las variables, el análisis de los valores P>|z| revela que varias variables son estadísticamente significativas. Por ejemplo, la variable SPR tiene un valor de z de 4,62 y un valor z < 0,05, lo que indica que está significativamente relacionada con la variable dependiente. Otras variables como RPI_1 también son significativas, mientras que otras, como DIPR_1 y DIPNR_1, no presentan una relación significativa con la variable dependiente. En general, los resultados muestran que, aunque el modelo global es significativo, algunas variables no tienen un impacto fuerte y directo sobre la variable dependiente.

Tabla 13

Test de Hausman para datos de panel con datos del sector farmacéutico.

	Coefficients			
	(b)	(B)	(b-B)	sqrt(diag(V_b-V_B))
SPNR	-0,0002611	-0,0044553	0 ,0041942	0 ,0025429
SPR	0,0038462	-0,0041226	0 ,0079688	0,0033061
ArtP	-0001898	-0,002282	0 ,0020922	0,0004225
PPI	1,86e-09	3,55e-08	-3,37e-08	2,80e-09
RPI_1	2,95e-09	6,15e-09	-3,21e-09	6,53e-10
GIYD_2	45,46048	192,5194	-147,0589	30,90541
DIPR_1	-0,0024948	-0,0006473	-0,0018475	0,0020268
DIPNR_1	-0,0065133	0,0151065	-0,0216198	0,0033423
Test: Ho:	difference in coefficients not systematic			
	chi2(2) = (b-B)'[(V_b-V_B) ^ (-1)] (b-B)			
	= 43,43			
	Prob>chi2 = 0,0000			

Nota: Test de Hausman, cálculos realizados en el software STATA 16. Elaboración propia (2025).

Los resultados del test de Hausman se presentan en la tabla 13. Este test se utiliza para identificar la metodología más adecuada entre efectos fijos y efectos aleatorios, según las características de la serie de datos, además, es importante considerar el valor de Chi cuadrado si es menor a 0,05 se elige el modelo de efectos fijos; en cambio, si es mayor a 0,05 se prefiere el modelo de efectos aleatorios, sin embargo, en este estudio se aplicó el código “sigmaless” para poder analizar los modelos sin influencia de heterocedasticidad (Ranger & Much, 2020). En este caso, el modelo econométrico de datos de panel más adecuado y confiable para analizar el impacto de las características

del capital humano en las ventas del sector farmacéutico en países de G20 es el de efectos fijos, con un Chi cuadrado de 0,0000.

Tabla 14

Modelos efectos fijos corregido.

Group variable: Ind		Number of obs =	99
Time variable: Anio		Number of groups =	9
Panels: heteroskedastic (balanced)		Obs per group:	
Autocorrelation: common AR(1)		min =	11
		avg =	11
		max =	11
Estimated covariances =	9	R-squared =	0.8086
Estimated autocorrelations =	1	Wald chi2(8) =	204.10
Estimated coefficients =	9	Prob > chi2 =	0.0000

Het-corrected

PatentFarma	Coef.	Std. Err.	z	P>z	[95% Conf.	Interval]
SPNR	-.0014982	.0018476	-0.81	0.417	-.0051194	.0021229
SPR	-.002837	.0012565	-2.26	0.024	-.0052997	-.0003743
ArtP	-.00223	.0007391	-3.02	0.003	-.0036786	-.0007815
PPI	2.32e-08	7.91e-09	2.93	0.003	7.68e-09	3.87e-08
RPI_1	5.95e-09	1.59e-09	3.75	0.000	2.84e-09	9.06e-09
GIYD_2	205.0927	38.35156	5.35	0.000	129.9251	2.802.604
DIPR_1	-.000445	.0019834	-0.22	0.822	-.0043324	.0034425
DIPNR_1	.0139767	.0115387	1.21	0.226	-.0086386	.0365921
_cons	-94.02595	12.41135	-7.58	0.000	-118.3517	-6.970.014

rho .5172378

Nota: Modelo de efectos fijos corregido, cálculos realizados en el software StataCorp, (2019). Elaboración propia (2025).

A partir de los resultados presentados en la tabla 14, se concluye que el modelo más adecuado para este estudio es el de efectos fijos corregido, ya que controla la heterocedasticidad no observada y ajusta los posibles problemas de autocorrelación, por medio del comando “corr(ar1) het”, lo que permite tratar de manera más eficaz los problemas encontrados. Al analizar los resultados de la prueba P>|z|, se observa que algunas variables muestran significancia. Por ejemplo, la variable SPR tiene una

significancia (p= 0,024), que indica que está positivamente correlacionada con la variable dependiente, es decir, un cambio en la variable independiente genera un incremento en la variable dependiente, de manera similar, la variable ArtP también es significativa (p = 0,003) y muestra un coeficiente negativo (-0,00223), lo que implica incremento en esta variable asociado con una reducción en la variable dependiente, respaldado por un intervalo de confianza entre -0,0078 y -0,0007. Por otro lado, la variable PPI presenta una significancia alta (p = 0,000) y un coeficiente positivo que evidencia su contribución positiva al comportamiento de la variable dependiente. Asimismo, la variable RPI_1 con valor relevante (p = 0,000), que está directamente relacionada con un aumento en la variable dependiente. Finalmente, la variable GIYD_2, con un coeficiente positivo de 2,050927 (p = 0,005), señala que un incremento en esta variable genera un impacto positivo y significativo en la variable dependiente, dentro de un intervalo de confianza (1,2991 a 2,8026). Estos resultados permiten identificar que estas variables desempeñan un papel clave en la explicación del modelo planteado. Sin embargo, otras variables como SPNR, DIPR_1 y DIPNR_1 no presentan una relación significativa, ya que sus valores *p* son mayores a 0,05. Este modelo es el que mejor se ajusta al estudio, ya que elimina problemas de endogeneidad y permite una mejor relación entre las variables al excluir las diferencias individuales.

Por otro lado, se analiza al sector biotecnológico en conjunto obteniendo los siguientes resultados.

Datos de panel con efectos fijos en el sector biotecnológico

Tabla 15

Modelo de efectos fijos

Fixed-effects (within) regression			Number of obs = 99			
Group variable: Ind			Number of groups = 9			
R-sq:			Obs per group:			
within = 0,1719				min =11		
between = 0,2117				avg = 11,0		
overall = 0,2101				max = 11		
		F (8,82) = 2,13				
corr (u_i, Xb) = 0,1879		Prob > F = 0,0422				
Patente Biotecnológica	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
SPNR	,0017399	,0013167	1,32	0,190	-,0008795	,0043592
SPR	,001543	,0016685	0,92	0,358	-,0017763	,0048622
ArtP	,0005369	,0002549	2,11	0,038	,0000298	,001044
PPI	-2,63e-09	2,23e-09	1,18	0,241	-7,05e-09	1,80e-09
RPI_1	-3,99e-10	4,64e-10	0,86	0,393	-1,32e-09	5,24e-10
GIYD_2	1,451.251	1,735.931	0,84	0,406	-20,02069	49,04571
DIPR_1	,0008438	,0011195	0,75	0,453	-,0013832	,0030709
DIPNR_1	-,0053942	,0032304	1,67	0,099	-,0118204	,0010321
_cons	2,108697	1,939742	1,09	0,280	-17,50068	59,67462
sigma_u	90,360113					
sigma_e	12,039742					
Rho	0,98255631	(fraction of	variance due		to u_i)	
F test that all	u_i=0: F(8,	82) = 64,78			Prob > F = 0,0000	

*Nota***:** Modelo de efectos fijos, cálculos realizados en el software STATA 16. Elaboración propia (2025).

Al analizar las patentes biotecnológicas por medio de un modelo de efectos fijos, es importante considerar el resultado de within = 0,1719, que refleja la variación promedio en el registro de patentes biotecnológicas asociada a cambios en las variables independientes, controla los efectos fijos y elimina las diferencias individuales entre los grupos. El valor de R-cuadrado overall = 0,2101 indica que aproximadamente el 21% de la variación total en las patentes es explicado por el modelo, mostrando una capacidad de explicación moderada. Al analizar la significancia global del modelo, el valor de Prob > F = 0,0422 revela que, a un nivel del 5%, el conjunto de variables

independientes es significativo. Sin embargo, de manera individual, solo la variable GIYD_2 presenta un coeficiente positivo (1,4511) con P-valor de 0,040, estadísticamente significativa y tiene efecto positivo en el registro de patentes. Las demás variables no muestran efecto significativo al superar el valor de 0,05. Finalmente, el valor rho indica que el 82% de la variación se debe a diferencias entre los grupos.

Random-effects GLS regression			Number of obs = 99			
Group variable: Ind			Number of groups = 9			
R-sq:			Obs per group:			
within = 0.0176			min = 11			
between = 0.9693			avg = 11.0			
overall = 0.9025			max = 11			
			Wald chi2(8)	=	833.33	
corr(u_i, X)	= 0 (assumed)		Prob > chi2	=	0.0000	
Patente Biotecnológica	Coef.	Std. Err.	z	P>z	[95% Conf.	Interval]
SPNR	-.0032655	.0008792	3.71	0.000	-.0049888	-.0015423
SPR	-.0042628	.0005742	7.42	0.000	-.0053883	-.0031374
ArtP	-.0009475	.0003681	2.57	0.010	-.0016689	-.0002261
PPI	1.99e-08	4.46e-09	4.46	0.000	1.12e-08	2.87e-08
	1.70e-09	8.51e-10	2.00	0.046	3.38e-11	3.37e-09
	142.045	2.039.689	6.96	0.000	1.020.678	1.820.222
	-.0026894	.0012264	2.19	0.028	-.0050931	-.0002858
	.0086223	.0071383	1.21	0.227	-.0053685	.0226131
	-6.349.078	6.459.403	9.83	0.000	-7.615.097	-5.083.058
	0					
	12.039.742					
	0	(fraction of variance due to u_i)				

Nota: Modelo de efectos aleatorios, cálculos realizados en el software STATA 16. Elaboración propia (2025).

En este caso, al analizar los datos por medio del modelo de efectos aleatorio se observan los resultados del modelo de efectos aleatorios, donde el R-cuadrado overall= 0,9025, lo que sugiere que el modelo tiene una alta capacidad explicativa en la variación de las patentes biotecnológicas cuando se incluyen las diferencias entre grupos. El valor de Chi cuadrado de 0,0000 indica que, de manera global, las variables

independientes tienen una significancia estadística en el modelo, además, muestra una relación importante con la variable del registro de patentes biotecnológicas.

Al analizar la significancia individual de las variables a través de P>|z|, se observa que las variables SPR (P=0,000), ArtP (P=0,000), y PPI (P=0,000) son estadísticamente significativas al presentar valores menores a 0,05, y se establece que tienen un efecto relevante sobre las patentes biotecnológicas. Por otro lado, otras variables como SPNR no muestran significancia, ni son relevantes en la explicación de las capacidades de ciencia y tecnología en patentes biotecnológicas.

Tabla 16

Test de Hausman para datos de panel con datos del sector biotecnológico.

	Coefficients			
	(b)	(B)	(b-B)	Sqrt (diag(V_b-V_B))
SPNR	0,017399	-0,032655	0,050054	0,0012719
SPR	0,01543	-0,042628	0,058058	0,0016537
ArtP	0,005369	-0,009475	0,014844	0,002113
PPI	-2,63e-09	1,99e-08	-2,25e-08	1,40e-09
RPI_1	-3,99e-10	1,70e-09	-2,10e-09	3,27e-10
GIYD_2	1,451.251	142.045	-1,275.325	1.545.841
DIPR_1	0,008438	-0,0026894	0,.0035333	0,0010138
DIPNR_1	-0,053942	0,0086223	-0,0140165	0,016718
Test:	Ho:	difference in	coefficients not systematic	
		chi2(2)	= (b-B)'[(V_b-V_B) ^(-1)](b-B)	
			= 105,49	
		Prob>chi2	0,0000	

Nota: Test de Hausman, cálculos realizados en el software STATA 16. Elaboración propia (2025).

En la tabla 17 se presentan los resultados del test de Hausman, el cual permite determinar la metodología más adecuada entre efectos fijos y efectos aleatorios en función de las características de la serie de datos. Para esto, se debe analizar el valor de Chi cuadrado: si este es menor a 0,05, se debe seleccionar el modelo de efectos fijos, por el contrario, si es mayor a 0.05, se elige el modelo de efectos aleatorios. En este caso, el valor de Chi cuadrado es de 0,0000 indica que se rechaza la hipótesis nula (Ranger & Much, 2020), por lo tanto, que el modelo más relevante y consistente para

evaluar la incidencia de las variables explicativas en las patentes del sector biotecnológico es el modelo de efectos fijos.

Tabla 17

Modelos efectos fijos corregido en el sector biotecnológico.

Group variable: Ind				Number of obs	99	
Time variable: Año				Number of groups	9	
Panels: heteroskedastic (balanced)				Obs per group:		
Autocorrelation: common AR (1)					min	= 11
					avg	= 11
					max	= 11
Estimated covariances	= 9			R-squared		0,7281
Estimated autocorrelations	= 1			Wald chi2(8)		78,12
Estimated coefficients	= 9			Prob > chi2		0,0000
Het-corrected						
Patente Biotecnológica	Coef.	Std. Err.	Z	P>z	[95% Conf.	Interval]
SPNR	0,004564	0,012879	0,35	0,72	-,0020678	0,029807
SPR	-0,0027613	0,008627	-3,20	0,001	-,0044521	-0,010705
ArtP	-0,0007637	0,00439	-1,74	0,082	-,0016242	0,000968
PPI	1,03e-08	4,42e-09	2,33	0,020	1,64e-09	1,90e-08
RPI_1	4,51e-10	4,90e-10	0,92	0,358	-5,10e-10	1,41e-09
GIYD_2	1.116.765	249.449	4,48	0,000	6.278.536	1,605.676
DIPR_1	-0,0016195	0,008409	-1,93	0,050	-,0032675	0,000286
DIPNR_1	0,0058057	0,048568	1,20	0,232	-,0037135	0,153248
_cons	-5.039.336	9,309.611	-5,41	0,000	-6.863.987	-3,214.686
Rho	0,7114365					

Nota: Modelo de efectos fijos corregido, cálculos realizados en el software STATA 16. Elaboración propia (2025).

Con los resultados de la prueba de Hausman, se concluyó que la metodología más representativa para evaluar este estudio es la de efectos fijos, por lo tanto, se realizó el modelo aplicando las correcciones necesarias para corregir problemas de multicolinealidad y autocorrelación. A partir de esto, analizamos los resultados del apartado P>|z| para evaluar la causalidad de las variables; si el valor es menor a 0,05,

existe significancia estadística entre la variable independiente y la dependiente. En este sentido, variables como SPR presentan un valor p= 0,001, lo que indica una relación significativa con la variable dependiente, de manera similar, la variable PPI muestra un valor de 0,002, confirmando su relevancia estadística en el modelo. Por otro lado, la variable GIYD_2 tiene un valor p= 0,000, destacando su fuerte significancia y subrayando el impacto positivo del gasto en actividades de I+D en la generación de resultados relacionados con la innovación y las patentes. Finalmente, la variable DIPR_1 presenta 0,054 de valor de p que, aunque está cerca del límite comúnmente aceptado para la significancia estadística ($p < 0,05$), indica una tendencia importante en su relación con la variable dependiente. Sin embargo, otras variables como SPNR, ArtP, DIPNR_1 y RPI_1 no muestran significancia, al tener valores superiores.

4.2 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación

En la verificación de hipótesis de la investigación se aplica un modelo econométrico de datos de panel realizado en el software StataCorp (2019), se aplicó el modelo de efectos fijos al ser el más adecuado al contexto estudiado y a la naturaleza de los datos, el mismo que nos permitió obtener los resultados y las conclusiones. Para el procedimiento de aceptación o rechazo de hipótesis se optó por tomar como parámetro la probabilidad relacionada al estadístico t "P>|t|", el cual permite evidenciar la relación de los datos.

1. Planteo de hipótesis

a) Modelo lógico

Solicitudes de patentes (personas no residentes)

H_0: Las solicitudes de patentes no residentes no inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

H_1: Las solicitudes de patentes no residentes inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

Solicitudes de patentes (personas residentes)

H_0: Las solicitudes de patentes residentes no inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

H_1: Las solicitudes de patentes residentes inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

Solicitudes de diseño industrial (personas no residentes, por recuento)

H_0: Las solicitudes de diseño industrial de personas no residentes no inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

H_1: Las solicitudes de diseño industrial de personas no residentes inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

Solicitudes de diseño industrial (personas residentes, por recuento)

H_0: Las solicitudes de diseño industrial de personas residentes no inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

H_1: Las solicitudes de diseño industrial de personas residentes inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

Artículos en publicaciones científicas y técnicas

H_0: Los artículos en publicaciones científicas y técnicas no inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

H_1: Los artículos en publicaciones científicas y técnicas inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)

H_0: El gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) no incide significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

H_1: El gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) incide significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

Recibos por los cargos por el uso de propiedad intelectual

H_0: Los recibos por los cargos por el uso de propiedad intelectual no inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

H_1: Los recibos por los cargos por el uso de propiedad intelectual inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

Pagos por los cargos por el uso de propiedad intelectual

H_0: Los pagos por los cargos por el uso de propiedad intelectual no inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

H_1: Los pagos por los cargos por el uso de propiedad intelectual inciden significativamente en los registros de patentes farmacéuticas y biotecnológicas en países G20 y Sudamericanos.

b) Modelo matemático

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$H_1: \beta_1 \neq 0$

c) Modelo estadístico

$$Y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + u_i + \epsilon_{it}$$

2. Regla de decisión

$Si\ el\ valor\ de\ p\ < 0{,}05\ rechazo\ H_0$

$Si\ el\ valor\ de\ p > 0{,}05\ no\ rechazo\ H_0$

Se rechaza la hipótesis nula si el p obtenido en la prueba de hipótesis es menor que el nivel de significancia seleccionado (0,05).

2. Cálculo del estadístico

Tabla 18

Modelo de regresión con datos de panel de Efectos Fijos con corrección de supuestos en el sector farmacéutico.

Variable	**Efectos Fijos**		
	Coeficiente	**T-value**	**P>t**
Solicitud de Patentes (PNR)	-0,0014982	-0,81	0,417
Solicitud de Patentes (PR)	-0,002837	-2,26	0,024
Artículos y Publicaciones	-0,00223	-3,02	0,003
Pagos por Propiedad Intelectual	2,32e-08	2,93	0,003
Recibos por Propiedad Intelectual	5,95e-09	3,75	0,000
Gasto en Investigación y Desarrollo	2,050927	5,35	0,000
Diseño Industrial (PR)	-0,000445	-0,22	0,822
Diseño Industrial (PNR)	0,0139767	1,21	0,226
R-Squared= 0,8086			
P-Value=0,0000			

Nota. Resultado del modelo de regresión con datos de panel de efectos fijos con corrección de supuestos. Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 19

Modelo de regresión con datos de panel de Efectos Fijos con corrección de supuestos en el sector biotecnológico.

Variable	Efectos Fijos		
	Coeficiente	**T-value**	**P>t**
Solicitud de Patentes (PNR)	0,004564	0,35	0,72
Solicitud de Patentes (PR)	-0,0027613	-3,20	0,001
Artículos y Publicaciones	-0,0007637	-1,74	0,082
Pagos por Propiedad Intelectual	1,03e-08	2,33	0,020
Recibos por Propiedad Intelectual	4,51e-10	0,92	0,358
Gasto en Investigación y Desarrollo	1.116.765	4,48	0,000
Diseño Industrial (PR)	-0,0016195	-1,93	0,050
Diseño Industrial (PNR)	0,0058057	1,20	0,232
R-Squared= 0,7281			
P-Value=0,0000			

Nota. Resultado del modelo de regresión con datos de panel de efectos fijos con corrección de supuestos. Fuente: Elaboración propia (2025).

3. Decisión

Decisión de patentes farmacéuticas:

Solicitud de Patentes

No se rechaza hipótesis nula de la solicitud de patentes por no residentes con una significancia de 0.417, indicando que esta variable no tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente.

Solicitud de Patentes

Se rechaza la hipótesis nula de la solicitud de patentes por residentes con una significancia de 0.024, indicando que esta variable tiene un efecto negativo y significativo sobre la variable dependiente.

Artículos y Publicaciones

Se rechaza la hipótesis nula de los artículos y publicaciones con una significancia

de 0.003, indicando que esta variable tiene un efecto negativo y significativo sobre la variable dependiente.

Pagos por Propiedad Intelectual

Se rechaza la hipótesis nula de los pagos por propiedad intelectual con una significancia de 0.003, indicando que esta variable tiene un efecto positivo y significativo sobre la variable dependiente.

Recibos por Propiedad Intelectual

Se rechaza la hipótesis nula de los recibos por propiedad intelectual con una significancia de 0.000, indicando que esta variable tiene un efecto positivo y muy significativo sobre la variable dependiente.

Gasto en Investigación y Desarrollo

Se rechaza la hipótesis nula del gasto en investigación y desarrollo con una significancia de 0.000, indicando que esta variable tiene un efecto positivo y muy significativo sobre la variable dependiente.

Diseño Industrial

Se acepta la hipótesis nula del diseño industrial por residentes con una significancia de 0.822, indicando que esta variable no tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente.

Diseño Industrial

Se acepta la hipótesis nula del diseño industrial por no residentes con una significancia de 0.226, indicando que esta variable no tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente.

Decisión de patentes biotecnológicas:

Solicitud de Patentes

Se acepta la hipótesis nula de la solicitud de patentes por no residentes con una significancia de 0.720, indicando que esta variable no tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente.

Solicitud de Patentes

Se rechaza la hipótesis nula de la solicitud de patentes por residentes con una significancia de 0.001, indicando que esta variable tiene un efecto negativo y significativo sobre la variable dependiente.

Artículos y Publicaciones

No se rechaza la hipótesis nula de los artículos y publicaciones con una significancia de 0.082, indicando que esta variable no tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente.

Pagos por Propiedad Intelectual

Se rechaza la hipótesis nula de los pagos por propiedad intelectual con una significancia de 0.020, indicando que esta variable tiene un efecto positivo y significativo sobre la variable dependiente.

Recibos por Propiedad Intelectual

Se acepta la hipótesis nula de los recibos por propiedad intelectual con una significancia de 0.358, indicando que esta variable no tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente.

Gasto en Investigación y Desarrollo

Se rechaza la hipótesis nula del gasto en investigación y desarrollo con una significancia de 0.000, indicando que esta variable tiene un efecto positivo y muy significativo sobre la variable dependiente.

Diseño Industrial

Se rechaza la hipótesis nula del diseño industrial por residentes con una significancia de 0.050, indicando que esta variable tiene un efecto negativo y significativo sobre la variable dependiente.

Diseño Industrial

No se rechaza la hipótesis nula del diseño industrial por no residentes con una significancia de 0.232, indicando que esta variable no tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

El análisis realizado permite concluir que el desarrollo de capacidades en ciencia y tecnología tiene una incidencia significativa en el registro de patentes farmacéuticas y biotecnológicas, aportando de manera directa a la dinámica del desarrollo tecnológico y la innovación en los países del G20 y Sudamericanos. En los países de G20, se observa que una infraestructura consolidada en investigación y desarrollo (I+D), junto con altos niveles de producción científica y sistemas robustos de propiedad intelectual, favorecen la generación constante de patentes, fortaleciendo su posición como líderes en innovación tecnológica. Por otro lado, en los países sudamericanos, aunque existe una relación positiva entre las capacidades científicas y tecnológicas y el registro de patentes, el impacto es más limitado debido a restricciones en inversión, políticas de estímulo a la innovación y transferencia tecnológica. Estas diferencias reflejan no solo desigualdades en recursos y estrategias, sino también en la capacidad de transformar conocimientos científicos en productos patentables.

El análisis descriptivo revela que los países del G20 tienen una relación consolidada en el registro de patentes farmacéuticas y biotecnológicas, gracias a su alto nivel de inversión en I+D, infraestructuras científicas avanzadas y políticas públicas favorables para la innovación. Canadá, en particular, lidera en ambos sectores con un volumen significativo de patentes, seguido por países como Turquía, que muestran un crecimiento notable en los últimos años. Este dinamismo refleja sistemas de innovación bien estructurados y una fuerte vinculación entre la ciencia, la tecnología y el mercado. Por otro lado, los países sudamericanos, liderados por Brasil y Chile, presentan avances importantes, pero aún enfrentan retos significativos en comparación con países G20. Las capacidades de ciencia y tecnología en la región son más limitadas, y aunque países como Ecuador y Colombia han mostrado picos aislados en el registro de patentes, la mayoría de los países de la región mantiene niveles bajos y constantes. Esta situación pone de manifiesto una brecha estructural en términos de inversión en ciencia, producción de conocimiento y protección de la propiedad intelectual.

Por otra parte, el estudio correlacional evidencia que existe una relación positiva y significativa entre las capacidades científicas y tecnológicas y el registro de patentes en actividades farmacéuticas y biotecnológicas. Además, es importante resaltar que variables como el gasto en I+D, la producción de artículos científicos y los flujos de propiedad intelectual, tanto en términos de pagos como de ingresos, están altamente correlacionadas con el volumen de patentes en ambos bloques. En el G20, esta relación es particularmente sólida, debido a las inversiones en ciencia y tecnología se traducen de manera eficiente en innovaciones protegidas mediante patentes. Por ejemplo, el coeficiente de correlación entre el gasto en I+D y las patentes farmacéuticas supera el 0,85, lo que resalta la efectividad de estas economías para generar valor tecnológico. En Sudamérica, aunque también se observa una correlación positiva, esta es más variable, indicando una menor eficiencia en la conversión de recursos científicos en resultados tecnológicos. La producción científica, medida en artículos publicados, muestra ser un predictor importante del registro de patentes en la región, pero la falta de infraestructura y políticas de apoyo limita el aprovechamiento completo de este potencial.

El análisis explicativo mediante modelos de datos de panel confirma que el desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología tiene un efecto significativo en el registro de patentes, pero con diferencias notables entre los bloques analizados. En los países del G20, estas capacidades explican una proporción considerable de la variación en los registros de patentes, destacándose el papel central de la inversión en I+D y la producción científica como motores de la innovación tecnológica. El modelo econométrico aplicado, que incluye variables como gasto en investigación, producción científica y flujos de propiedad intelectual, presenta altos niveles de ajuste, evidenciando un ecosistema de innovación eficiente. Por el contrario, en los países sudamericanos, aunque el efecto es positivo, se observa una menor magnitud y consistencia. Esto refleja limitaciones estructurales que afectan tanto la generación como la protección de innovaciones. Las brechas en infraestructura científica, marcos legales de propiedad intelectual y colaboración internacional obstaculizan el desarrollo de un sistema de innovación competitivo. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de fortalecer las capacidades tecnológicas y científicas en la región sudamericana para

fomentar un desarrollo tecnológico más equitativo y sostenible, necesidad de inversión para fortalecer sistemas educativos, infraestructura tecnológica, talento humano.

5.2 Limitaciones del estudio

Las principales limitaciones fueron la dependencia de fuentes secundarias limita la calidad y completitud de los datos utilizados, especialmente en los países sudamericanos, donde los registros pueden ser inconsistentes o en ciertos casos incompletos. Esta situación puede afectar la precisión de los análisis, particularmente en indicadores importantes como el gasto en I+D o el número de patentes registradas.

Otro aspecto importante es la exclusión de factores externos, como los cambios en las políticas internacionales, las crisis económicas globales o las dinámicas específicas de cada sector, que podrían haber influido en los resultados observados. Por último, el enfoque del estudio en sectores farmacéutico y biotecnológico, aunque necesario para la delimitación del análisis, deja fuera otros sectores tecnológicos relevantes, lo que podría limitar el alcance de las conclusiones al contexto específico de estas industrias, además, se encontró un outlier (Estados Unidos) en los países seleccionados para la investigación, por lo que se forzó a la eliminación del mismo.

5.3 Futuras temáticas de investigación

Las futuras investigaciones en torno al desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas podrían centrarse en evaluar el impacto de políticas públicas específicas para fomentar la innovación en países en desarrollo, especialmente en Sudamérica, comparándolas con estrategias exitosas de los países del G20. Además, sería relevante explorar el papel de la colaboración internacional y la transferencia de tecnología en la reducción de las brechas de innovación.

Por otro lado, una línea futura sería analizar cómo dinámicas emergentes, como la ciencia abierta y las tecnologías disruptivas están transformando los procesos de patentamiento. Adicionalmente, estudios sectoriales en otras industrias intensivas en I+D, como la energía renovable y la inteligencia artificial, permitirían identificar patrones comunes en la relación entre capacidades tecnológicas y registros de patentes en los últimos años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R., & Howitt, P. (2005). Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship. In *Source: The Quarterly Journal of Economics* (Vol. 120, Issue 2).

Anderson, D., Sweeney, D., & Williams, T. (2008). *Estadística para administración y economía* (10a. ed.). Cengage Learning Editores, S.A.

Aponte, G. (2016). Technological innovation management through the analysis of patent information. *Scientific E-Journal of Management Science, núm 33 (año 11)*, 42–68. www.revistanegotium.org.ve/núm33

Argothy, A., Díaz, A., & Zambrano, X. (2020). Investigación, desarrollo y generación de patentes: estudio de caso para Ecuador. *Revista de Ciencias Económicas, Jurídicas y Administrativas*, *3*(5), 8–20. http://kairos.unach.edu.ec

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica (6a ed.).* . Editorial Episteme.

Arjun, K., Arumugam, S., Sanjay, K., & Mousumi, D. (2020). An endogenous growth approach on the role of energy, human capital, finance and technology in explaining manufacturing value-added: A multi-country analysis. *Heliyon*, *6*(7), e04308. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04308

Arora, A., Athreye, S., & Huang, C. (2016). The paradox of openness revisited: Collaborative innovation and patenting by UK innovators. *Research Policy*, *45*(7), 1352–1361. https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.03.019

Arrow, K. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, *29*(3), 155. https://doi.org/10.2307/2295952

Azoulay, P., Graff Zivin, J., Li, D., & Sampat, B. (2019). Public R&D Investments and Private-sector Patenting: Evidence from NIH Funding Rules. *The Review of Economic Studies*, *86*(1), 117–152. https://doi.org/10.1093/restud/rdy034

Banco Central Europeo. (2017). *¿Cómo contribuye la innovación al crecimiento?* https://www.ecb.europa.eu/ecb-and-you/explainers/tell-me-more/html/growth.es.html

Barkhordari, S., Fattahi, M., & Azimi, N. A. (2019). The Impact of Knowledge-Based Economy on Growth Performance: Evidence from MENA Countries. *Journal of the Knowledge Economy*, *10*(3), 1168–1182. https://doi.org/10.1007/s13132-018-0522-4

Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management, 17(1),* 99–120.

Barragán, A., Espinoza, R., Longar, M. del P., & Gómez, H. (2022). Technological development and patent analysis: the case of biopharmacy in the world and in Latin America. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*, *5*(1). https://doi.org/10.1080/25729861.2022.2111112

Bassem, M., & Osta, A. (2022). Open Innovation in R&D: Co-Patenting With Breakthrough Innovations in Pharma. *International Journal of Knowledge Management*, *18*(1). https://doi.org/10.4018/IJKM.296261

Becker, M., & Knudsen, T. (2002). Schumpeter 1911: Farsighted Visions on Economic Development. *The American Journal of Economics and Sociology*, *61*(2), 387–403.

Beltrán, L., Almendarez, M., & Jefferson, D. (2018). El efecto de la innovación en el desarrollo y crecimiento de México: una aproximación usando las patentes. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, *49*(195). https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2018.195.63191

Berger, S. (2013). *Report of the MIT Taskforce on INNOVATION and PRODUCTION 2013*.

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación (tercera)* (Pearson education.). https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf

Burhan, M., Singh, A. K., & Jain, S. K. (2017). Patents as proxy for measuring innovations: A case of changing patent filing behavior in Indian public funded research organizations. *Technological Forecasting and Social Change*, *123*, 181–190. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.04.002

Cancino, R., Petit, J., Padilla, P., Mendoza, Y., Garcia, M., Gatica, M., & Medallo, F. (2008). Indicadores de ciencia, tecnología e innovación para la inteligencia competitiva de sistemas regionales de innovación. *Cuadernos de Administración*, *40*, 57–72. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225014905006

Candelin, H., Sandberg, B., & Mylly, U. (2012). Intellectual property rights in innovation management research: A review. *Technovation*, *32*(9–10), 502–512. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.01.005

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2009). "Mode 3" and "Quadruple Helix": Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, *46*, *46*, 201–234.

Carrillo, B. M., Manuel, J., & Lastres, O. (2022). *Las patentes de productos farmacéuticos y fitosanitarios* [Universidad deAlcalá]. https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/54086/TFM_Martin_Carrillo_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cascajares, M., Alcayde, A., Garrido, J. A., & Manzano, F. (2020). The Contribution of Spanish Science to Patents: Medicine as Case of Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(10), 3638. https://doi.org/10.3390/ijerph17103638

Chang, S.-H. (2018). A pilot study on the connection between scientific fields and patent classification systems. *Scientometrics*, *114*(3), 951–970. https://doi.org/10.1007/s11192-017-2613-6

Choi, D., & Kim, Y. (2018). Market share and firms' patent exploitation. *Technovation*, *72–73*, 13–23. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.12.001

Consejo Nacional de la Competitividad. (2023). *Índice Global de Innovación 2023*. https://cnc.gob.do/wp-content/uploads/2023/12/Indice-Global-de-Innovacion.pdf

Cristescu, M., & Nerișanu, R. (2021). Sustainable Development with Schumpeter Extended Endogenous Type of Innovation and Statistics in European Countries. *Sustainability*, *13*(7), 3848. https://doi.org/10.3390/su13073848

Croitoru, A. (2012). Schumpeter, J.A., 1934 (2008), The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle, translated from the German by Redvers Opie, New Brunswick (U.S.A) and London (U.K.): Transaction Publishers. *JOURNAL OF COMPARATIVE RESEARCH IN ANTHROPOLOGY AND SOCIOLOGY*.

Cruz del Castillo, C., Olivares, S., & Gonzáles, M. (2014). *Metodología de la Investigación (1st ed.)*. Grupo Editorial Patria.

Dai, R., & Watal, J. (2021). Product patents and access to innovative medicines. *Social Science & Medicine*, *291*, 114479. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.114479

Damjanović, G., & Spalević, Ž. (2020). Patenting the results of university research with special reference to biotechnology research. *ZBORNIK RADOVA UNIVERZITETA SINERGIJA*, *20*(5). https://doi.org/10.7251/ZRSNG1901098D

Duggan, M., Garthwaite, C., & Goyal, A. (2014). *The Market Impacts of Pharmaceutical Product Patents in Developing Countries: Evidence from India*. https://doi.org/10.3386/w20548

Fadavi, F., & Mansouri, A. (2022). The Role of Articles in Science–Technology Relationship: A Topic Analysis of Non-patent Literature (NPL) References. *Serials Review*, *48*(1–2), 137–150. https://doi.org/10.1080/00987913.2022.2127403

Fernández, R. (2020). Comparative Dynamics with Fiscal Dominance. Empirical Evidence from Argentina 2016-2019. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.3631220

Fine, B. (2000). Critical survey. Endogenous growth theory: a critical assessment. *Cambridge Journal of Economics*, *24*(2), 245–265. https://doi.org/10.1093/cje/24.2.245

Flores, C., & Flores, L. (2021). Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos: Anderson-Darling, Ryan-Joiner, Shapirto-Wilk y Kolmogorov-Smirnov. *Revista de Ciencias Sociales y Humanísticas*, *23*(2), 83–106. http://orcid.org/0000-0002-1892http://orcid.org/0000-0003

Freeman, C. (1987). *Technology, Policy, and Economic Performance: Lessons from Japan* (Pinter Publishers).

Gallardo, E. (2017). *Metodología de la Investigación: manual autoformativo interactivo* (Primera edición). Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf

Ganguly, A. K. (2002). Forms of Intellectual Property. *SEDME (Small Enterprises Development, Management & Extension Journal): A Worldwide Window on MSME Studies*, *29*(3), 23–30. https://doi.org/10.1177/0970846420020303

Gemici, E., & Gemici, Z. (2021). A Comparative Study on Turkey's Science and Technology (S&T) Indicators. *Journal of Economics and Business*, *4*(3). https://doi.org/10.31014/aior.1992.04.03.376

Gómez, M., Gaitán, M., Quintero, A., & Danna, J. (2022). Endogenous growth factors and their empirical verification in the Colombian business context by applying fuzzy measurement techniques. *Neural Computing and Applications*, *34*(4), 3249–3261. https://doi.org/10.1007/s00521-021-06492-8

Grabowski, H. (2002). Patents, Innovation and Access to New Pharmaceuticals. *Journal of International Economic Late*, 849-860.

Grant, R. (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. In *Strategic Management Journal* (Vol. 17).

Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (Quinta edición). McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Gyedu, S., Tang, H., Menyah, M. V., & Kissi, G. D. (2024). The Relationship Between Intellectual Property Rights, Innovation, and Economic Development in the G20 and Selected Developing Countries. *Journal of the Knowledge Economy*. https://doi.org/10.1007/s13132-024-01859-3

Hang, C., & Chen, J. (2021). Innovation management research in the context of developing countries: Analyzing the disruptive innovation framework. *International Journal of Innovation Studies*, *5*(4), 145–147. https://doi.org/10.1016/j.ijis.2021.09.001

Hegde, D., Herkenhoff, K., & Zhu, C. (2023). Patent Publication and Innovation. *Journal of Political Economy*, *131*(7), 1845–1903. https://doi.org/10.1086/723636

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación (quinta).* Mc Graw Hill Education.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación (6ta ed.)*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hill, C., & Jones, G. (2011). Essentials of strategic management. . *South-Western Cengage Learning.*

Holgersson, M., & Granstrand, O. (2017). Patenting motives, technology strategies, and open innovation. *Management Decision*, *55*(6), 1265–1284. https://doi.org/10.1108/MD-04-2016-0233

Isametdinovna, K. (2022). The Knowledge Economy As A New Stage Of Innovative Development. *Journal of Electronics,Computer Networking and Applied Mathematics*, *22*, 11–20. https://doi.org/10.55529/jecnam.22.11.20

Jain, S. C. (1996). Problems in International Protection of Intellectual Property Rights. *Journal of International Marketing*, *4*(1), 9–32. https://doi.org/10.1177/1069031X9600400103

Jones, C. (2019). Paul Romer: Ideas, Nonrivalry, and Endogenous Growth. *The Scandinavian Journal of Economics*, *121*(3), 859–883. https://doi.org/10.1111/sjoe.12370

Lanjouw, J., Pakes, A., & Putnam, J. (1996). How to Count Patents and Value Intellectual Property: Uses of Patent Renewal and Application Data. *HE JOURNAL OF INDUSTRIAL ECONOMICS*, 405-410.

Lascano, S., Yandún, M., Naranjo, J., & Mosquera del Hierro, M. (2021). Panorama tecnológico ecuatoriano: solicitudes de patentes en Ecuador entre 2011 y 2020, una revisión. *Visión Empresarial, Num. 11*, 67–79. https://doi.org/10.32645/13906852.1063

Laursen, K., & Salter, A. J. (2014). The paradox of openness: Appropriability, external search and collaboration. *Research Policy*, *43*(5), 867–878. https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.004

Li, Y., Song, Y., Wang, J., & Li, C. (2019). Intellectual Capital, Knowledge Sharing, and Innovation Performance: Evidence from the Chinese Construction Industry. *Sustainability*, *11*(9), 2713. https://doi.org/10.3390/su11092713

Lopera, C., Gutiérrez, E., & Marín, J. (2003). Indicadores: ciencia y tecnología en países de América Latina, 1990-2001. . *Lecturas de Economía, 59*, 177-206. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155218004006

Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, *31*(2), 247–264. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00139-1

Malerba, F., & McKelvey, M. (2020). Knowledge-intensive innovative entrepreneurship integrating Schumpeter, evolutionary economics, and innovation systems. *Small Business Economics*, *54*(2), 503–522. https://doi.org/10.1007/s11187-018-0060-2

Mann, W. (2017). Creditor rights and innovation: Evidence from patent collateral. *SSRN Electronic Journal*. https://ssrn.com/abstract=2356015Electroniccopyavailableat:https://ssrn.com/abstract=2356015

Marquina, M., & Rozga, R. (2015). *Knowledge economy: Urban-Regional perspectives*.

Martínez, C. (2012). *Estadística y muestreo* (13ª. ed). Ecoe Ediciones. https://books.google.com.co/books?id=mfVeDwAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false

Martínez, J., Palacios, G., & Oliva, D. (2023). Guía para la revisión y el análisis documental: propuesta desde el enfoque investigativo. *Ra Ximhai*, 67–83. https://doi.org/10.35197/rx.19.01.2023.03.jm

Maskus, K. (2000). Intellectual property rights in the global economy. . *Institute for International Economics.*

Metcalfe, S. (2014). Capitalism and evolution. *Journal of Evolutionary Economics*, *24*(1), 11–34. https://doi.org/10.1007/s00191-013-0307-7

Meyer, S. (2001). *Intellectual property: basic forms*. 1030001. https://doi.org/10.1117/12.426669

Molina, S., Álvarez, S., Estrada, J., & Estrada, M. (2020). Indicadores de ciencia, tecnología e innovación: hacia la configuración de un sistema de medición. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, *43*(3), eI9. https://doi.org/10.17533/udea.rib.v43n3eI9

Mondragón, M. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento Científico*, *8*(1), 98–104. https://doi.org/https://doi.org/10.33881/2011-7191.mct.08111

Montero, R. (2005). Test de Hausman. In *Documentos de Trabajo en Economía Aplicada*. Universidad de Granada.

Montes, A., Ochoa, J., Juárez, B., Vazquez, M., & Díaz César. (2021). Aplicación del coeficiente de correlación de Spearman en un estudio de fisioterapia. *Grupo Académico de Probabilidad y Estadística*, 1–4. https://www.researchgate.net/publication/366346712_Neuromarketing_como_predictor_en_la_decision_de_compra_de_clientes_en_farmacias_y_boticas/fulltext/63d28d416fe15d6a574db1a0/Neuromarketing-como-predictor-en-la-

decision-de-compra-de-clientes-en-farmacias-y-boticas.pdf?origin=scientificContributions

Moraguez, A., Espinosa, M., & Morales, L. (2017). La prueba de hipótesis Kolmogorov-Smirnov para dos muestras grandes con una cola. *Luz*, *16*(3), 80–92. http://luz.uho.edu.cu

Moser, P. (2012). Innovation without Patents: Evidence from World's Fairs. *The Journal of Law and Economics*, *55*(1), 43–74. https://doi.org/10.1086/663631

Moser, P. (2016). Patents and Innovation in Economic History. *Annual Review of Economics*, *8*(1), 241–258. https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080315-015136

Neill, D., & Cortez, L. (2018). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica*. Editorial UTMACH.

Nelson, R., & Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. President and Fellows.

Nelson, R., & Winter, S. (2002). Evolutionary Theorizing in Economics. *Journal of Economic Perspectives*, *16*(2), 23–46. https://doi.org/10.1257/0895330027247

OCDE. (2002, May 13). *Dynamiser les systèmes nationaux d'innovation*. Dynamiser Les Systèmes Nationaux d'innovation; OECD. https://doi.org/10.1787/9789264294462-FR

OCDE. (2024). *Patents by technology*. Desarrollado Por El SIS-CC. https://data-explorer.oecd.org/vis?df[ds]=DisseminateFinalDMZ&df[id]=DSD_PATENTS%40DF_PATENTS&df[ag]=OECD.STI.PIE&dq=.A...PRIORITY...INVENTOR..._T&pd=2020%2C2021&to[TIME_PERIOD]=false

OMPI. (2020). *¿Qué es la Propiedad Intelectual?* https://cerlalc.org/wp-content/uploads/documentos-de-interes/odai/ODAI_DOCUMENTOS_DE_INTERES_Que_es_la_propiedad_intelectual_V1.pdf

OMPI. (2021). *¿Qué es la propiedad intelectual?*

Onsay, E. (2021). Unraveling the Nexus of Science & Technology Input and Economic Growth through Research & Development (R&D) Indicators in Asia-pacific Region: A Panel Data and Causality Analysis. *Journal of Education, Management and Development Studies*, *1*(3), 1–18. https://doi.org/10.52631/jemds.v1i3.38

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). (2023). *Resumen Índice Mundial de Innovación de 2023*. www.wipo.int/global_innovation_index.

Organización Mundial de Propiedad Intellectual (OMPI). (2023, November 6). *Informe sobre los indicadores mundiales de propiedad intelectual: récord de solicitudes de patente presentadas en todo el mundo en 2022*.

Organización Mundial del Comercio. (2008). *Aspectos de los derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio*.

Ortiz, R., Novo, S., & Casate, R. (2023). Indicators for the Evaluation of Science, Technology and Innovation Activities: A Systematized Review. *Journal of Scientometric Research*, *12*(2), 448–458. https://doi.org/10.5530/jscires.12.2.041

Ozkaya, G., Timor, M., & Erdin, C. (2021). Science, Technology and Innovation Policy Indicators and Comparisons of Countries through a Hybrid Model of Data Mining and MCDM Methods. *Sustainability*, *13*(2), 694. https://doi.org/10.3390/su13020694

Perez, M. (2024). Modelo de triple hélice universidad-estado-empresa en Latinoamérica: una revisión sistemática. *Investigación & Negocios*, *17*(29), 62. https://doi.org/10.38147/invneg.v17i29.271

Phelps, E. (2013). *Mass Flourishing:How Grassroots Innovation Created Jobs, Challenge, and Change*. Princeton University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctt32bbrz

Podra, O., Litvin, N., Zhyvko, Z., Kopytko, M., & Kukharska, L. (2020). Innovative development and human capital as determinants of knowledge economy.

Business: Theory and Practice, *21*(1), 252–260. https://doi.org/10.3846/btp.2020.11305

Poege, F., Harhoff, D., Gaessler, F., & Baruffaldi, S. (2019). Science quality and the value of inventions. *Science Advances*. https://www.science.org

Porter, M. (1985). *Competitive Advantage* (The Free Press).

Porter, M. (1990). The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*, *68(2)*, 73-93.

Posada, G. (2016). *Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos*. Fulam.

Prieto, W., & Tejedor, J. (2020). La generación de nuevo conocimiento en economía: un modelo de crecimiento endógeno. *Revista Finanzas y Política Económica*, *12*(2), 553–588. https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.v12.n2.2020.3729

Ranger, J., & Much, S. (2020). Analyzing the Fit of IRT Models With the Hausman Test. *Frontiers in Psychology*, *11*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00149

Robertson, J., Caruana, A., & Ferreira, C. (2023). Innovation performance: The effect of knowledge-based dynamic capabilities in cross-country innovation ecosystems. *International Business Review*, *32*(2), 101866. https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2021.101866

Rodrigues, P., Silva, R., & Kiss, C. (2022). Cambios recientes y continuidad de la dependencia tecnológica y económica en la industria farmacéutica en Brasil . *Cadernos de Saúde Pública*, *38*(suppl 2). https://doi.org/10.1590/0102-311x00104020

Rogers, E. (1962). *Diffusion of innovations* (The Free Press).

Rojo, M., Padilla, A., & Riojas, R. (2019). La innovación y su importancia. *Revista Científica UISRAEL*, *6*(1), 9–22. https://doi.org/10.35290/rcui.v6n1.2019.67

Romer, P. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, *94*(5), 1002–1037. https://doi.org/10.1086/261420

Romer, P. (1990). Endogenous Technological Change. *The Journal of Political Economy, Vol. 98, No. 5*, 71–102. http://links.jstor.org/sici?sici=0022-3808%28199010%2998%3A5%3CS71%3AETC%3E2.0.CO%3B2-8

Romer, P. (1994). The Origins of Endogenous Growth. *Journal of Economic Perspectives*, *8*(1), 3–22. https://doi.org/10.1257/jep.8.1.3

Romero, J. (2021). Panorama tecnológico colombiano: Una aproximación desde las solicitudes de patentes en Colombia entre los años 2000 y 2018. *Revista Científica*, *40*(1), 89–101. https://doi.org/10.14483/23448350.16929

Romero, M. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería Del Trabajo*, *6*(3), 105–114. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5633043

Roy, I., Rivas, R., Pérez, M., & Palacios, L. (2019). Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Revista Alergia México*, *66*(3), 354–360. https://doi.org/10.29262/ram.v66i3.651

Sancho, R. (2002). Indicadores de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación. *ECONOMÍA INDUSTRIAL*, *343*, 97–109. https://digital.csic.es/bitstream/10261/11958/1/097-SANCHO.pdf

Santamaria, J., & Madariaga, C. (2019). Determinantes de la innovación social en las fundaciones de cuarta generación de Barranquilla, Colombia. *Innovar*, *29*(73), 113–132. https://doi.org/10.15446/innovar.v29n73.78026

Schumpeter, J. (1934). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle.* .

Schumpeter, J. (1980). *The Theory of Economic Development* (1st Edition). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315135564

Schumpeter Joseph. (1947). The creative response in economic history. *The Journal of Economic History*, *7*.

Schwab, K. (2018). *The Global Competitiveness Report 2018*. https://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf

Shevchenko, M., & Druzyaka, T. (2021). The innovative potential of the international company in terms of knowledge economy development. *Bulletin of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (Economic Sciences), 1*, 127–136. https://doi.org/10.20998/2519-4461.2020.1.127

Shumikhin, M. (2017). *The essence and characteristics of the knowledge economy*. «Студенческий Научный Форум 2017» IX Международная Студенческая Конференция. https://scienceforum.ru/2017/article/2017039555.

Silva, J., Rezende, P., Terezinha, C., Brito, C., & Vils, L. (2022). Technological cooperation networks and patents in biotechnology: identification of conceptual bases. *Revista Ibero-Americana de Estratégia*, *21*(1), e21165. https://doi.org/10.5585/riae.v21i1.21165

Spender, J. (1996). Making Knowledge the Basis of a Theory of the Firm. *Strategic Management Journal*, *17*, 45–62. https://www.researchgate.net/publication/236624383

StataCorp. (2019). *Stata Statistical Software: Release 16*. College Station, TX: StataCorp LLC. https://www.stata.com/stata16/

Suárez; Diana, Erbe, A., & Barletta, F. (2020). *Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos. Herramientas conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje*.

Tejedor, R., Gil, J., & Tejedor, J. (2018). Derechos de propiedad intelectual (DPI) y crecimiento económico: una revisión. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, *26*(1). https://doi.org/10.18359/rfce.3145

Thach, N. N. (2021). How have NESTs grown? Explanations based on endogenous growth theory. *Cogent Economics & Finance*, *9*(1). https://doi.org/10.1080/23322039.2021.1913847

Thomas, E., & Manz, D. (2017). Descriptive Study. In *Research Methods for Cyber Security* (pp. 131–151). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805349-2.00005-4

Tschanz, R., Cristo, S., Delgado, L., Hiroz, V., Jordan, M., Kalt, R., Mitchell, I., Müller, N., Roeoesli, C., Tamburello, V., & Taube, S. (2020). "No Innovation Without Cooperation" – How Switzerland Innovation Promotes Cooperation Between Industry, Research and Startups. *CHIMIA*, *74*(10), 755. https://doi.org/10.2533/chimia.2020.755

Useche, M., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, É. (2019). *Técnicas e Instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos (primera)*. Universidad de La Guajira.

Van Zon, A., & Muysken, J. (2001). Health and endogenous growth. *Journal of Health Economics*, *20*(2), 169–185. https://doi.org/10.1016/S0167-6296(00)00072-2

Wang, Z., & Wang, N. (2012). Knowledge sharing, innovation and firm performance. *Expert Systems with Applications*, *39*(10), 8899–8908. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.02.017

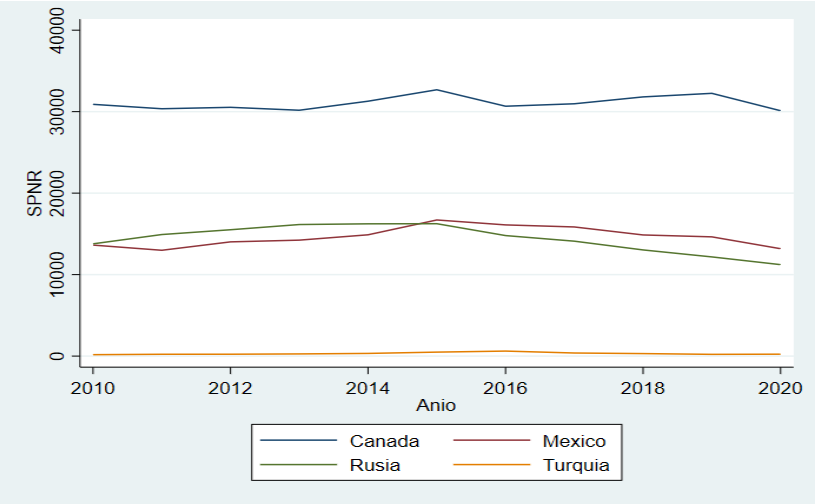
World Intellectual Property Organization. (2023). *World Intellectual Property Indicators 2023*. https://doi.org/10.34667/tind.48541

Zou, Z. (2017). El estancamiento económico en Turquía: causas e impactos. . *Estudios de Países En Desarrollo*, *7*, 31-36.

ANEXOS

Figura 15

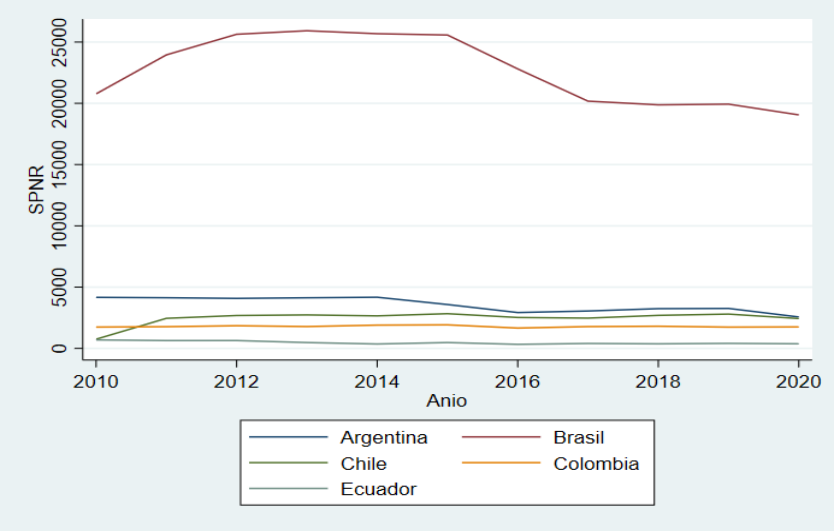
Solicitudes de patentes no residentes países G20.



Nota. Distribución del número de solicitudes de patentes no residentes en países G20. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE (2024) .

Figura 16

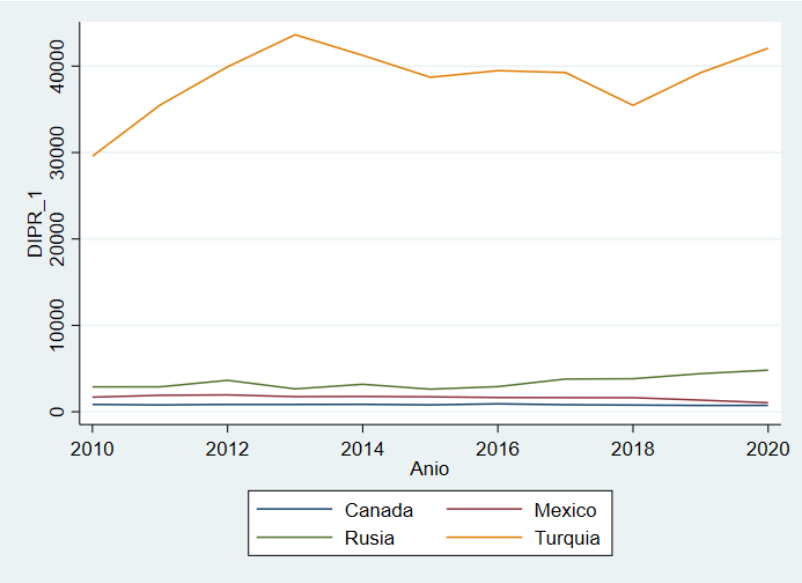
Solicitudes de patentes no residentes países Sudamericanos.



Nota. Distribución del número de solicitudes de patentes no residentes en países Sudamericanos. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE (2024) .

Figura 17

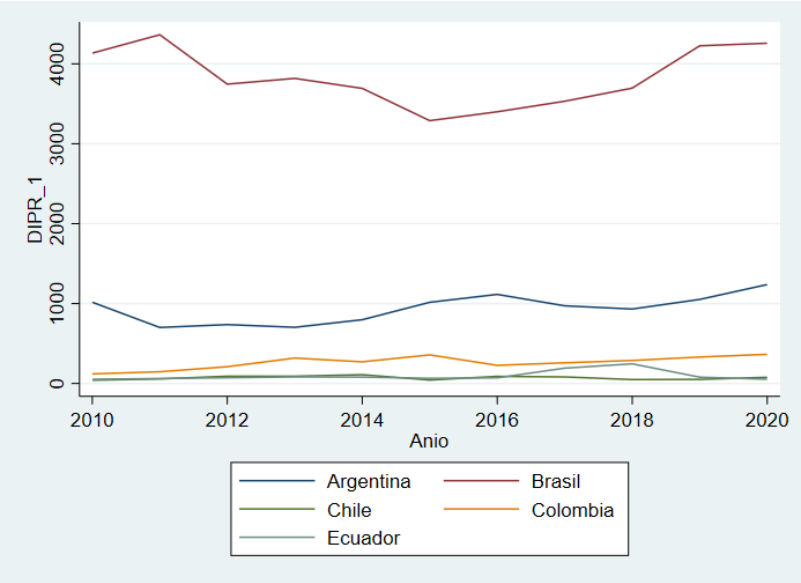
Solicitudes de diseño industrial, personas residentes, por recuento países G20.



Nota. Distribución del número de solicitudes de diseño industrial, personas residentes, por recuento en países G20. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE (2024).

Figura 18

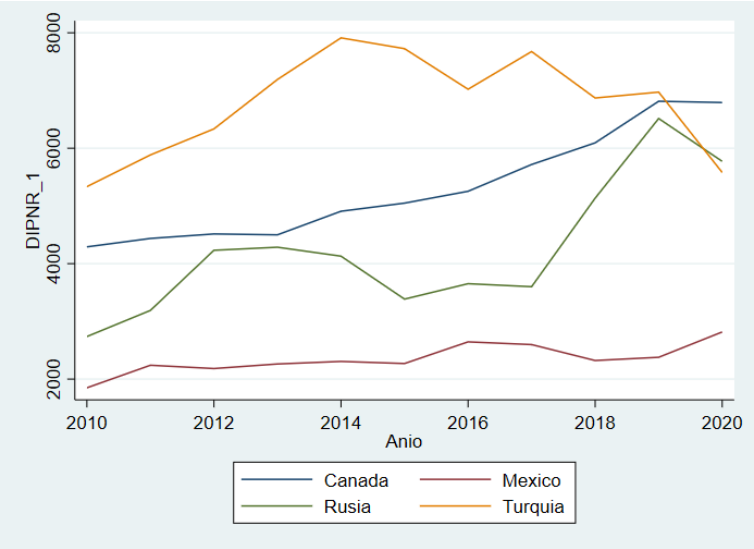
Solicitudes de diseño industrial, personas residentes, por recuento países G20.



Nota. Distribución del número de solicitudes de diseño industrial, personas residentes, por recuento en países Sudamericanos. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE (2024) .

Figura 19

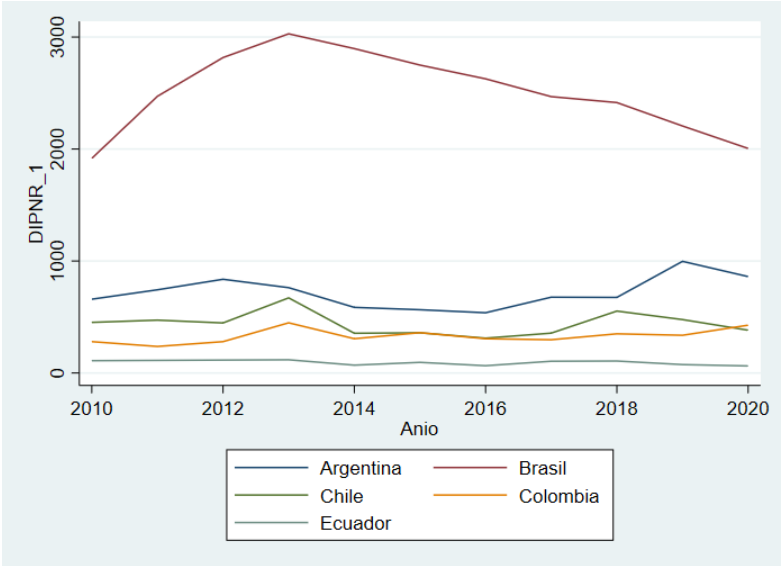
Solicitudes de diseño industrial, personas no residentes, por recuento países G20.



Nota. Distribución del número de solicitudes de diseño industrial, personas no residentes, por recuento en países G20. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE (2024) .

Figura 20

Solicitudes de diseño industrial, personas no residentes, por recuento países Sudamericanos.



Nota. Distribución del número de solicitudes de diseño industrial, países Sudamericanos. Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE (2024) .