



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INFORMÁTICA,
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**Análisis bibliométrico de la producción científica de las
universidades ecuatorianas en Scopus aplicando herramientas
de computación estadística y redes complejas**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

AUTOR: DIEGO ANDRES SOLIS SEGARRA

DIRECTOR: ORLANDO ALVAREZ LLAMOZA

CUENCA - ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INFORMÁTICA,
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

**Análisis bibliométrico de la producción científica de las
universidades ecuatorianas en Scopus aplicando herramientas
de computación estadística y redes complejas**

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

AUTOR: DIEGO ANDRES SOLIS SEGARRA

DIRECTOR: ORLANDO ALVAREZ LLAMOZA

CUENCA - ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Diego Andres Solis Segarra portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0105818561**. Declaro ser el autor de la obra: “**Análisis bibliométrico de la producción Científica de las Universidades Ecuatorianas en Scopus aplicando herramientas de computación estadística y redes complejas**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **10 de septiembre de 2025**

F:

Diego Andres Solis Segarra

C.I. 0105818561

 <p data-bbox="327 224 486 313">Universidad Católica de Cuenca</p>	<h2 data-bbox="774 246 1189 286">CERTIFICADO DEL TUTOR</h2>
---	---

Yo, Orlando Alvarez Llamaza, certifico que el presente trabajo de investigación / artículo científico, con el título Análisis bibliométrico de la producción Científica de las Universidades Ecuatorianas en Scopus aplicando herramientas de computación estadística y redes complejas fue desarrollado por Diego Andres Solis Segarra, con número de cédula 0105818561 bajo mi supervisión.

F:

Orlando Alvarez Llamaza

C.I. 0151483344

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres Luis y Teresa quienes han sido mi apoyo y respaldo durante todo este camino de dificultades y logros, quienes me dieron la fortaleza para continuar y ser mejor. También a Lucia quien siempre me dio aliento y fuerza para no rendirme ante las dificultades que se presentaban y sin más mis amigos Kevin y Dimitri que estuvieron, siempre fueron el soporte para romper las barreras para lograr el objetivo de este trabajo. Este logro es mío y también de ustedes.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra manera, hicieron posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a mi tutor, Orlando Alvarez Llamaza, quien me brindó todo el apoyo necesario. Gracias a su paciencia, comprensión y confianza, pude avanzar en este proceso que fue tan complejo. Sus enseñanzas, tanto en técnicas como en formas de trabajo, fueron fundamentales para que pudiera llegar hasta la meta y dar solución a los desafíos que se presentaron.

De igual manera, mi gratitud se dirige a la Universidad Católica de Cuenca, por haberme ofrecido la formación académica y el entorno que hicieron posible el inicio y desarrollo de este proyecto. Extiendo este agradecimiento a todos los docentes y compañeros que, con sus aportes, contribuyeron a mi crecimiento profesional y personal a lo largo de estos años.

También quiero agradecer de manera especial al Blgo. Vinicio Santillán PhD, quien fue un verdadero pilar en este camino. Su asesoría, consejos y conocimientos me ayudaron a superar obstáculos y a construir soluciones cuando parecía que no las había. Su paciencia, sensatez, profesionalismo y forma de trabajar fueron claves para que esta investigación llegara a buen término.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, directa o indirectamente, estuvieron presentes durante mi vida académica y en la realización de este proyecto. Gracias por no dejarme atrás, por motivarme a seguir adelante y por acompañarme en este trayecto lleno de dificultades, pero también de aprendizajes. Hoy cierro esta etapa con la satisfacción de haber cumplido este objetivo, dando un paso más hacia nuevas oportunidades y la posibilidad de seguir rompiendo barreras.

Resumen

Esta investigación analiza la evolución de la producción y colaboración científica de las universidades ecuatorianas en el período 1920–2024, tomando como base la información disponible en Scopus. El propósito central fue estudiar cómo se ha configurado la red de cooperación académica del país y cuál ha sido su impacto en la visibilidad internacional. Para alcanzar este objetivo, se recopilaron casi sesenta mil publicaciones asociadas a Ecuador, que fueron sometidas a un proceso exhaustivo de depuración y normalización de nombres institucionales. Posteriormente, se construyeron grafos de coautoría que representan a las universidades como nodos y a las publicaciones compartidas como vínculos. A través de métricas de redes complejas (grado, intensidad de colaboración, centralidad y modularidad), se caracterizó tanto la estructura interna del sistema como su conexión con instituciones extranjeras.

Los resultados muestran que, si bien durante gran parte del siglo XX la producción fue marginal, a partir de 2011 se observa un punto de inflexión que condujo a un crecimiento acelerado, superando las cinco mil publicaciones anuales desde 2019. Se identificaron 60 universidades ecuatorianas activas en la red, enlazadas con más de 2500 instituciones extranjeras y generando alrededor de 21 mil vínculos. La Universidad San Francisco de Quito se consolida como el principal nodo de articulación, mientras que la Universidad de Cuenca y la ESPE ocupan posiciones secundarias. A nivel nacional, pocas universidades concentran la mayoría de colaboraciones, y en el plano internacional destacan alianzas con socios estratégicos de alto prestigio como la University of Wah y la Universidade Federal do ABC.

En conclusión, Ecuador ha transitado de una participación marginal a una presencia significativa en la ciencia global. Sin embargo, esta transformación está marcada por una fuerte concentración en pocas universidades líderes, lo que plantea el desafío de ampliar la participación de instituciones periféricas para consolidar un sistema científico más inclusivo, equilibrado y sostenible en el tiempo.

Palabras clave: Colaboración científica, Universidades ecuatorianas, Redes académicas, Producción científica, Scopus.

Abstract

This research examines the evolution of scientific production and collaboration in Ecuadorian universities between 1920 and 2024, based on information from Scopus. The main objective was to examine how the country's academic cooperation network is structured and its impact on international visibility. To achieve this, nearly sixty thousand Ecuador-related publications were collected and underwent a thorough process of cleansing and standardization of institutional names. Subsequently, co-authorship graphs were constructed, where universities were represented as nodes and shared publications were represented as links. Using complex network metrics (degree, collaboration intensity, centrality, and modularity), both the internal structure of the system and its connections with foreign institutions were characterized.

The results show that, although scientific production remained marginal for much of the 20th century, a turning point occurred in 2011, leading to accelerated growth, with more than 5,000 publications per year since 2019. Sixty Ecuadorian universities were identified as active in the network, connected to more than 2,500 foreign institutions and generating approximately 21,000 links. The University of San Francisco in Quito has consolidated its position as the central hub, while the University of Cuenca and ESPE hold secondary positions. At the national level, a small number of universities account for the majority of collaborations; internationally, alliances with prestigious strategic partners such as the University of Wah and the Federal University of ABC stand out.

In conclusion, Ecuador has transitioned from marginal participation to a significant presence in the global scientific community. However, this transformation is characterized by an intense concentration in a few leading universities, posing the challenge of expanding the participation of peripheral institutions in order to establish a more inclusive, balanced, and sustainable scientific system over time.

Keywords: *scientific collaboration, Ecuadorian universities, academic networks, scientific production, Scopus.*

Tabla de contenido

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Justificación de la investigación	2
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Alcance del estudio	3
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	4
2.1. Análisis bibliométrico	4
2.1.1 Definición y aplicación en la investigación científica	4
2.1.2 Indicadores bibliométricos	5
2.1.3 Producción científica	5
2.1.4 Circulación y dispersión de la información	5
2.1.5 Consumo de información	6
2.1.6 Repercusión de la producción científica	6
2.2. Producción científica en Ecuador	6
2.2.1 Evolución histórica	6
2.3. Redes complejas en la investigación científica	7
2.3.1 Conceptos básicos de redes complejas	7
2.3.2 Aplicaciones en bibliometría	8
2.4. Modelos de redes en colaboración científica	9
2.4.1 Redes de coautoría	9
2.4.2 Redes institucionales	10
2.4.3 Redes de citación	10
2.5. Herramientas para el análisis bibliométrico	11

2.5.1 Scopus como fuente de información	11
2.5.2 Uso de R y Bibliometrix	12
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	13
3.1. Recolección de Datos	13
3.2. Procesamiento y Limpieza de Datos	13
3.3. Construcción de la Red de Universidades	13
3.4. Caracterización de la Red	14
3.5. Análisis Temporal	14
3.6. Comparación por Países y Regiones	14
3.7. Validación y Reproducibilidad	14
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.0. Preparación y depuración de la base de datos	14
4.1. Producción científica general	15
4.1.1 Evolución temporal de la producción científica en Ecuador	15
4.1.2 Red de colaboración académica entre universidades ecuatorianas e internacionales	16
4.2. Colaboración nacional	17
4.2.1 Red de colaboración entre universidades ecuatorianas	17
4.2.2 Red de colaboración directa de la Universidad Católica de Cuenca.	18
4.2.3 Top 12 universidades con mayor grado de conexión en la red científica (6 nacionales y 6 internacionales)	19
4.3. Producción por universidades	20
4.3.1 Diez universidades ecuatorianas con mayor producción científica (1920 - 2024)	20
4.3.2 Veinte pares de universidades ecuatorianas con mayores copulaciones (1920-2024)	21
4.4. Métricas de colaboración	22
4.4.1 Colaboración científica de 43 universidades ecuatorianas (degree y strength)	22

4.5. Crecimiento temporal de la publicación científica	23
4.5.1 Colaboración nacional	23
4.5.2 Colaboración internacional	23
4.5.3 Patrón general	23
4.6. Discusión	24
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
5.1. Resumen de hallazgos	25
5.2. Implicaciones para la política científica en Ecuador	26
5.3. Limitaciones del estudio	26
5.4. Recomendaciones para futuras investigaciones	27
REFERENCIAS	28
ANEXOS	39

Lista de figuras

Fig. 1. Evolución temporal de la producción científica en Ecuador (1920–2024).	15
Fig. 2. Red de colaboración académica entre universidades ecuatorianas e internacionales	16
Fig. 3. Red de colaboración entre universidades ecuatorianas	17
Fig. 4. Red de colaboración directa de la Universidad Católica de Cuenca	18
Fig. 5. Top 12 universidades con mayor grado de conexión en la red científica	19
Fig. 6. Diez universidades ecuatorianas con mayor producción científica (1920–2024)	20
Fig. 7. Veinte pares de universidades ecuatorianas con mayor copublicaciones (1920–2024)	21
Fig. 8. Colaboración científica de 43 universidades ecuatorianas (degree y strength)	22

Tablas y gráficos adicionales

Anexo 1. Como es la columna Afiliaciones en Scopus	40
Anexo 2. Extracción de Columnas de Afiliaciones	40
Anexo 3. Extracción de Universidades solo ecuatorianas	40
Anexo 4. Reglas manuales para casos específicos para variantes ecuatorianas	41
Anexo 5. Reglas manuales para casos específicos para variantes internacionales	41
Anexo 6. Normalización de Universidades	41
Anexo 7. Creación de Matriz Adyacente	42
Anexo 8. Matriz Adyacente en formato largo	42
Anexo 9. Matriz con Origen - Destino con frecuencias mayores a (0)	43
Anexo 10. Degree y Strength de Ecuador	44
Código en R Project. Construcción de la red de colaboración científica	45

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La colaboración científica entre las universidades ecuatorianas ha experimentado un notable desarrollo en las últimas décadas, reflejando un cambio significativo hacia la conformación de redes de investigación nacionales e internacionales. Este fenómeno se evidencia en el incremento de publicaciones indexadas en bases de datos de alto prestigio como Scopus, donde aproximadamente el 80% de los artículos producidos por autores ecuatorianos se elaboran en coautoría con investigadores de otros países. Este alto nivel de cooperación internacional no solo ha posicionado a Ecuador en el ámbito científico global, sino que también ha fortalecido su capacidad para participar en proyectos de investigación de mayor envergadura, favoreciendo la creación y el intercambio de conocimiento[1].

Entre las principales instituciones del país, la Universidad San Francisco de Quito destaca por su participación activa en áreas estratégicas como ingeniería, ciencias ambientales y tecnología. Estos esfuerzos se complementan con alianzas clave con países como España, Estados Unidos y Brasil, que han sido socios estratégicos en la consolidación de proyectos interdisciplinarios y en la promoción de la innovación científica. Asimismo, el desarrollo de programas de posgrado y doctorado en colaboración con instituciones extranjeras ha permitido no solo incrementar la visibilidad de la producción académica nacional, sino también formar investigadores altamente calificados que contribuyen al fortalecimiento de estas redes [2].

Entre 2006 y 2015, la producción científica ecuatoriana aumentó significativamente, superando en crecimiento al promedio regional de América Latina. Políticas implementadas por organismos gubernamentales como la SENESCYT ha facilitado la creación de redes de investigación y el establecimiento de convenios internacionales, promoviendo la integración de las universidades ecuatorianas en la comunidad científica global. Sin embargo, persisten desafíos relacionados con la infraestructura y la disponibilidad de recursos, los cuales limitan el potencial de estas instituciones para competir con sus pares en países más desarrollados[2].

En este estudio se examina la evolución de las colaboraciones científicas de las universidades ecuatorianas y su impacto en la generación de conocimiento durante el período 1920–2024, a partir de la información disponible en Scopus. Para ello, se depuraron más de ciento cuarenta mil registros mediante la normalización de nombres institucionales, con el fin de unificar variantes y evitar duplicidades. Esto permitió construir redes de colaboración representadas por nodos (universidades) y aristas (vínculos de coautoría), que evidencian las relaciones entre instituciones nacionales y su conexión con universidades internacionales. Posteriormente, se analizó la evolución de la producción científica en el tiempo, las universidades con mayor nivel de cooperación y la consolidación de los vínculos académicos en el país. En este contexto, surge la pregunta

central de investigación: ¿Cómo ha evolucionado, a lo largo de los años, la colaboración científica de las instituciones de educación superior ecuatorianas, tanto en el ámbito nacional como en el internacional?

1.2. Justificación de la investigación

La colaboración científica entre las universidades ecuatorianas ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años, impulsada por redes de investigación nacionales e internacionales, convenios estratégicos con instituciones extranjeras y un incremento en la producción académica reflejada en bases de datos como Scopus y Web of Science [3] [4]. Este dinamismo ha permitido que Ecuador fortalezca su posición en el panorama científico global, promoviendo la generación de conocimiento interdisciplinario y el desarrollo de capacidades locales. Sin embargo, el avance de estas colaboraciones enfrenta limitaciones significativas relacionadas con infraestructura insuficiente y recursos limitados en comparación con otros países de la región [5].

El análisis de la producción científica en Ecuador entre 2012 y 2017 muestra que instituciones como la Escuela Politécnica Nacional lideran las publicaciones en áreas como ingeniería, ciencias de la computación y ciencias ambientales, reflejando la consolidación de una estructura de colaboración nacional. Además, cerca del 80% de las publicaciones ecuatorianas en Scopus fueron desarrolladas en conjunto con investigadores internacionales, principalmente de países como España y Estados Unidos. Este alto nivel de cooperación internacional ha permitido a las universidades ecuatorianas participar en proyectos de mayor envergadura, acceder a recursos tecnológicos avanzados y posicionarse en revistas científicas de alto impacto [6].

A nivel institucional, la creación de programas de posgrado y doctorado en colaboración con universidades extranjeras ha facilitado la transferencia de tecnología y el incremento de publicaciones conjuntas, fortaleciendo la visibilidad de la investigación ecuatoriana en el ámbito internacional. Estas alianzas estratégicas no solo promueven el intercambio de conocimiento, sino que también contribuyen a la formación de capacidades locales que son esenciales para el desarrollo sostenible del país [7].

A pesar de estos logros, los desafíos persisten. La insuficiencia de recursos financieros y de infraestructura limita el alcance de estas colaboraciones y restringe el potencial de innovación de las universidades ecuatorianas. Esto subraya la necesidad de optimizar las estrategias de colaboración, garantizar un uso eficiente de los recursos disponibles y fomentar políticas gubernamentales que prioricen la investigación científica como motor de desarrollo social y económico [8].

Por otro lado, la exigencia de parte de los organismos nacionales de control de las instituciones de educación superior (CEACES, CES, Senescyt [9] [10] [11], de un alto número de publicaciones para alcanzar la acreditación de las universidades, y la presión ejercida por éstas sobre los investigadores, han llevado a algunos docentes sin ética a realizar prácticas deshonestas (compra y venta de autorías en artículos, libros, capítulos

de libros, patentes, etc.). Dichos docentes se pueden identificar por un excesivo número de artículos en muy corto tiempo, en áreas del conocimiento muy alejadas y disímiles, participan en publicaciones con autores de diferentes países, principalmente del medio oriente, y publican en revistas depredadoras. Este club de autores conforma lo que se denomina granja de publicaciones [12].

Resalta la importancia de estudiar y vigilar las redes de colaboración científica, evaluando sus logros y proponiendo estrategias efectivas para fortalecer las colaboraciones serias y correctas. Al hacerlo, se busca contribuir a la generación de conocimiento que no solo impulse la competitividad académica de Ecuador, sino que también responda a las necesidades sociales y económicas del país, asegurando un impacto positivo en el ámbito global.

1.3. Objetivos de la investigación

- **1.3.1. Objetivo general**

Estudiar la estructura de las redes de colaboración científica de las instituciones de educación superior ecuatorianas, empleando bases de datos Scopus y herramientas de computación estadística y de redes complejas.

- **1.3.2. Objetivos específicos**

Crear y depurar una base de datos de la producción científica de las universidades ecuatorianas con un registro de autores, instituciones, cuartil, etc, extraída del portal de Scopus.

Determinar caracterizadores basados en la teoría estadística y propiedades topológicas de la teoría de redes complejas, para evaluar la historia y el estado de las colaboraciones nacionales e internacionales de las universidades ecuatorianas.

Realizar un análisis de grafos y de los estadísticos calculados. El análisis incluye el estudio temporal de las redes construidas, la identificación de nodos centrales, puntos de conexión, comunidades, clusters, etc.

1.4. Alcance del estudio

Este estudio establece con claridad los parámetros y límites de la investigación, con el fin de garantizar un enfoque específico y pertinente. Se excluyen variables externas y se priorizan los factores directamente vinculados con el objetivo de analizar las redes de colaboración científica de las universidades ecuatorianas [13].

El alcance se centra en examinar la producción científica de estas instituciones, considerando únicamente las publicaciones indexadas en Scopus y omitiendo las registradas en otras fuentes como Web of Science, Latindex, Scielo, libros o capítulos de libros [14]. El período de análisis abarca desde la primera publicación de una universidad

ecuatoriana en Scopus (1920) hasta el año 2024, lo que permite evaluar tanto la evolución histórica como la situación actual de las colaboraciones científicas en el país [15].

Para el procesamiento de los datos se empleará el entorno estadístico R-Project, que ofrece paquetes especializados en análisis y visualización de redes, permitiendo identificar patrones de coautoría, frecuencias, nodos clave y tendencias temáticas [16].

En cuanto al tipo de investigación, el estudio se caracteriza por ser exploratorio y descriptivo. En una primera fase, se aplicarán técnicas de análisis de datos básicos para identificar variables relevantes y descubrir patrones significativos; posteriormente, se especificarán las propiedades y características de las redes construidas, destacando sus aspectos más relevantes y ofreciendo una representación sistemática y precisa [17].

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Análisis bibliométrico

2.1.1 Definición y aplicación en la investigación científica

El conocimiento es un proceso mediante el cual el ser humano capta, comprende y sistematiza información sobre su entorno. La epistemología, como disciplina filosófica, estudia la naturaleza, el origen y los límites del conocimiento, constituyéndose en un pilar fundamental para la investigación científica [13]. Esta última es un proceso estructurado y metodológico que permite formular hipótesis, analizarlas a través de herramientas cuantitativas y cualitativas, y derivar conclusiones replicables y verificables [14].

A lo largo de la historia, la investigación científica ha evolucionado en respuesta a las necesidades del conocimiento humano y al avance de la tecnología. En la actualidad, su importancia radica en la generación de nuevos saberes, la solución de problemas complejos y la formulación de teorías que explican fenómenos naturales y sociales [15]. Este desarrollo ha sido potenciado por el auge de la tecnología digital y la interconexión global, permitiendo un acceso sin precedentes a bases de datos, publicaciones científicas y metodologías avanzadas [16].

El siglo XXI se ha caracterizado por una revolución del conocimiento sin precedentes, donde la ciencia se ha convertido en un motor clave para el progreso económico, social y tecnológico. La velocidad con la que se comparten ideas y se generan innovaciones ha transformado la manera en que se realiza la investigación, haciendo esencial el uso de metodologías rigurosas y herramientas especializadas [17].

En este contexto, el análisis bibliométrico emerge como una disciplina esencial dentro de la evaluación del conocimiento científico. A través de la medición y el análisis de publicaciones, citas y redes de colaboración, esta metodología permite identificar tendencias, evaluar el impacto de la producción científica y optimizar estrategias de investigación [18]. Su aplicación en estudios académicos y científicos resulta clave para

la toma de decisiones en instituciones de educación superior, organismos gubernamentales y centros de investigación [19].

Además, la investigación científica no solo se ha convertido en un elemento indispensable para el desarrollo de la sociedad, sino que también ha sido objeto de análisis metodológico profundo. La expansión de la producción científica ha llevado a un incremento en la cantidad de datos generados, lo que exige herramientas avanzadas para su gestión y análisis [20]. De esta manera, el análisis bibliométrico se ha consolidado como un recurso valioso para evaluar el impacto y la evolución de la ciencia, proporcionando información clave para la formulación de políticas académicas y científicas [21].

El estudio de las redes de colaboración en la producción científica es un aspecto central del análisis bibliométrico, ya que permite comprender cómo se estructuran y evolucionan las interacciones entre investigadores e instituciones. A través del uso de modelos de redes complejas, se pueden identificar patrones de coautoría, nodos clave en la producción de conocimiento y áreas de investigación emergentes [22].

En conclusión, la investigación científica y su metodología han evolucionado significativamente en respuesta a los cambios tecnológicos y sociales. La aplicación de herramientas como el análisis bibliométrico ha permitido una mejor comprensión de la dinámica del conocimiento, contribuyendo a la optimización de recursos y al fortalecimiento de la ciencia a nivel global [23].

2.1.2 Indicadores bibliométricos

Los indicadores bibliométricos constituyen herramientas clave para medir la producción, circulación, consumo y repercusión de la información científica. Estos indicadores proporcionan datos cuantificables que permiten evaluar la actividad investigativa en diversas disciplinas y facilitar la toma de decisiones en políticas científicas y académicas [24].

2.1.3 Producción científica

La producción científica es el indicador más básico y se refiere al número de publicaciones generadas en un determinado periodo. Su crecimiento a lo largo del tiempo suele seguir un patrón exponencial, como lo formuló [24]. Quien comparó este fenómeno con el crecimiento biológico de los organismos. Este tipo de medición es esencial para evaluar la evolución de la actividad científica en distintos países e instituciones [25].

2.1.4 Circulación y dispersión de la información

La circulación de la información científica se mide mediante indicadores como el número de revistas donde se publican los artículos, la distribución geográfica de las publicaciones y la diversidad de fuentes empleadas. Este aspecto es crucial para analizar cómo se propaga el conocimiento en comunidades científicas y cuál es el alcance de las investigaciones [26].

2.1.5 Consumo de información

El consumo de información se evalúa a través de métricas como el número de descargas de artículos científicos, el acceso a bases de datos y el uso de referencias bibliográficas en trabajos posteriores. Este indicador ayuda a determinar qué publicaciones tienen mayor impacto en la generación de nuevo conocimiento[27].

2.1.6 Repercusión de la producción científica

La repercusión de una publicación se mide generalmente a través de las citas que recibe. Indicadores como el índice H [28]. Permiten evaluar la influencia de un autor o institución en su campo de estudio. Además, existen métricas como el factor de impacto de las revistas, que determinan la relevancia de las publicaciones en la comunidad científica[29].

En conjunto, estos indicadores permiten un análisis integral de la ciencia y su desarrollo, proporcionando datos fundamentales para la evaluación del progreso científico y tecnológico en distintas áreas del conocimiento.

2.2. Producción científica en Ecuador

2.2.1 Evolución histórica

El desarrollo científico en el Ecuador refleja un proceso de maduración institucional y cultural que, durante gran parte del siglo XIX y las primeras décadas del XX, permaneció limitado por la escasez de recursos, la ausencia de políticas públicas consolidadas y la falta de infraestructura adecuada para la investigación. Estas limitaciones mantuvieron estancados los procesos académicos y retrasaron la consolidación de una cultura científica robusta. Un cambio significativo comenzó a gestarse a inicios del siglo XXI, cuando se implementaron políticas y reglamentos en el sistema de educación superior que impulsaron la producción de conocimiento y fomentaron la vinculación con comunidades científicas internacionales. La Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) desempeñó un papel decisivo al promover la formación de talento humano avanzado, fortalecer los programas de posgrado y establecer convenios internacionales de cooperación académica[30].

Entre 2006 y 2015 se registró un crecimiento notable en las publicaciones ecuatorianas indexadas en Scopus, resultado de estas políticas y del fortalecimiento institucional. Gracias a estos esfuerzos, universidades como la Escuela Politécnica Nacional, la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) y la Universidad San Francisco de Quito lograron posicionarse en el ámbito internacional, liderando procesos de colaboración con redes científicas globales y aumentando tanto el volumen como la calidad de sus investigaciones. En 2012, las estadísticas de Scopus evidenciaban ya un incremento significativo de la producción científica ecuatoriana, muchas veces en coautoría con investigadores de otros países, lo que consolidó la apertura hacia nuevas metodologías y tecnologías[31].

En paralelo, se observó una diversificación de las áreas de investigación, con avances en salud pública, ciencias sociales y medio ambiente, motivados por los crecientes desafíos sociales y ecológicos del país[32]. Sin embargo, este proceso también generó tensiones, como desigualdades en el financiamiento entre instituciones, presiones burocráticas asociadas a indicadores de productividad [33]. Así como un incremento en la exigencia de publicar rápidamente, lo que en algunos casos suscitó cuestionamientos sobre la calidad y la rigurosidad metodológica de ciertos trabajos[34].

A pesar de estas dificultades, el sistema científico ecuatoriano ha demostrado capacidad de cooperación y de proyección internacional, consolidándose como un actor emergente en el escenario académico global. El fortalecimiento de la investigación universitaria ha sido decisivo en este proceso. La Universidad San Francisco de Quito, por ejemplo, se posicionó como líder en producción científica según el informe SIR Iberoamérica 2015, ubicándose entre las 200 instituciones más productivas de la región. La Universidad de las Américas alcanzó el primer lugar a nivel nacional en la edición 2024 del ranking SCImago, mientras que la Universidad Tecnológica Equinoccial se destacó en el ranking QS Latinoamérica 2025 como líder en investigaciones de impacto. Por su parte, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador consolidó su proyección mediante más de 35 convenios internacionales entre 2015 y 2017[35].

El papel de la cooperación internacional ha sido un pilar fundamental. La Universidad Internacional del Ecuador estableció alianzas estratégicas con instituciones extranjeras como la Universidad Estatal de Arizona[36]. La Universidad Espíritu Santo (UEES) promovió proyectos de investigación colaborativa orientados a la resolución de problemas empresariales globales[37]. Y la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) impulsó el desarrollo de múltiples centros de investigación, generando aportes tanto a nivel local como internacional[38]. En conjunto, estas universidades representan un motor clave para la transformación del ecosistema científico nacional. Su compromiso con la investigación, la innovación y la cooperación internacional ha sentado las bases para un sistema más sólido, orientado al desarrollo sostenible y a la inserción del Ecuador en la comunidad científica global.

2.3. Redes complejas en la investigación científica

2.3.1 Conceptos básicos de redes complejas

Las redes complejas son formas en la que se representan sistemas compuestos por cantidades grandes de elementos conectados entre sí, donde cada elemento se llama nodo y la conexión entre ellos se llaman enlaces. Estos sistemas ayudan a modelar y analizar un volumen grande de sistemas en la naturaleza y la sociedad, estas interacciones se pueden generar en cualquier campo de la investigación[39].

La característica fundamental de las redes complejas es su distribución de grado en la que se indica las frecuencias que posee los nodos en cierto número de conexiones. En varias redes reales esta distribución sigue una ley de potencia, describiendo que existe pocos

nodos altamente conectados y muchos nodos con pocas conexiones, lo que otorga la red una estructura de libre escala[40].

También el coeficiente de agrupamiento en donde se mide la cantidad de nodos que forman los grupos interconectados. Un alto índice de agrupamiento sugiere que los vecinos de un nodo están, a su vez conectados entre sí, mostrando una estructura modular dentro de la red[41].

Otra propiedad la **longitud de los caminos** la cual es una métrica relevante que muestra el número de pasos requeridos para poder conectar dos nodos cualesquiera en la red. A simple vista una red compleja muestra la longitud de camino corto, la misma que es conocida como **efecto de mundo pequeño**, facilitando la eficiente propagación de información o dinámicas dentro del sistema[42].

El estudio de las redes complejas constituye una herramienta fundamental para explorar la estructura y el comportamiento de sistemas interconectados. Dentro del ámbito de la investigación científica, estas redes ayudan a comprender como los vínculos de investigadores configuran comunidades académicas y posibilitan la circulación del conocimiento. La forma en la que se conectan los lasos mediante nodos centrales o agrupamientos densos esto indica la eficiencia con la se generan y comparten ideas.

Este tipo de análisis se demuestra en la teoría de grafos, disciplina matemática que ha sido adaptada para captar las particularidades de sistemas reales, los cuales no siguen patrones uniformes ni predecibles. A diferencia de los modelos tradicionales, las redes complejas revelan comportamientos emergentes y estructuras que responden a dinámicas propias, como distribuciones desiguales de conexiones o la existencia de comunidades estrechamente vinculadas. Así, el estudio de estas configuraciones no solo aporta una visión técnica, sino que también ofrece una comprensión profunda sobre cómo se construye y evoluciona el conocimiento humano en contextos colaborativos e interdisciplinarios[43].

2.3.2 Aplicaciones en bibliometría

El estudio de las redes complejas a localizado en la bibliométrica un espacio fértil para la aplicación, que permite la interpretación profunda de dinámicas de producción y circulación del conocimiento científico. Por medio de este proceso es posible visualizar como se conectan los investigadores, instituciones y países demostrando los patrones de colaboración y comunidades científicas emergentes[44].

Una aplicación más significativa de esta cadena es la representación de redes de coautoría. Redes que son construidas a partir de relaciones entre autores que publican investigaciones y permiten identificar nodos clave y agrupaciones temáticas que reflejan comunidades científicas consolidadas. La información que resulta óptima para diseñar políticas científicas más integradas y estratégicas a nivel local y nacional[44].

Las redes aplicadas a la bibliometría son redes que apertura la opción de análisis y citación, que ilustran la influencia de determinados artículos, autores o revistas dentro de

un campo investigativo. Cuyas estructuras permiten seguir el flujo del conocimiento e identificar las líneas de conocimiento dominante y determinar los trabajos con mayor relevancia de determinada área[44].

Desde un punto de vista más práctico se generan opciones para modelar los resultados y poder explorar grandes volúmenes de datos científicos. Plataformas como R Project que ayudan a generar mapas científicos, estudiar su evolución y líneas temáticas y evaluar el impacto de instituciones involucradas con una precisión más objetiva[45].

En conclusión, añadir redes complejas en los estudios bibliométricos ha permitido no solo enriquecer el análisis cuantitativo de la ciencia, sino también dotarlo de una dimensión estructural y relacional que lo hace más sensible a las dinámicas reales de producción, colaboración y circulación del conocimiento[46].

2.4. Modelos de redes en colaboración científica

2.4.1 Redes de coautoría

La coautoría es el proceso de manifestación de la colaboración científica y las conexiones entre investigadores que trabajan conjuntamente en la generación de conocimiento. Estas acciones se manejan con redes de coautoría donde se puede simbolizar los autores y las aristas que indican los trabajos compartidos entre ellos. Un análisis de estas redes permite visualizar las estructuras y dinámicas que hay entre las comunidades científicas revelando la densidad de la colaboración, y formación de grupos de investigación y que roles cumple cada investigador dentro de dicha red[47].

La bibliometría puede evidenciar que las redes de coautoría no solo facilitan la difusión del conocimiento, sino también influyen en la productividad y el impacto de la investigación[47].

Estas redes fomentan la conexión entre diversos expertos en varios campos de proyectos comunes, enriqueciendo los procesos investigativos.

La coautoría se ha potenciado con herramientas como R Project que permiten mapear y examinar las relaciones entre autores identificando los patrones de colaboración y destacando las comunidades científicas emergentes. Permitiendo una visualización y análisis de las redes, estas herramientas facilitan la comprensión de la estructura colaborativa en la ciencia y apoyan a la formulación de políticas que promuevan interacciones entre investigadores[48].

En conclusión, la coautoría son el componente primordial dentro del sistema científico, demostrando la naturaleza colaborativa de la investigación moderna. Sus estudios generan una intención valiosa dentro de las organizaciones académicas, señalando la importancia de la cooperación en la construcción y difusión del conocimiento[48].

2.4.2 Redes institucionales

Dentro del campo investigativo estas técnicas representan formas de colaboración entre universidades y centros de investigación académicos que unen conocimientos para potenciar la capacidad productiva y su impacto en el conocimiento. Alianzas que permiten compartir infraestructura, financiamiento y talento humano endureciendo la línea científica y optimizando los recursos disponibles[49].

El estudio bibliométrico y el estudio de redes sociales han demostrado que las instituciones con mayor grado de conectividad suelen ocupar posiciones centrales dentro del mundo científico, lo que identifica en mayor visibilidad, influencia y posibilidades de obtener fondos y atraer investigadores altamente capacitados. Estrategias de estas redes es comunicar la mayor cantidad de conocimiento de alto impacto[50].

Un ejemplo claro de esta colaboración son las **Redes Temáticas de Investigación Cooperativa**, impulsadas en muchos países para fomentar la investigación interdisciplinaria. Estas redes articulan diferentes grupos de investigación en torno a líneas temáticas compartidas, facilitando la transferencia de conocimiento y el avance conjunto hacia soluciones innovadoras[51].

La cooperación internacional desempeña un papel esencial en el fortalecimiento de los vínculos entre instituciones académicas, al facilitar la inclusión de universidades locales en iniciativas de alcance global. Esta apertura hacia escenarios internacionales no solo contribuye a elevar su visibilidad en la comunidad científica mundial, sino que también genera nuevas posibilidades para acceder a financiamiento colaborativo y programas de intercambio académico, lo que enriquece significativamente el desarrollo del conocimiento y las capacidades investigativas del país[52].

A pesar de su potencial, el funcionamiento armónico de estas redes se ve profundamente influenciado por factores humanos como la confianza mutua entre las instituciones, la alineación clara de propósitos compartidos y la presencia de mecanismos organizativos que fomenten una cooperación constante. En ausencia de una coordinación cuidadosa, muchas de estas iniciativas pueden desvanecerse con el tiempo o perder su capacidad transformadora[53].

En esencia, las alianzas entre instituciones constituyen un pilar fundamental en la articulación del quehacer científico, ya que posibilitan la integración de saberes dispersos y fomentan una práctica investigativa más solidaria, inclusiva y orientada al bienestar colectivo[54].

2.4.3 Redes de citación

Las redes de citación permiten observar de manera profunda cómo se comparte y transforma el conocimiento dentro del mundo académico. A través de estas conexiones entre textos científicos, se puede entender cómo las ideas pasan de un autor a otro, cruzan distintas disciplinas y se adaptan a lo largo del tiempo. Este tipo de análisis ayuda a identificar qué autores tienen mayor impacto en su campo, y muestra cómo, en conjunto,

se va construyendo la base conceptual que une y guía a toda una comunidad investigadora[55]. En este tipo de redes, cada trabajo científico se muestra como un punto conectado a otros a través de las citas que comparten. Esta forma de representar el conocimiento permite ver qué publicaciones han tenido un mayor impacto en la evolución de un tema de estudio, y también ayuda a reconocer aquellos textos que han unido diferentes campos del saber[56].

Actualmente, el estudio bibliométrico ha incorporado herramientas digitales que hacen posible analizar de forma más clara cómo se conectan las publicaciones científicas. Programas como CitNetExplorer o VOSviewer permiten ver de manera visual y sencilla las relaciones entre los textos, lo que ayuda a identificar a los investigadores más influyentes, los temas que agrupan a ciertos trabajos y las nuevas ideas que están surgiendo dentro del campo[57].

Aunque estas redes aportan una visión útil del panorama científico, también tienen sus limitaciones. Al centrarse en números, pueden dejar de lado contribuciones valiosas que no han sido muy citadas. Además, áreas como las humanidades tienen formas diferentes de citar, por lo que los resultados necesitan ser leídos con cuidado y entendidos dentro de su contexto[58].

Analizar las redes de citación ayuda a entender cómo se va formando el conocimiento dentro de un campo específico, mostrando las conexiones entre quienes investigan, las ideas que comparten y las instituciones que los respaldan. Esta perspectiva deja en claro que la ciencia no se construye de manera individual, sino que nace del trabajo conjunto, del intercambio constante de saberes y del crecimiento colectivo a lo largo del tiempo[59].

2.5. Herramientas para el análisis bibliométrico

2.5.1 Scopus como fuente de información

Scopus se ha convertido en una plataforma clave para quienes estudian la producción científica, pues reúne publicaciones de múltiples áreas del conocimiento. Gracias a la gran cantidad de artículos académicos que almacena, ofrece a los investigadores una visión más amplia y completa sobre cómo evoluciona la ciencia en el mundo[60].

Scopus garantiza información confiable mediante un riguroso proceso de revisión y selección a cargo de un comité independiente. Este equipo evalúa de manera continua los contenidos que forman parte de la base de datos, priorizando siempre la calidad científica. Además, la plataforma realiza un seguimiento permanente para mejorar la precisión de sus registros, lo que la convierte en una herramienta valiosa para investigadores y analistas de la producción académica[60].

Scopus se distingue también por ofrecer perfiles detallados de investigadores e instituciones, lo que facilita comprender de manera más precisa cómo se desarrolla su labor académica. En dichos perfiles es posible identificar con quién han colaborado, el número de artículos publicados y la cantidad de citas recibidas, lo que permite evaluar con mayor claridad el alcance y la calidad de sus aportes científicos[60].

Además de proporcionar acceso a miles de publicaciones, Scopus integra herramientas que permiten visualizar cómo se relacionan los investigadores entre sí, identificar los temas emergentes y analizar la evolución de las citas a lo largo del tiempo. Estas funcionalidades resultan especialmente útiles para quienes toman decisiones en ciencia y educación, ya que facilitan la comprensión de cómo se desarrolla el conocimiento en distintas áreas y cómo progresa la actividad académica[61].

En conclusión, Scopus se ha consolidado como una fuente esencial para explorar el mundo de la ciencia. Gracias a la calidad de sus datos y a las herramientas de análisis que ofrece, los investigadores pueden comprender con mayor claridad el avance del conocimiento, identificar nuevas líneas de estudio y evaluar el impacto de los trabajos realizados. Asimismo, esta plataforma orienta la toma de decisiones estratégicas que fortalecen el desarrollo académico y científico[61].

2.5.2 Uso de R y Bibliometrix

El lenguaje R, reconocido por su versatilidad en el manejo de datos y en el análisis estadístico, se ha convertido en una herramienta valiosa al combinarse con Bibliometrix, un paquete diseñado específicamente para apoyar los estudios bibliométricos. Al ser de acceso libre, esta herramienta brinda a los investigadores la posibilidad de trabajar con información científica de forma estructurada y ordenada, lo que facilita la exploración y comprensión de cómo se genera y difunde el conocimiento en diferentes campos del saber[62].

Bibliometrix permite analizar la producción científica mediante diversas herramientas que van desde resúmenes descriptivos hasta la construcción de mapas que muestran las relaciones entre autores, citas y temáticas de investigación. Además, incorpora una interfaz visual denominada Biblioshiny, especialmente diseñada para quienes prefieren trabajar de manera más intuitiva, sin necesidad de conocimientos avanzados de programación[63].

El uso de R en conjunto con la herramienta Bibliometrix ha demostrado ser altamente útil para comprender de manera más profunda cómo se produce y comparte el conocimiento científico. Un ejemplo de ello fue el estudio realizado sobre las universidades públicas de Costa Rica, en el cual se analizaron aspectos como el número de publicaciones por autor, la institución de afiliación y la cantidad de citas recibidas. Estos análisis permitieron identificar tendencias significativas dentro de la investigación académica del país[64].

En el ámbito de la educación científica, se desarrolló un estudio que empleó la herramienta Biblioshiny para analizar la relación entre conceptos como el pensamiento computacional, la modelización y la indagación. Este análisis permitió identificar tendencias emergentes y reconocer a los investigadores más influyentes en un campo que se encuentra en expansión. Casos como este demuestran que el uso combinado de R y Bibliometrix se ha convertido en un recurso valioso para quienes buscan comprender de manera más precisa cómo se genera y difunde el conocimiento en sus áreas de investigación[65].

En síntesis, la combinación de R y Bibliometrix en los estudios bibliométricos ha hecho que la investigación sea más práctica y accesible. Estas herramientas permiten a un mayor número de personas analizar la producción científica de manera rigurosa y profunda, contribuyendo así a la construcción de una comunidad académica más abierta, participativa y conectada.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 Recolección de Datos

La investigación se basó en la base de datos Scopus, seleccionada por su cobertura internacional y multidisciplinaria[66]. Se filtraron las publicaciones asociadas a Ecuador en el periodo 1920–2024, lo que permitió abarcar desde los primeros registros hasta los aportes más recientes. La exportación en formato CSV entregó 59.997 artículos con metadatos esenciales: título, institución de afiliación, autores, país, año e identificador (EID/DOI).

3.2 Procesamiento y Limpieza de Datos

El mayor desafío estuvo en la columna de afiliaciones, compuesta por más de 200 subcampos con universidades, departamentos, hospitales y empresas. Para su depuración se empleó R Project, apoyado en librerías como dplyr, tidyr, stringr, stringdist, tibble y countrycode [67], [68]. El proceso incluyó: Expansión de la columna de afiliaciones para extraer universidades, países y años (Fig. 1). Filtrado de entidades no académicas (hospitales, departamentos, empresas). Normalización de nombres mediante diccionarios manuales y automáticos[69]. Eliminando variantes ortográficas, símbolos y siglas (Figs. 2–6).

Como resultado, se construyó la base data_ready, con 170.188 registros y siete variables clave (título, universidad, país, año, EID, autores e identificador único). Este proceso tomó alrededor de 20 minutos por iteración de limpieza.

3.3 Construcción de la Red de Universidades

Con los datos depurados se elaboró una matriz de adyacencia ponderada, ordenada alfabéticamente, que recogía la frecuencia de publicaciones conjuntas entre pares de universidades (Fig. 7). La matriz fue transformada en formato “largo” (edge list), en el que cada fila representaba una colaboración y el peso indicaba el número de artículos compartidos (Figs. 8–9). Paralelamente, se generó una tabla de nodos con identificadores únicos, país de origen y etiquetas normalizadas (Figs. 10–11). Ambas tablas conformaron la base para la construcción de grafos en igraph y tidygraph[70].

3.4 Caracterización de la Red

La red se representó como un grafo no dirigido. Los nodos cuadrados verdes correspondieron a universidades ecuatorianas, los círculos azules a extranjeras y el cuadrado rojo a la Universidad Católica de Cuenca. El tamaño de los nodos reflejó el número de conexiones (degree) y el grosor de las aristas la intensidad de copublicaciones (strength). Se calcularon métricas estructurales como: Degree y Strength: amplitud e intensidad de las colaboraciones. Centralidades (betweenness, closeness, eigenvector y PageRank): identificación de actores clave. Densidad, diámetro, clustering y modularidad (Louvain)[71], [72]. evaluación de cohesión y detección de comunidades.

3.5 Análisis Temporal

Se construyeron redes anuales (fotografías) y acumulativas (película) para seguir la evolución de la colaboración científica. Para cada año se midieron número de nodos, enlaces, densidad, modularidad y centralidades, lo que permitió identificar picos, caídas y trayectorias de universidades específicas[73].

3.6 Comparación por Países y Regiones

Las instituciones fueron agrupadas por país y región geográfica, generando subredes en las que se calcularon métricas de densidad, grado e intermediación, además de comunidades mediante Louvain. Este análisis permitió identificar regiones con mayor cohesión, actores puente y zonas con baja integración[74].

3.7 Validación y Reproducibilidad

Se verificaron los nombres normalizados contra catálogos externos (p. ej., Research Organization Registry)[75], Se contrastaron métricas de hubs con la literatura previa[76], y se aplicaron pruebas de sensibilidad (frecuencia mínima ≥ 1 , ≥ 2 , ≥ 3) para confirmar la estabilidad de los resultados. El trabajo se realizó íntegramente en R Project, con librerías de código abierto y formatos reproducibles (CSV/UTF-8), garantizando transparencia y trazabilidad[77], [78].

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

4.0 Preparación y depuración de la base de datos

Se registraron inicialmente 59,982 universidades con 46 variables en la base Scopus. Tras la primera depuración (Data Ready), se trabajó con 170,188 registros y 6 variables: universidad, título, país, ID de universidad, año y autores. Posteriormente, en una segunda limpieza (Data Ready 1), los datos se consolidaron en 170,188 registros y 7 variables, identificándose 1929 nombres de universidades ecuatorianas. Con la normalización final, se obtuvieron 60 universidades ecuatorianas únicas, 2535 internacionales y un total de

7091 valores faltantes (NAs), que representan un 4,12% de margen de error. A partir de esta base depurada se construyeron las gráficas de colaboración científica, considerando únicamente las instituciones válidas y consolidadas.

4.1 Producción científica general

4.1.1 Evolución temporal de la producción científica en Ecuador (1920–2024).

Se encontró que la cooperación de las universidades ecuatorianas se dividió en seis periodos temporales (Figura 1). Entre 1920 y 1989 se registraron apenas entre 1 y 5 publicaciones, reflejando una actividad incipiente. En el primer periodo (1990–2007) la producción se mantuvo baja, con menos de 100 aportes. El segundo periodo (2008–2010) mostró un incremento, alcanzando entre 101 y 500 publicaciones. En el tercer periodo (2011–2013) se evidenció un crecimiento mayor, con un rango de 501 a 1000 publicaciones. Durante el cuarto periodo (2014–2015) la producción aumentó a entre 1001 y 2500 aportes, y en el quinto periodo (2016–2018) se alcanzaron entre 2501 y 5000 publicaciones. Finalmente, en el sexto periodo (2019–2024) las publicaciones superan las 5000, aunque en 2024 se observa una ligera disminución debido a que el año aún está en curso.

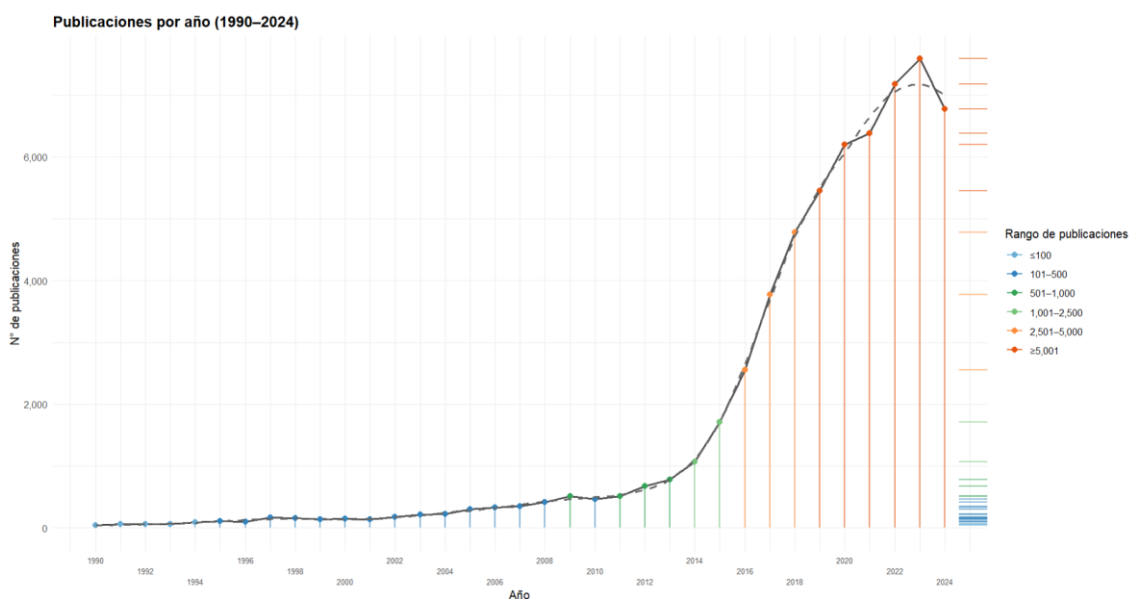


Fig. 1. Evolución temporal de la producción científica en Ecuador (1920–2024). La cooperación se agrupa en seis periodos: 1920–1989 (1–5 publicaciones), 1990–2007 (<100), 2008–2010 (101–500), 2011–2013 (501–1000), 2014–2015 (1001–2500), 2016–2018 (2501–5000) y 2019–2024 (>5000). La disminución observada en 2024 se debe a la fecha del corte de la data.

4.1.2 Red de colaboración académica entre universidades ecuatorianas e internacionales.

Se registraron 627 nodos y 21.692 aristas en la red de colaboración académica entre universidades ecuatorianas e internacionales (Figura 2). De estos, 60 corresponden a universidades ecuatorianas y 2535 a instituciones extranjeras, considerando únicamente colaboraciones con una frecuencia mayor a 10. Cada nodo representa una universidad: los cuadrados verdes corresponden a instituciones ecuatorianas, los círculos azules a universidades internacionales y el cuadrado rojo resalta a la Universidad Católica de Cuenca. El tamaño de los nodos refleja la cantidad de conexiones de cada institución, de manera que los más grandes corresponden a aquellas con mayor participación. Las aristas grises conectan a dos universidades que han compartido publicaciones y su grosor indica la intensidad de la relación, siendo más anchas cuando existen múltiples artículos en conjunto. Se observa que las instituciones con más conexiones se concentran en el núcleo de la red, mientras que aquellas con menor interacción aparecen en los bordes. Dentro de este núcleo destaca la Universidad San Francisco de Quito, que lidera la producción y colaboración científica del país, situándose como uno de los nodos centrales con mayor número de vínculos. En este contexto, las universidades ecuatorianas participan activamente en la red, fortaleciendo sus lazos con instituciones internacionales y mostrando un proceso de integración creciente en la cooperación científica global.

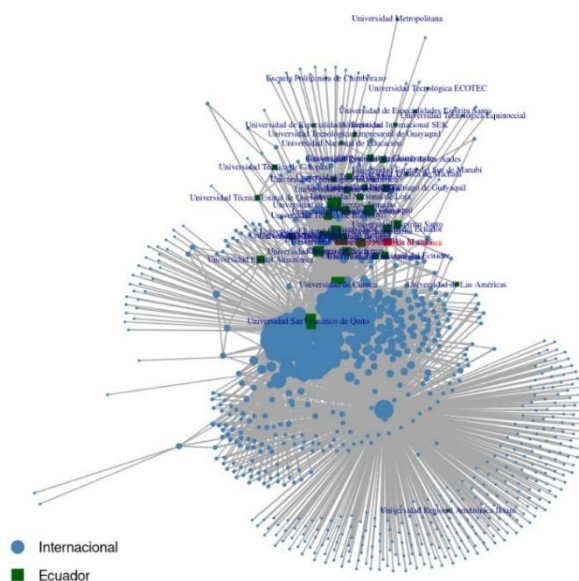


Fig. 2. Red de colaboración académica entre universidades ecuatorianas e internacionales (frecuencia >10). El grafo incluye 627 nodos y 21.692 aristas: 60 universidades ecuatorianas (cuadrados verdes), 2535 internacionales (círculos azules) y la Universidad Católica de Cuenca resaltada en rojo. El tamaño de los nodos indica el número de conexiones y el grosor de las aristas la intensidad de las copublicaciones. Las instituciones más conectadas se ubican en el núcleo de la red, destacando la Universidad San Francisco de Quito como principal nodo de colaboración científica del país.

4.2 Colaboración nacional

4.2.1 Red de colaboración entre universidades ecuatorianas.

Se registraron 2408 nodos y 171.411 aristas en la red de colaboración entre universidades ecuatorianas (Figura 3). De estos, 60 corresponden a instituciones nacionales con al menos una publicación registrada. Los nodos cuadrados verdes representan universidades ecuatorianas y el nodo rojo resalta a la Universidad Católica de Cuenca. El tamaño de los nodos refleja el número de conexiones, siendo más grandes las instituciones con mayor colaboración. Las aristas grises conectan universidades que han compartido publicaciones y su grosor indica la intensidad de la relación. Las universidades ubicadas en el núcleo concentran múltiples vínculos, mientras que las de los bordes presentan colaboraciones limitadas o esporádicas. Cabe señalar que los valores de nodos y aristas se calcularon considerando una frecuencia igual o mayor a cero, lo que garantiza que cada conexión representada corresponde a al menos una coautoría registrada.

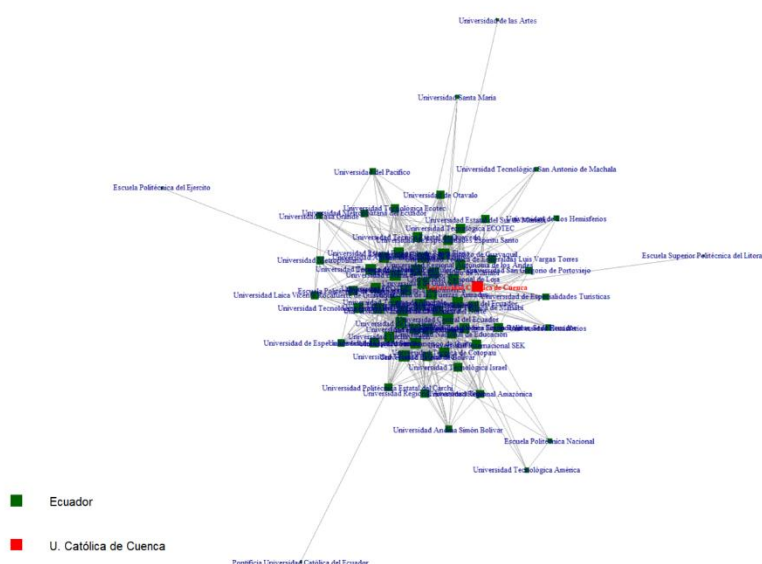


Fig. 3. Red de colaboración entre universidades ecuatorianas (frecuencia ≥ 0). El grafo está compuesto por 2408 nodos y 171.411 aristas, de los cuales 60 corresponden a instituciones nacionales con al menos una publicación registrada. Los nodos cuadrados verdes representan universidades ecuatorianas y el cuadrado rojo destaca a la Universidad Católica de Cuenca. El tamaño de los nodos refleja el número de conexiones y el grosor de las aristas la intensidad de las copublicaciones. Las universidades ubicadas en el núcleo concentran la mayor cantidad de vínculos, mientras que las situadas en la periferia presentan colaboraciones reducidas o esporádicas.

4.2.2 Red de colaboración directa de la Universidad Católica de Cuenca.

Se registraron 189 nodos y 4552 aristas en la red de colaboración directa de la Universidad Católica de Cuenca (Figura 4). De estos, 60 corresponden a universidades ecuatorianas (nodos cuadrados verdes) y el resto a instituciones internacionales (nodos circulares azules), mientras que la Universidad Católica de Cuenca se resalta como nodo central en color rojo. El tamaño de los nodos refleja el grado de conexión de cada universidad, siendo más grandes los que concentran múltiples colaboraciones. Las aristas grises representan las publicaciones compartidas: su grosor indica la intensidad de la relación, mostrando vínculos fuertes en las más gruesas y colaboraciones limitadas en las más delgadas. Las instituciones cercanas al centro son aquellas con mayor frecuencia de coautorías, mientras que las más alejadas muestran relaciones débiles o esporádicas. En conjunto, la figura evidencia el papel articulador de la Universidad Católica de Cuenca en la red, conectando tanto con universidades nacionales como con actores internacionales.

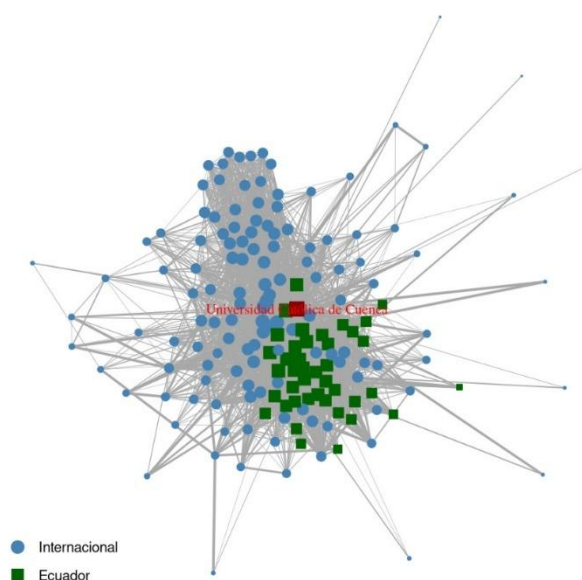


Fig. 4. Red de colaboración directa de la Universidad Católica de Cuenca. El grafo incluye 189 nodos y 4552 aristas: 60 universidades ecuatorianas (cuadrados verdes), varias internacionales (círculos azules) y la Universidad Católica de Cuenca destacada en rojo. El tamaño de los nodos indica el grado de conexión y el grosor de las aristas la intensidad de las copublicaciones. La figura muestra el papel central de la Universidad Católica de Cuenca al articular vínculos nacionales e internacionales.

4.2.3 Top 12 universidades con mayor grado de conexión en la red científica (6 nacionales y 6 internacionales).

Se identificaron 12 universidades (6 ecuatorianas y 6 internacionales) con mayor grado de conexión dentro de la red de colaboración científica (Figura 5). Las instituciones ecuatorianas se representan con nodos cuadrados verdes, las internacionales con nodos circulares azules y la Universidad Católica de Cuenca con un cuadrado rojo. El tamaño de los nodos refleja el número de conexiones de cada universidad, de modo que los más grandes corresponden a aquellas con mayor participación. Las aristas grises vinculan a dos universidades que han compartido publicaciones, su grosor indica la intensidad de la colaboración y los números sobre ellas muestran la cantidad exacta de artículos en conjunto. Entre las ecuatorianas, la Universidad San Francisco de Quito lidera con 217 conexiones, seguida por la Universidad de Cuenca (115), la Universidad de las Fuerzas Armadas (106), la Universidad Politécnica Salesiana (47), la Universidad Particular de Loja (47) y la Universidad de Guayaquil (40). La Universidad Católica de Cuenca alcanza un total de 10 conexiones, distribuidas en 7 con universidades nacionales y 3 con internacionales, lo que refleja su inserción progresiva dentro de la red. En el bloque internacional, la University of Wah encabeza con 845 conexiones, seguida por la Universidade Federal do ABC (489), la Universidad NUR (450), la University of Venda (266), Brown University (265) y la University of Zürich (249), consolidándose como los actores más influyentes del sistema.

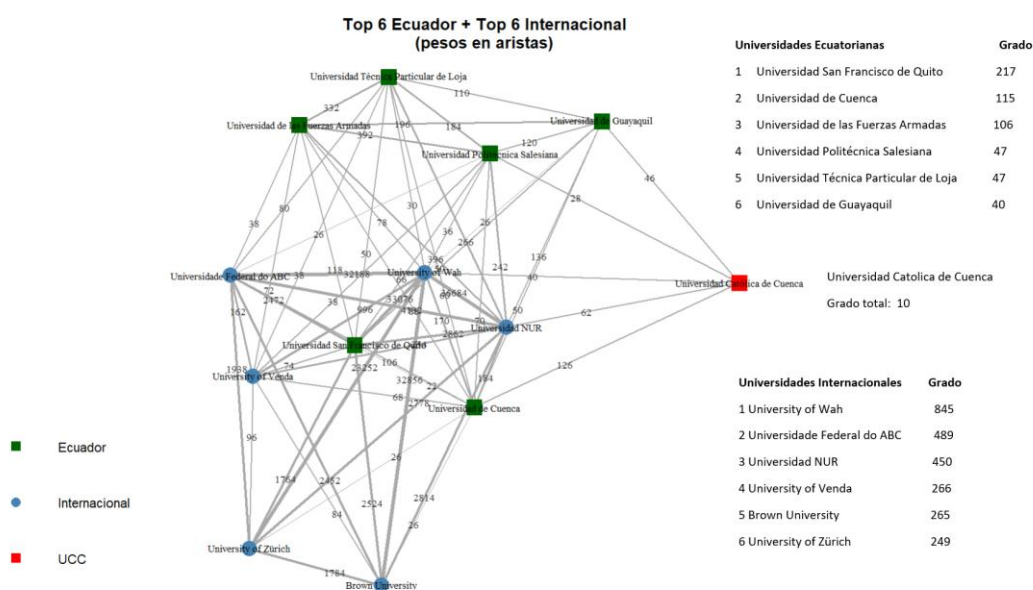


Fig. 5. Top 12 universidades con mayor grado de conexión en la red científica: 6 ecuatorianas y 6 internacionales. Lideran la Universidad San Francisco de Quito (217), la Universidad de Cuenca (115) y la ESPE (106); en lo internacional, la University of Wah (845) y la UFABC (489). La Universidad Católica de Cuenca suma 10 conexiones, mostrando una inserción progresiva.

4.3 Producción por universidades

4.3.1 Diez universidades ecuatorianas con mayor producción científica (1920–2024).

Se registraron las 10 universidades ecuatorianas con mayor producción científica medida en número de publicaciones (Figura 6). La Universidad San Francisco de Quito lidera con 860 artículos, seguida por la Universidad de Cuenca con 611, la Universidad Técnica del Norte con 399, la Universidad de las Fuerzas Armadas con 357 y la Universidad Técnica Particular de Loja con 323. En niveles más bajos se ubican la Universidad Estatal de Santo Domingo (306), la Universidad de Guayaquil (303), la Universidad Politécnica Salesiana (285), la Universidad Regional Amazónica Ikiam (268) y la Universidad Estatal Amazónica (266). El gráfico de barras muestra en el eje X a las universidades y en el eje Y el número de publicaciones (degree). Cada barra representa a una institución, diferenciada por colores para su identificación. El degree se interpreta como el conteo de artículos vinculados a cada universidad dentro de la red analizada; por tanto, las barras más altas corresponden a las instituciones con mayor volumen de producción científica.

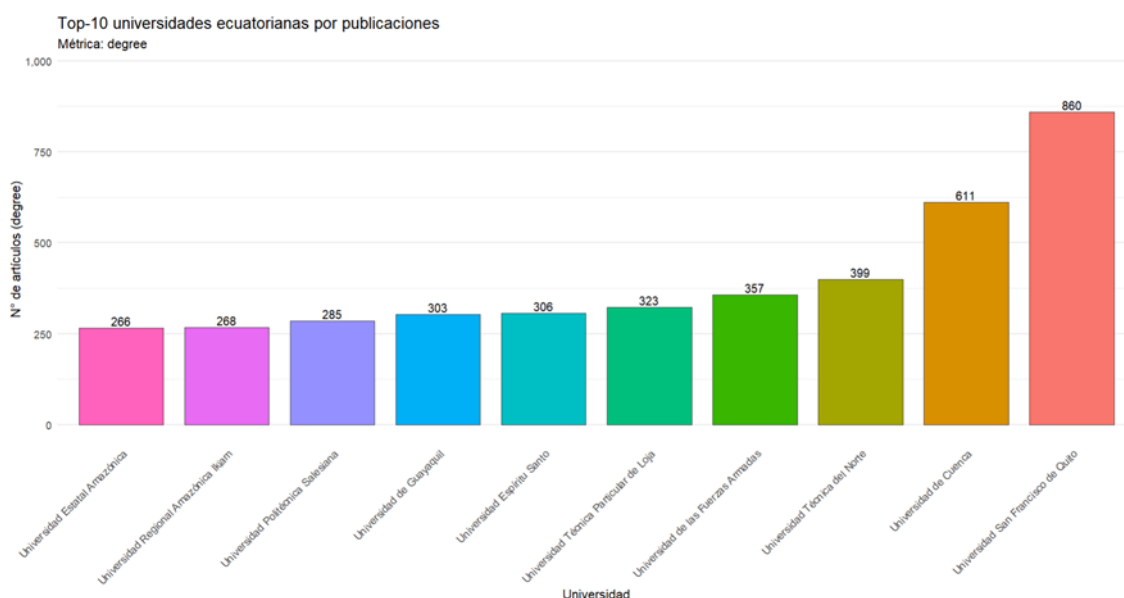


Fig. 6. Diez universidades ecuatorianas con mayor producción científica (1920–2024). Lidera la Universidad San Francisco de Quito con 860 publicaciones, seguida por la Universidad de Cuenca (611), la Universidad Técnica del Norte (399), la Universidad de las Fuerzas Armadas (357) y la Universidad Técnica Particular de Loja (323). También destacan la Universidad Estatal de Santo Domingo (306), la de Guayaquil (303), la Politécnica Salesiana (285), la Regional Amazónica Ikiam (268) y la Estatal Amazónica (266). El gráfico de barras muestra en el eje X las universidades y en el eje Y el número de publicaciones, con barras más altas representando mayor volumen de producción científica.

4.3.2 Veinte pares de universidades ecuatorianas con mayores copublicaciones (1920–2024).

Se identificaron los 20 pares de universidades ecuatorianas con mayor número de artículos compartidos en el periodo 1920–2024 (Figura 7). El vínculo más productivo corresponde a la Universidad de las Fuerzas Armadas y la Universidad Politécnica Salesiana, con 392 copublicaciones. Le siguen la Universidad de las Fuerzas Armadas y la Universidad Estatal Península de Santa Elena con 388, y la Universidad de las Fuerzas Armadas y la Universidad Técnica Particular de Loja con 332. En la (Figura 7). Cada fila representa un par de instituciones y el punto verde indica la frecuencia de artículos generados en conjunto. El gráfico muestra una marcada concentración de la colaboración nacional en unos pocos pares que superan ampliamente las 300 publicaciones, mientras que la mayoría de combinaciones registra volúmenes considerablemente menores. Este comportamiento refleja la presencia reiterada de ciertas universidades en los pares más productivos —como la Universidad de las Fuerzas Armadas, la Politécnica Salesiana o la Técnica Particular de Loja—, lo que evidencia la formación de alianzas estructurales y estables dentro del sistema científico nacional. En contraste, la mayor parte de las colaboraciones entre universidades ecuatorianas mantiene una producción más reducida, configurando una red polarizada en núcleos de alta productividad frente a vínculos periféricos de menor intensidad.



Fig. 7. Veinte pares de universidades ecuatorianas con mayor copublicaciones (1920–2024). Lidera el vínculo entre la Universidad de las Fuerzas Armadas y la Politécnica Salesiana (392 artículos), seguido por la Estatal Península de Santa Elena (388) y la Técnica Particular de Loja (332). El gráfico muestra una fuerte concentración en pocos pares recurrentes, donde destacan las mismas instituciones, evidenciando alianzas estables, mientras la mayoría de combinaciones registra colaboraciones mucho más limitadas.

4.4 Métricas de colaboración

4.4.1 Colaboración científica de 43 universidades ecuatorianas (degree y strength).

Se analizaron 43 universidades en la red de colaboración científica representada en la (Figura 8). Entre ellas, la Universidad San Francisco de Quito alcanzó 217 conexiones, la Universidad de Cuenca 115 y la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) 106, posicionándose como los principales nodos de articulación del sistema. Las barras azules muestran el degree, es decir, el número de universidades distintas con las que cada institución mantiene vínculos. La línea roja punteada con puntos corresponde al strength, que refleja el volumen total de publicaciones generadas en esas colaboraciones. Se observa que la Universidad San Francisco de Quito concentra la mayor intensidad con un total de 240.924 artículos en coautoría, mientras que la Universidad de Cuenca y la ESPE registran volúmenes considerablemente menores. En conjunto, (la Figura 8). Evidencia un sistema altamente desigual: unas pocas universidades concentran tanto la amplitud de las conexiones (degree) como la profundidad de las colaboraciones (strength), mientras que la mayoría presenta relaciones limitadas en número o magnitud.

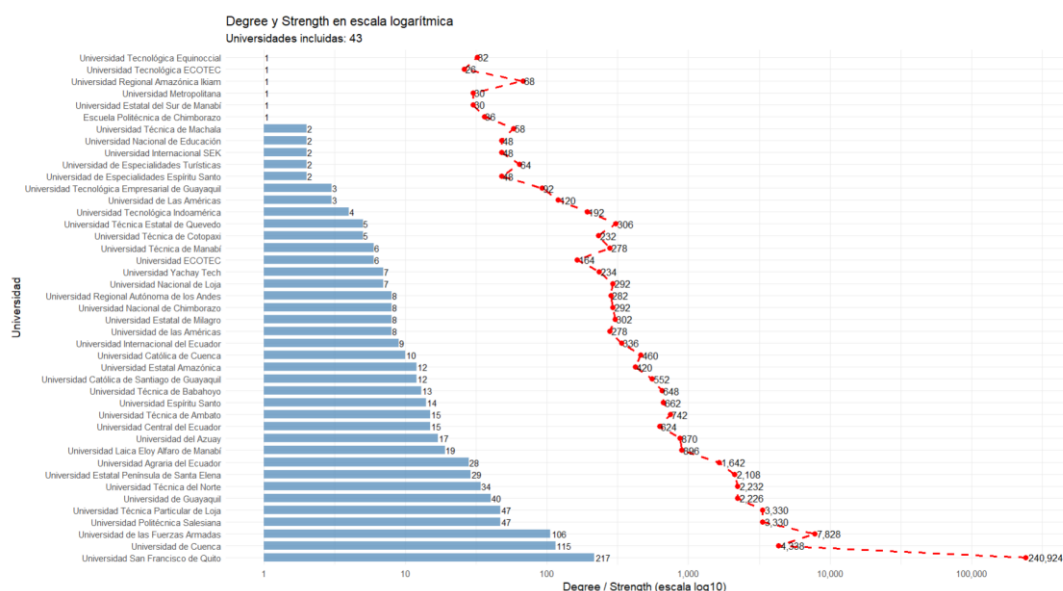


Fig. 8. Colaboración científica de 43 universidades ecuatorianas. Las barras azules muestran el degree (número de socios) y la línea roja el strength (total de copublicaciones). La Universidad San Francisco de Quito lidera con 217 conexiones y 240.924 artículos, seguida por la Universidad de Cuenca (115) y la ESPE (106). La figura evidencia un sistema desigual, donde pocas universidades concentran la mayoría de vínculos y publicaciones.

4.5 Crecimiento temporal de la publicación científica

El análisis del periodo 1920–2024 muestra que Ecuador pasó de una producción científica prácticamente nula (con apenas unos pocos artículos entre 1920 y 1989) a un crecimiento sostenido a partir de la década de 2000 (Figura 1). Desde 2016 el número de publicaciones anuales supera las 2.500, y a partir de 2019 sobrepasa las 5.000, aunque en 2024 se observa una ligera caída debido a que el año está en curso (Figura 1). Este comportamiento evidencia una expansión acelerada de la producción científica nacional en las últimas dos décadas, lo que coincide con estudios previos que reportan que desde 2011 el país concentra cerca del 85 % de su producción histórica[79].

4.5.1 Colaboración nacional

La red de universidades ecuatorianas (Figura 3) muestra que, aunque 60 instituciones participan en publicaciones conjuntas, existe una clara concentración en unas pocas. Universidades como la San Francisco de Quito (217 conexiones), la de Cuenca (115) y la ESPE (106) actúan como nodos principales, mientras la mayoría se ubica en posiciones periféricas con vínculos limitados. Además, los pares nacionales más productivos, como ESPE–UPS (392 copublicaciones) o ESPE–UPSE (388), reflejan la existencia de alianzas estables que sostienen gran parte de la producción nacional (Figura 9). Este patrón de concentración en pocas instituciones ha sido descrito también en estudios de coautoría en Ecuador[80], y refleja la misma dinámica observada en otros sistemas académicos[81].

4.5.2 Colaboración internacional

En el ámbito internacional (Figura 2 y Figura 4), Ecuador muestra una inserción creciente en la red global. Universidades nacionales se conectan activamente con instituciones extranjeras, destacando la San Francisco de Quito como principal articulador con 240.924 copublicaciones internacionales. La Universidad Católica de Cuenca, aunque con un grado menor (10 conexiones directas: 7 nacionales y 3 internacionales), refleja un proceso de inserción progresiva. En el plano global, actores como la University of Wah (845 conexiones) o la Universidade Federal do ABC (489) se posicionan como socios clave en la red de colaboración con Ecuador (Figura 14). Este comportamiento se relaciona con fenómenos de preferential attachment, donde los nodos más conectados atraen más colaboraciones[82].

4.5.3 Patrón general

El sistema ecuatoriano de publicación científica muestra un crecimiento acelerado y sostenido, pero también desigual. Un pequeño grupo de universidades concentra tanto la cobertura de conexiones (degree) como la intensidad de copublicaciones (strength), mientras la mayoría mantiene colaboraciones reducidas. en línea con lo reportado por estudios recientes sobre redes académicas ecuatorianas[83]. Nacionalmente, la red está polarizada en núcleos fuertes de producción, e internacionalmente, Ecuador ha logrado consolidar alianzas estratégicas con instituciones extranjeras que amplifican su

visibilidad y participación en la ciencia global un patrón que responde a dinámicas de acumulación en hubs descritas en la literatura internacional[84].

Ecuador ha pasado de una producción incipiente a consolidar un crecimiento notable en publicaciones nacionales e internacionales, aunque con una fuerte concentración en pocos actores que lideran la red científica tanto dentro como fuera del país.

4.6 Discusión

Mostramos que la producción científica en Ecuador aumentó de manera sostenida entre 1920 y 2024, con un crecimiento particularmente acelerado en las dos últimas décadas. Este cambio marca la transición de un sistema con aportes marginales a otro que hoy supera las cinco mil publicaciones anuales. Estudios bibliométricos previos indican que desde 2011 el país ha generado aproximadamente el 85 % de su producción acumulada, lo que confirma una etapa de expansión sostenida y una mayor visibilidad académica[85]. Resultados similares se observan en áreas específicas: la investigación en salud mostró un aumento, con 671 publicaciones en 1999–2008 frente a 2133 en 2009–2017[86], En genética, la producción pasó de 24 artículos (1978–1999) a 137 en (2010–2019)[87], reforzando la consolidación científica a nivel nacional[88].

En cuanto a la colaboración académica, los resultados muestran que la producción no se distribuye de manera uniforme, sino que se concentra en un grupo limitado de instituciones. La Universidad San Francisco de Quito, la Universidad de Cuenca y la ESPE se posicionan como los principales nodos de conexión, mientras que muchas otras universidades ocupan posiciones periféricas con vínculos esporádicos. Un patrón semejante se observa en el ámbito internacional: instituciones como la University of Wah y la Universidade Federal do ABC concentran gran parte de las copublicaciones con Ecuador. Este comportamiento coincide con estudios de redes de coautoría que evidencian fenómenos de preferential attachment, en los cuales los nodos más conectados atraen nuevas colaboraciones y refuerzan su centralidad[89]. En la región andina, Ecuador lidera con aproximadamente 82.088 coautorías, seguido de Perú con 69.777, lo que confirma su papel central en la colaboración regional [85]. Investigaciones recientes también señalan que solo unas pocas universidades concentran la mayor parte de los lazos colaborativos [90], reflejando la misma segregación académica descrita en redes globales.

De manera más amplia, observamos que la red científica ecuatoriana depende de un conjunto reducido de centros que sostienen tanto la amplitud de relaciones (degree) como la intensidad de la producción compartida (strength). Esta concentración en núcleos específicos coincide con hallazgos internacionales que demuestran cómo la capacidad científica tiende a acumularse en instituciones consolidadas y en ciudades con infraestructura robusta[91]. Incluso a escala global, la colaboración académica se mantiene condicionada por estructuras locales: los enlaces internacionales dependen en gran medida de la fortaleza de los hubs nacionales [92]. En este contexto, los convenios estratégicos y las alianzas sostenidas emergen como los motores más eficaces de la cooperación, más que un sistema homogéneo donde todas las universidades participan en igualdad de condiciones.

Finalmente, los resultados sugieren que el crecimiento de la ciencia ecuatoriana responde a dos dinámicas complementarias. Por un lado, el aumento cuantitativo de publicaciones, impulsado por políticas de internacionalización y programas de diplomacia científica como las becas Prometeo, la movilidad académica y la creación de universidades de investigación que favorecieron su inserción global[93]. Por otro, la concentración de oportunidades en un reducido grupo de universidades líderes, lo que genera visibilidad internacional, pero también reproduce asimetrías internas. Este patrón se inscribe en un panorama más amplio de América Latina, donde la producción científica creció un 29 % en el área biomédica entre 2015 y 2019 [94], evidenciando una tendencia regional de expansión. Sin embargo, persisten desafíos estructurales vinculados a la inestabilidad política y a la falta de diversificación, lo que evidencia la necesidad de promover mayor equidad institucional y ampliar la base de participación dentro del sistema científico nacional[95].

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Resumen de hallazgos

En este estudio mostramos que la producción científica en Ecuador entre 1920 y 2024 ha seguido una trayectoria de crecimiento constante, con un aumento especialmente acelerado en las dos últimas décadas. Desde 2011 se observa un punto de inflexión en el que la actividad académica pasó de ser marginal a superar las cinco mil publicaciones anuales a partir de 2019. Aunque durante gran parte del siglo XX la contribución fue limitada, los resultados actuales evidencian la transición hacia un sistema en consolidación, donde cerca del 85 % de la producción histórica se concentra en los últimos trece años[96].

La red de colaboración revela que Ecuador participa activamente en la cooperación internacional. Se registraron 60 universidades nacionales enlazadas con más de 2500 extranjeras, generando más de 21 mil vínculos. La Universidad San Francisco de Quito se configura como el nodo central de esta red, con más de 217 conexiones y alrededor de 240 mil copublicaciones, mientras que la Universidad de Cuenca y la ESPE cumplen roles secundarios de articulación. No obstante, gran parte de las instituciones ecuatorianas permanecen en posiciones periféricas, con colaboraciones limitadas[97].

En el ámbito interno destacan alianzas estables, como las de la ESPE con la UPS o la UPSE, que acumulan centenares de artículos en conjunto. Este patrón refleja un sistema académico desigual, donde pocos actores concentran la mayor parte de la producción, mientras que la mayoría mantiene una participación reducida. A nivel internacional, Ecuador ha tejido vínculos estratégicos con universidades de alta centralidad, como la University of Wah y la Universidade Federal do ABC, que fortalecen su integración en la red global. La Universidad Católica de Cuenca, aunque con un número menor de conexiones (10 en total), representa un proceso progresivo de inserción tanto en el plano nacional como en el internacional[98].

En conjunto, la trayectoria de Ecuador refleja el paso de la marginalidad a la visibilidad académica global. Sin embargo, esta transformación está marcada por una fuerte concentración en un reducido grupo de universidades líderes. Esto subraya la necesidad de promover mayor equidad institucional y ampliar la participación de las universidades periféricas, con el fin de consolidar un ecosistema científico más equilibrado y sostenible en el tiempo[99].

5.2. Implicaciones para la política científica en Ecuador

En este estudio evidenciamos que la producción científica de Ecuador ha alcanzado una mayor visibilidad internacional, impulsada por el crecimiento sostenido de las últimas décadas y por la consolidación de vínculos con universidades de alto prestigio en Europa y Norteamérica. Si bien estas alianzas han fortalecido la presencia del país en la red global, también ponen de manifiesto una dependencia de pocos socios estratégicos y una concentración de la producción en un grupo reducido de instituciones nacionales[100].

Aunque la cooperación con Europa y Norteamérica ha permitido acceder a redes consolidadas de conocimiento, los vínculos con Asia y con otros países latinoamericanos todavía son incipientes. Este desequilibrio muestra que la política científica ecuatoriana debería orientarse hacia la diversificación geográfica de sus colaboraciones, fomentando tanto acuerdos multilaterales con Asia como un mayor impulso a la cooperación sur-sur en América Latina. Dichas acciones permitirían reducir la dependencia de pocos polos y ampliar las oportunidades de internacionalización[101].

En el ámbito interno, las alianzas recurrentes entre universidades líderes como la ESPE, la UPS y la UPSE reflejan un sistema académico polarizado. Aunque estas conexiones sostienen gran parte de la producción nacional, dejan en posiciones periféricas a muchas instituciones con menor visibilidad. Por ello, resulta necesario implementar mecanismos de política pública que promuevan mayor equidad, mediante incentivos y programas de cooperación que integren a universidades regionales, especialmente aquellas situadas en la Amazonía y la Costa[102].

Concluimos que la trayectoria ecuatoriana en la ciencia global muestra un rápido paso de la marginalidad a la visibilidad, pero aún enfrenta el reto de construir un sistema más inclusivo y sostenible. Para ello, será esencial combinar estrategias de internacionalización con políticas de cohesión interna, impulsando la movilidad académica, el desarrollo doctoral y el financiamiento estable, con el fin de fortalecer un ecosistema científico capaz de incidir en la generación de conocimiento a escala global[103].

5.3. Limitaciones del estudio

Este estudio también tiene ciertas limitaciones que es importante tener en cuenta. Para empezar, el análisis se enfocó únicamente en universidades. Eso quiere decir que no se

consideraron facultades, hospitales, centros de investigación u otras instituciones que también generan conocimiento, pero que no eran parte del objetivo central. Después de la limpieza de datos, solo se lograron identificar 60 universidades ecuatorianas únicas que entraron en el análisis, mientras que muchas otras quedaron fuera porque no cumplían los criterios establecidos[104].

En cuanto al alcance geográfico, el trabajo se centró en ver cómo Ecuador colabora con grandes regiones del mundo, como Europa, Asia y Norteamérica. Esto permitió mostrar un panorama general de las conexiones internacionales, pero no profundizó en el detalle de cada país o en relaciones más específicas[105].

Otro punto clave fue la normalización de los nombres de las universidades. A pesar de aplicar procesos de revisión y unificación, siempre existen riesgos: algunos nombres aparecen con variaciones ortográficas, otros han cambiado a lo largo del tiempo y algunos registros estaban incompletos. Eso generó un margen de error del 4,12 %, equivalente a poco más de siete mil datos que no pudieron ser incluidos. Estas limitaciones no cambian las tendencias generales, pero sí pueden afectar la exactitud en casos puntuales[106].

En resumen, este estudio ofrece una visión clara y representativa del avance de la ciencia en Ecuador y de su colaboración internacional. Sin embargo, no logra reflejar al cien por ciento todas las dinámicas que ocurren dentro del sistema universitario, por lo que los resultados deben interpretarse con cierta cautela[106].

5.4. Recomendaciones para futuras investigaciones

A partir de lo realizado en este estudio, surgen varias ideas que pueden servir para enriquecer trabajos futuros. En primer lugar, sería importante no limitarse únicamente a universidades, sino también considerar otro tipo de instituciones que aparecieron en los datos, incluso aquellas que quedaron clasificadas como “NA”. Esto permitiría tener una visión más amplia y real de quiénes participan en la producción científica[107].

También resultaría valioso analizar la calidad de las publicaciones, tomando en cuenta el cuartil en el que se encuentran las revistas. De esa forma se podría conocer si la colaboración se concentra en artículos de alto impacto o si está distribuida en distintos niveles[108].

Otro aspecto a profundizar es el financiamiento. Saber cuántos artículos provienen de proyectos financiados y detallar las fuentes de esos recursos daría pistas claras sobre qué programas o iniciativas están sosteniendo la producción científica en Ecuador. Esto ayudaría a comprender mejor cómo se construyen las colaboraciones y qué factores las hacen más sólidas o sostenibles[109].

En conjunto, estas recomendaciones apuntan a seguir ampliando la mirada sobre la ciencia en el país, no solo midiendo la cantidad de publicaciones y conexiones, sino también entendiendo su calidad, sus apoyos y la diversidad de actores que participan en la construcción del conocimiento[110].

REFERENCIAS

- [1] J. A. Castillo y M. A. Powell, «Análisis de la producción científica del Ecuador e impacto de la colaboración internacional en el periodo 2006-2015», *Rev. Esp. Doc. Científica*, vol. 42, n.º 1, Art. n.º 1, mar. 2019, doi: 10.3989/redc.2019.1.1567.
- [2] «Investigación científica en el Ecuador: un análisis de los últimos 100 años». Accedido: 11 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://noticias.usfq.edu.ec/2021/12/investigacion-cientifica-en-el-ecuador.html>
- [3] «Bases de datos Web Of Science | Recursos Científicos». Accedido: 11 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.recursoscientificos.fecyt.es/licencias/productos-contratados/wos>
- [4] «Búsqueda de Scopus | Elsevier», www.elsevier.com. Accedido: 11 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.elsevier.com/es-es/products/scopus/search>
- [5] J. A. Castillo y M. A. Powell, «Análisis de la producción científica del Ecuador e impacto de la colaboración internacional en el periodo 2006-2015», *Rev. Esp. Doc. Científica*, vol. 42, n.º 1, Art. n.º 1, mar. 2019, doi: 10.3989/redc.2019.1.1567.
- [6] S. M. Iman Zambrano, E. M. Quindemil Torrijo, y E. I. Chaparro Martínez, «Producción científica de las universidades públicas ecuatorianas según Scopus, en el período 2012-2017», *RECUS Rev. Electrónica Coop. Univ. Soc. ISSN 2528-8075*, vol. 6, n.º 1, p. 7, abr. 2021, doi: 10.33936/recus.v6i1.2833.
- [7] A. del P. Amaya Beltran, «Senescyt – Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación – Ser Bachiller, Becas, Investigación, Innovación Ecuador». Accedido: 11 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://oa.upm.es/62698/1/TFM_ANDREA_DEL_PILAR_AMAYA_BELTRAN.pdf?utm_source=chatgpt.com
- [8] A. Suárez, A. Terán, y G. Solórzano, «Medidas y políticas gubernamentales para promover la investigación y el desarrollo tecnológico en el Ecuador», [En línea]. Disponible en: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2946/1/5077.pdf?utm_source=chatgpt.com
- [9] «INICIO - Caces». Accedido: 11 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.caces.gob.ec/>
- [10] «CES – Consejo de Educación Superior». Accedido: 11 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ces.gob.ec/>
- [11] L. Ecuador, «¿Qué es la SENESCYT?», *Larm Ecuador*. Accedido: 11 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.larmecuador.com/post/que-es-la-senescyt>

- [12] Latina Noticias, *Dos docentes de la Universidad César Vallejo involucrados en publicaciones científicas bambas*, (5 de noviembre de 2023). Accedido: 11 de diciembre de 2024. [En línea Video]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=j78E0zKb6WY>
- [13] M. T. Vicente-Herrero, Á.-A. López-González, M. V. Ramírez Iñiguez De La Torre, L. M. Capdevila García, M. J. Terradillos García, y E. Aguilar Jiménez, «Fundamentos del análisis bibliométrico y su aplicación al campo de la salud laboral», *Arch. Prev. Riesgos Laborales*, vol. 17, n.º 3, pp. 154-155, jul. 2014, doi: 10.12961/aprl.2014.17.3.04.
- [14] A. Bird, «Thomas Kuhn», ago. 2004, Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://plato.stanford.edu/entries/thomas-kuhn/?utm_source=chatgpt.com
- [15] M. Bunge, «La ciencia. Su método y su filosofía».
- [16] L. Bornmann, R. Haunschild, y L. Leydesdorff, «Reference publication year spectroscopy (RPYS) of Eugene Garfield's publications», *Scientometrics*, vol. 114, n.º 2, pp. 439-448, 2018, doi: 10.1007/s11192-017-2608-3.
- [17] R. K. Merton, *The Sociology of Science: Investigaciones teóricas y empíricas*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1979. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/S/bo28451565.html>
- [18] L. Egghe y R. Rousseau, *Introduction to Informetrics. Quantitative Methods in Library, Documentation and Information Science*. Elsevier Science Publishers, 1990. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://documentserver.uhasselt.be/handle/1942/587>
- [19] «PDF». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://download.e-bookshelf.de/download/0000/0034/16/L-G-0000003416-0002333367.pdf?utm_source=chatgpt.com
- [20] «The Challenge of Scientometrics: The Development, Measurement, and Self-Organization of Scientific Communications, pp. 1-25», ResearchGate. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/254750334_The_Challenge_of_Scientometrics_The_Development_Measurement_and_Self-Organization_of_Scientific_Communications_pp_1-25
- [21] O. Ellegaard y J. A. Wallin, «The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact?», *Scientometrics*, vol. 105, n.º 3, pp. 1809-1831, 2015, doi: 10.1007/s11192-015-1645-z.

- [22] A. L. Barabasi, H. Jeong, Z. Neda, E. Ravasz, A. Schubert, y T. Vicsek, «Evolution of the social network of scientific collaborations», *Phys. Stat. Mech. Its Appl.*, vol. 311, n.º 3-4, pp. 590-614, ago. 2002, doi: 10.1016/S0378-4371(02)00736-7.
- [23] L. Bornmann y H. Daniel, «What do citation counts measure? A review of studies on citing behavior», *J. Doc.*, vol. 64, n.º 1, pp. 45-80, ene. 2008, doi: 10.1108/00220410810844150.
- [24] C. W. Belter, «Bibliometric indicators: opportunities and limits», *J. Med. Libr. Assoc. JMLA*, vol. 103, n.º 4, pp. 219-221, oct. 2015, doi: 10.3163/1536-5050.103.4.014.
- [25] «Citation Data As Science Indicators by E. Garfield, M. V. Malin, H. Small. Reprinted from: *Toward a Metric of Science: The Advent of Science Indicators*. Eds. Y. Elkana, J. Lederberg, R.K. Merton, A. Thackray and H. Zuckerman, J. Wiley & Sons, NY. 1978». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://garfield.library.upenn.edu/essays/v6p580y1983.pdf?utm_source=chatgpt.com
- [26] «PDF». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://dlib.scu.ac.ir/bitstream/Hannan/325362/2/9781402037139.pdf?utm_source=chatgpt.com
- [27] L. Egghe y R. Rousseau, *Introduction to Informetrics. Quantitative Methods in Library, Documentation and Information Science*. Elsevier Science Publishers, 1990. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://documentserver.uhasselt.be//handle/1942/587>
- [28] J. E. Hirsch, «An index to quantify an individual's scientific research output», *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 102, n.º 46, pp. 16569-16572, nov. 2005, doi: 10.1073/pnas.0507655102.
- [29] Ef. Garfield, «Citation Analysis as a Tool in Journal Evaluation».
- [30] M. Albornoz, «Política Científica y Tecnológica Una visión desde América Latina».
- [31] «Análisis de la producción científica del Ecuador e impacto de la colaboración internacional en el periodo 2006-2015», ResearchGate. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/331532593_Analisis_de_la_produccion_cientifica_del_Ecuador_e_impacto_de_la_colaboracion_internacional_en_el_periodo_2006-2015
- [32] «Análisis de la producción científica del Ecuador e impacto de la colaboración internacional en el periodo 2006-2015», ResearchGate. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/331532593_Analisis_de_la_produccion_cienti

fica_del_Ecuador_e_impacto_de_la_colaboracion_internacional_en_el_periodo_2006-2015

[33] «Revista CTS – Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.revistacts.net/?utm_source=chatgpt.com

[34] M. Bunge, «La ciencia. Su método y su filosofía».

[35] «UDLA | Educación Superior de calidad en Quito, Ecuador | UDLA», UDLA - Universidad de las Américas. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.udla.edu.ec/>

[36] «FACT SHEET_CAMBIOS LINK_PDF». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.uiw.edu/studyabroad/_docs/fact-sheet-uide.pdf?utm_source=chatgpt.com

[37] «Informe de Sostenibilidad 2022 - 2023».

[38] «memoria_sostenibilidad.pdf». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://utpl.edu.ec/documentos/rendicioncuentas/2025/memoria_sostenibilidad.pdf?utm_source=chatgpt.com

[39] M. E. J. Newman, «The structure and function of complex networks», *SIAM Rev.*, vol. 45, n.º 2, pp. 167-256, ene. 2003, doi: 10.1137/S003614450342480.

[40] R. Albert y A.-L. Barabasi, «Statistical mechanics of complex networks», *Rev. Mod. Phys.*, vol. 74, n.º 1, pp. 47-97, ene. 2002, doi: 10.1103/RevModPhys.74.47.

[41] M. E. J. Newman, «The structure and function of complex networks», *SIAM Rev.*, vol. 45, n.º 2, pp. 167-256, ene. 2003, doi: 10.1137/S003614450342480.

[42] M. E. J. Newman, «The structure and function of complex networks», *SIAM Rev.*, vol. 45, n.º 2, pp. 167-256, ene. 2003, doi: 10.1137/S003614450342480.

[43] M. E. J. Newman, «The structure and function of complex networks», *SIAM Rev.*, vol. 45, n.º 2, pp. 167-256, ene. 2003, doi: 10.1137/S003614450342480.

[44] R. Arencibia-Jorge, R. L. Vega-Almeida, y H. Carrillo-Calvet, «Evolución y alcance multidisciplinar de tres técnicas de análisis bibliométrico», *Palabra Clave Plata*, vol. 10, n.º 1, pp. e102-e102, oct. 2020, doi: 10.24215/18539912e102.

[45] «Bibliometrics and Research Evaluation: Uses and Abuses», ResearchGate. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330299044_Bibliometrics_and_Research_Evaluation_Uses_and_Abuses

[46] «Bibliometrics and Research Evaluation: Uses and Abuses», ResearchGate. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330299044_Bibliometrics_and_Research_Evaluation_Uses_and_Abuses

[47] A. García Hernández, «Las redes de colaboración científica y su efecto en la productividad. Un análisis bibliométrico», *Investig. Bibl.*, vol. 27, n.º 59, pp. 159-175, abr. 2013, Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-358X2013000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es

[48] D. Torres-Salinas, «Análisis de la Colaboración Científica en el marco de la Bibliometría Evaluativa», feb. 2024, doi: 10.5281/zenodo.10686895.

[49] G. G. Alcaide y J. G. Ferri, «La colaboración científica: principales líneas de investigación y retos de futuro», *Rev. Esp. Doc. Científica*, vol. 37, n.º 4, pp. e062-e062, dic. 2014, doi: 10.3989/redc.2014.4.1186.

[50] «Redes sociales en bibliotecas. Un análisis bibliométrico en el ámbito iberoamericano», ResearchGate. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/370708026_Redес_sociales_en_bibliotecas_Un_analisis_bibliometrico_en_el_ambito_iberamericano

[51] M. I. del Cura González, «Redes temáticas de investigación cooperativa y Atención Primaria: encrucijada de la política científica en el Sistema Nacional de Salud», *Rev. Clínica Med. Fam.*, vol. 15, n.º 1, pp. 10-11, 2022, Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1699-695X2022000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es

[52] «Redes académicas-científicas y cooperación internacional universitaria», ResearchGate. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/333411188_Redес_academicas-cientificas_y_cooperacion_internacional_universitaria

[53] M. I. del Cura González, «Redes temáticas de investigación cooperativa y Atención Primaria: encrucijada de la política científica en el Sistema Nacional de Salud», *Rev. Clínica Med. Fam.*, vol. 15, n.º 1, pp. 10-11, 2022, Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1699-695X2022000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es

[54] G. G. Alcaide y J. G. Ferri, «La colaboración científica: principales líneas de investigación y retos de futuro», *Rev. Esp. Doc. Científica*, vol. 37, n.º 4, pp. e062-e062, dic. 2014, doi: 10.3989/redc.2014.4.1186.

- [55] A. Rodríguez-Estrada, «Las redes de citación como elemento de construcción del campo científico: análisis de la comunicación política en México», *Palabra Clave*, vol. 21, n.º 3, pp. 641-672, jun. 2018, Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://palabraclave.unisabana.edu.co/index.php/palabraclave/article/view/7882>
- [56] L. A. López-Fraile, E. Jiménez-García, y M. Á. Alonso Guisande, «Análisis de citación, co-citación y co-palabras de los medios de comunicación pública y ecosistema digital», *Rev. Lat. Comun. Soc.*, n.º 82, pp. 22-45, jun. 2023, doi: 10.4185/rlds-2024-1979.
- [57] N. J. van Eck y L. Waltman, «CitNetExplorer: A new software tool for analyzing and visualizing citation networks», *J. Informetr.*, vol. 8, n.º 4, pp. 802-823, oct. 2014, doi: 10.1016/j.joi.2014.07.006.
- [58] O. Gregorio-Chaviano, R. Repiso, A. Calderón-Rehecho, J. León-Marín, y E. Jiménez-Contreras, «Dialnet Métricas como herramienta de evaluación bibliométrica: aportes al análisis de la actividad científica en Ciencias Sociales y Humanidades», *Prof. Inf.*, vol. 30, n.º 3, jun. 2021, doi: 10.3145/epi.2021.may.18.
- [59] O. Gregorio-Chaviano, R. Repiso, A. Calderón-Rehecho, J. León-Marín, y E. Jiménez-Contreras, «Dialnet Métricas como herramienta de evaluación bibliométrica: aportes al análisis de la actividad científica en Ciencias Sociales y Humanidades», *Prof. Inf.*, vol. 30, n.º 3, jun. 2021, doi: 10.3145/epi.2021.may.18.
- [60] J. Baas, M. Schotten, A. Plume, G. Côté, y R. Karimi, «Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies», *Quant. Sci. Stud.*, vol. 1, n.º 1, pp. 377-386, feb. 2020, doi: 10.1162/qss_a_00019.
- [61] J. Baas, M. Schotten, A. Plume, G. Côté, y R. Karimi, «Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies», *Quant. Sci. Stud.*, vol. 1, n.º 1, pp. 377-386, feb. 2020, doi: 10.1162/qss_a_00019.
- [62] Edward Javier Ordóñez, «Análisis bibliométrico del campo del trabajo social: una mirada a partir de la producción científica en revistas de impacto internacional». [En línea]. Disponible en: • arXivWikipedia+5Revistas Editorial Bonaventuriana+5Revistas UNA+5
- [63] «Análisis bibliométrico de la producción científica de las universidades estatales de Costa Rica indexadas en Scopus, 2011-2019: una aplicación con el paquete de lenguaje R “Bibliometrix” | Bibliotecas». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/bibliotecas/article/view/16627?utm_source=chatgpt.com
- [64] S. S. León y N. R. Ramos, «Análisis bibliométrico de la producción científica de las universidades estatales de Costa Rica indexadas en Scopus, 2011-2019: una aplicación

con el paquete de lenguaje R “Bibliometrix”», *Bibliotecas*, vol. 40, n.º 1, pp. 1-25, ene. 2022, doi: 10.15359/rb.40-1.1.

[65] «Indagación, modelización y pensamiento computacional: Un análisis bibliométrico con el uso de Bibliometrix a través de Biblioshiny | Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/10036?utm_source=chatgpt.com

[66] A. Ganchuk, V. Derbentsev, y V. Soloviev, «Multifractal Properties of the Ukraine Stock Market», 1 de agosto de 2006, *arXiv*: arXiv:physics/0608009. doi: 10.48550/arXiv.physics/0608009.

[67] «dplyr: A Grammar of Data Manipulation». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/dplyr/dplyr.pdf>

[68] «dplyr: A Grammar of Data Manipulation». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/dplyr/dplyr.pdf>

[69] L. Waltman, N. J. van Eck, y E. C. M. Noyons, «A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks», 5 de junio de 2010, *arXiv*: arXiv:1006.1032. doi: 10.48550/arXiv.1006.1032.

[70] T. L. Pedersen, «tidygraph: A Tidy API for Graph Manipulation». p. 1.3.1, 7 de julio de 2017. doi: 10.32614/CRAN.package.tidygraph.

[71] M. E. J. Newman, «The structure and function of complex networks», *SIAM Rev.*, vol. 45, n.º 2, pp. 167-256, ene. 2003, doi: 10.1137/S003614450342480.

[72] V. D. Blondel, J.-L. Guillaume, R. Lambiotte, y E. Lefebvre, «Fast unfolding of communities in large networks», *J. Stat. Mech. Theory Exp.*, vol. 2008, n.º 10, p. P10008, oct. 2008, doi: 10.1088/1742-5468/2008/10/P10008.

[73] A. L. Barabasi, H. Jeong, Z. Neda, E. Ravasz, A. Schubert, y T. Vicsek, «Evolution of the social network of scientific collaborations», *Phys. Stat. Mech. Its Appl.*, vol. 311, n.º 3-4, pp. 590-614, ago. 2002, doi: 10.1016/S0378-4371(02)00736-7.

[74] L. Leydesdorff, *The Challenge of Scientometrics: The Development, Measurement, and Self-Organization of Scientific Communications*. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/161516/The_Challenge_of_Scientometrics_The_Development_Measurement_and_Self_Organization_of_Scientific_Communications

[75] «Research Organization Registry (ROR)», Research Organization Registry (ROR). Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://ror.org/>

- [76] «PDF». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://download.e-bookshelf.de/download/0000/0034/16/L-G-0000003416-0002333367.pdf?utm_source=chatgpt.com
- [77] «fullrefman.pdf». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/fullrefman.pdf>
- [78] «dplyr: A Grammar of Data Manipulation». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/dplyr/dplyr.pdf>
- [79] J. A. Castillo y M. A. Powell, «Research Productivity and International Collaboration: A Study of Ecuadorian Science», *J. Hisp. High. Educ.*, vol. 19, n.º 4, pp. 369-387, oct. 2020.
- [80] G. Herrera-Franco, N. Montalván-Burbano, C. Mora-Frank, y Lady Bravo-Montero, «Scientific Research in Ecuador: A Bibliometric Analysis», *Publications*, vol. 9, n.º 4, p. 55, dic. 2021, doi: 10.3390/publications9040055.
- [81] D. A. Peralta Gamboa, P. Álvarez-Muñoz, F. E. Pacheco-Olea, y A. M. Aviles Valenzuela, «Multivariate dynamics of Ecuadorian public universities and their research trends, according to Web of Science (pre-COVID period)», *Quant. Sci. Stud.*, vol. 6, pp. 1-21, ene. 2025, doi: 10.1162/qss_a_00336.
- [82] «PDF». Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://download.e-bookshelf.de/download/0000/0034/16/L-G-0000003416-0002333367.pdf?utm_source=chatgpt.com
- [83] «Análisis de la producción científica del Ecuador e impacto de la colaboración internacional en el periodo 2006-2015», ResearchGate. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/331532593_Analisis_de_la_produccion_cientifica_del_Ecuador_e_impacto_de_la_colaboracion_internacional_en_el_periodo_2006-2015
- [84] A. L. Barabasi, H. Jeong, Z. Neda, E. Ravasz, A. Schubert, y T. Vicsek, «Evolution of the social network of scientific collaborations», *Phys. Stat. Mech. Its Appl.*, vol. 311, n.º 3-4, pp. 590-614, ago. 2002, doi: 10.1016/S0378-4371(02)00736-7.
- [85] G. Herrera-Franco, N. Montalván-Burbano, C. Mora-Frank, y Lady Bravo-Montero, «Scientific Research in Ecuador: A Bibliometric Analysis», *Publications*, vol. 9, n.º 4, p. 55, dic. 2021, doi: 10.3390/publications9040055.
- [86] I. Sisa, A. Abad, I. Espinosa, I. Martínez-Cornejo, y P. Burbano-Santos, «A decade of Ecuador's efforts to raise its health research output: a bibliometric analysis», *Glob. Health Action*, vol. 14, n.º 1, p. 1855694, ene. 2021, doi: 10.1080/16549716.2020.1855694.

- [87] M. S. Zambrano-Mila, S. N. Agathos, y J. K. V. Reichardt, «Human genetics and genomics research in Ecuador: historical survey, current state, and future directions», *Hum. Genomics*, vol. 13, p. 64, dic. 2019, doi: 10.1186/s40246-019-0249-8.
- [88] G. Herrera-Franco, N. Montalván-Burbano, C. Mora-Frank, y Lady Bravo-Montero, «Scientific Research in Ecuador: A Bibliometric Analysis», *Publications*, vol. 9, n.º 4, p. 55, dic. 2021, doi: 10.3390/publications9040055.
- [89] M. E. J. Newman, «Clustering and preferential attachment in growing networks», *Phys. Rev. E*, vol. 64, n.º 2, p. 025102, jul. 2001, doi: 10.1103/PhysRevE.64.025102.
- [90] «Search and Visualization of Researcher Networks: Co-authorship in Ecuador», ResearchGate. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/374499337_Search_and_Visualization_of_Researcher_Networks_Co-authorship_in_Ecuador
- [91] A. Abbasi, L. Hossain, y L. Leydesdorff, «Betweenness Centrality as a Driver of Preferential Attachment in the Evolution of Research Collaboration Networks», 2 de febrero de 2012, *arXiv*: arXiv:1111.6804. doi: 10.48550/arXiv.1111.6804.
- [92] H. Jeong, Z. Neda, y A.-L. Barabasi, «Measuring preferential attachment for evolving networks», *Europhys. Lett. EPL*, vol. 61, n.º 4, pp. 567-572, feb. 2003, doi: 10.1209/epl/i2003-00166-9.
- [93] K. Bonilla, M. Serafim, y E. Bámaca-López, «Science Diplomacy in Ecuador: Political Discourse and Practices Between 2007 and 2017», *Front. Res. Metr. Anal.*, vol. 6, p. 656969, may 2021, doi: 10.3389/frma.2021.656969.
- [94] I. Sisa *et al.*, «One hundred years of Ecuadorian biomedical scientific output and its association with the main causes of mortality: a bibliometric study», *Front. Med.*, vol. 11, jul. 2024, doi: 10.3389/fmed.2024.1395433.
- [95] P. Álvarez-Munoz, M. Faytong-Haro, D. A. Peralta Gamboa, A. M. Aviles Valenzuela, y F. Pacheco-Olea, «Evaluating Policy Efficacy in Higher Education: A Synthetic Control Analysis of Ecuador's Higher Education Law on Research Productivity», *Publications*, vol. 12, n.º 3, p. 28, sep. 2024, doi: 10.3390/publications12030028.
- [96] «Transformations in the Ecuadorian Scientific Landscape: A Bibliometric Analysis of the Main Publications Trends and the Role of the Scientific Networks and the Public International Scholarship Program – Journal of Scientometric Research». Accedido: 9 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://jscires.org/article/423>
- [97] «Ecuador publications in the Science Citation Index Expanded: institutions, subjects, citation and collaboration patterns», ResearchGate. Accedido: 9 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/339396154_Ecuador_publications_in_the_Science_Citation_Index_Expanded_institutions_subjects_citation_and_collaboration_patterns

[98] «Scientific Research in Ecuador: A Bibliometric Analysis». Accedido: 9 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.mdpi.com/2304-6775/9/4/55?utm_source=chatgpt.com

[99] «Transformations in the Ecuadorian Scientific Landscape: A Bibliometric Analysis of the Main Publications Trends and the Role of the Scientific Networks and the Public International Scholarship Program – Journal of Scientometric Research». Accedido: 9 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://jscires.org/article/423>

[100] H. Chavez y J. Gaybor, «Transformations in the Ecuadorian Scientific Landscape: A Bibliometric Analysis of the Main Publications Trends and the Role of the Scientific Networks and the Public International Scholarship Program», *J. Scientometr. Res.*, vol. 10, n.º 1s, pp. s115-s128, jun. 2021, doi: 10.5530/jscires.10.1s.27.

[101] J. A. Castillo y M. A. Powell, «Research Productivity and International Collaboration: A Study of Ecuadorian Science», *J. Hisp. High. Educ.*, vol. 19, n.º 4, pp. 369-387, oct. 2020, doi: 10.1177/1538192718792151.

[102] L. Calahorrano *et al.*, «Ecuador publications in the Science Citation Index Expanded: institutions, subjects, citation and collaboration patterns», *Rev. Biol. Trop.*, vol. 68, n.º 1, pp. 98-107, mar. 2020, doi: 10.15517/rbt.v68i1.37466.

[103] H. Chavez y J. Gaybor, «Transformations in the Ecuadorian Scientific Landscape: A Bibliometric Analysis of the Main Publications Trends and the Role of the Scientific Networks and the Public International Scholarship Program», *J. Scientometr. Res.*, vol. 10, n.º 1s, pp. s115-s128, jun. 2021, doi: 10.5530/jscires.10.1s.27.

[104] B. Serrano-Orellana, J. G. Sotomayor-Pereira, O. G. Riofrio Orozco, L. Brito-Gaona, P. Alvarez-Muñoz, y M. Faytong-Haro, «Reshaping research in crisis: bibliometric analysis of Ecuadorian public universities during COVID-19 (2019–2021)», *Front. Educ.*, vol. 10, ago. 2025, doi: 10.3389/educ.2025.1610777.

[105] «Microsoft Word - Bibliometrics last version-final.doc». Accedido: 9 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.inasp.info/sites/default/files/2018-04/bibliometrics_latin_america_1996-2008.pdf?utm_source=chatgpt.com

[106] P. Donner, «Data inaccuracy quantification and uncertainty propagation for bibliometric indicators», *Res. Eval.*, vol. 33, p. rvae047, jul. 2024, doi: 10.1093/reseval/rvae047.

- [107] B. Serrano-Orellana, J. G. Sotomayor-Pereira, O. G. Riofrio Orozco, L. Brito-Gaona, P. Alvarez-Muñoz, y M. Faytong-Haro, «Reshaping research in crisis: bibliometric analysis of Ecuadorian public universities during COVID-19 (2019–2021)», *Front. Educ.*, vol. 10, ago. 2025, doi: 10.3389/educ.2025.1610777.
- [108] A. Cabezas-Clavijo, N. Robinson-Garcia, M. Escabias, y E. Jiménez-Contreras, «Reviewers' ratings and bibliometric indicators: hand in hand when assessing over research proposals?», *PLoS ONE*, vol. 8, n.º 6, p. e68258, jun. 2013, doi: 10.1371/journal.pone.0068258.
- [109] M. Umar y S.-U. Hassan, «Assessment of Sustainable Funding Impact by Exploiting Research Performance Indicators and Semantic Techniques», 26 de enero de 2022, *arXiv*: arXiv:2201.11232. doi: 10.48550/arXiv.2201.11232.
- [110] O. Öztürk, R. Kocaman, y D. K. Kanbach, «How to design bibliometric research: an overview and a framework proposal», *Rev. Manag. Sci.*, vol. 18, n.º 11, pp. 3333-3361, nov. 2024, doi: 10.1007/s11846-024-00738-0.

Anexos

Tablas y gráficos adicionales

Anexo 1. Como es la columna Afiliaciones en Scopus.

```
> data$Affiliations[1000]
[1] "Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, 22830 Ensenada, Baja California, Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada s/n, Mexico; Protected Resources Division, Southwest Fisheries Science Center, NOAA Fisheries, La Jolla, CA 92037, 8604 La Jolla Shores Drive, United States; Joint Institute for Marine and Atmospheric Research, University of Hawaii, Marine Sciences Building, Honolulu, HI 96822, 1000 Pope Road, United States; Environmental Research Division, Southwest Fisheries Science Center, NOAA Fisheries, Pacific Grove, CA 93950-2097, 1352 Lighthouse Avenue, United States; Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, 23000 La Paz, Baja California Sur, Colonia Playa Palo de Santa Rita, Mexico; Charles Darwin Research Station, Charles Darwin Foundation, Galápagos, Isla Santa Cruz, Ecuador; Museum of Southwestern Biology, Department of Biology, University of New Mexico, Albuquerque, NM 87131, United States; Department of Biological Sciences, California State University Los Angeles, Los Angeles, CA 90032-8201, United States"
>
```

Anexo 2. Extracción de Columnas de Afiliaciones

```
> head(data_ready)
# A tibble: 6 × 6
  university                                Title                                country university_id Year Authors
  <chr>                                     <chr>                                <chr>          <int> <dbl> <chr>
1 University of South Florida              Scaling of aristotle's lantern in sea... United...    99028    2010 Lawren...
2 University of West Florida              Scaling of aristotle's lantern in sea... United...    99225    2010 Lawren...
3 Universidad Autónoma de Baja California  Scaling of aristotle's lantern in sea... Mexico      93691    2010 Lawren...
4 University of the Ryukyus               Scaling of aristotle's lantern in sea... Japan       99341    2010 Lawren...
5 Universidad de Buenos Aires             Search for events with Leptonic jets ... Argent...   95993    2010 Abazov...
6 Universidade Do Estado Do Rio de Janeiro Search for events with Leptonic jets ... Brazil     96887    2010 Abazov...
```

Anexo 3. Extracción de Universidades solo ecuatorianas.

```
> sort(unique(data_ready$normalized_university[data_ready$country == 'Ecuador']))
[1] "Escuela Politécnica de Chimborazo"
[2] "Escuela Politécnica del Ejercito"
[3] "Escuela Politécnica Nacional"
[4] "Escuela Superior Politécnica del Litoral"
[5] "Pontificia Universidad Católica del Ecuador"
[6] "Universidad Agraria del Ecuador"
[7] "Universidad Andina Simón Bolívar"
[8] "Universidad Casa Grande"
[9] "Universidad Católica de Cuenca"
[10] "Universidad Católica de Santiago de Guayaquil"
[11] "Universidad Central del Ecuador"
[12] "Universidad de Cuenca"
[13] "Universidad de Especialidades del Espíritu Santo"
[14] "Universidad de Especialidades Turísticas"
[15] "Universidad de Guayaquil"
[16] "Universidad de las Américas"
[17] "Universidad de las Fuerzas Armadas"
[18] "Universidad de Otavalo"
```

Anexo 4. Reglas manuales para casos específicos para variantes ecuatorianas.

```

ecuator_cases <- list(
  list(pattern = "San\\s*Francisco\\s*de\\s*Quito(\\s*(sede|campus|matriz|extensi[ó]n|carrera|facultad|comisi[ó]n|posgrado).*)?$",
    replacement = "Universidad San Francisco de Quito"),
  list(pattern = "Internacional\\s+de\\s+Ecuador(\\s*(sede|campus|matriz|extensi[ó]n|carrera|facultad|comisi[ó]n|posgrado).*)?$",
    replacement = "Universidad Internacional del Ecuador"),
  list(pattern = "Universidad\\s+de\\s+Cuenca(\\s*(sede|campus|matriz|extensi[ó]n|carrera|facultad|comisi[ó]n|posgrado).*)?$",
    replacement = "Universidad de Cuenca"),
  list(pattern = "Universidad\\s+de\\s+Las\\s+Am[er]icas(\\s*(sede|campus|matriz|extensi[ó]n|carrera|facultad|comisi[ó]n|posgrado).*)?$",
    replacement = "Universidad de Las Américas"),
  list(pattern = "Universidad\\s+N(acional|acional)\\s+de\\s+Loja(\\s*(sede|campus|matriz|extensi[ó]n|carrera|facultad|comisi[ó]n|posgrado).*)",
    replacement = "Universidad Nacional de Loja"),
  list(pattern = "Universidad(e)?\\s+Andina\\s+Sim[on]\\s+Bol[ivi]var(,?\\s*(sede|campus|matriz|extensi[ó]n|carrera|facu",
    replacement = "Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador"),
  list(pattern = "Central\\s+de\\s+Ecuador|Central\\s+University(\\s+of\\s+Ecuador)?(\\s*(sede|campus|matriz|extensi[ó]n|carrera|facultad|comi",
    replacement = "Universidad Central del Ecuador"),
  list(pattern = "Tecnol[og]ica\\s+Equinoccial(\\s*(sede|campus|matriz|extensi[ó]n|carrera|facultad|comisi[ó]n|posgrado).*)?$",
    replacement = "Universidad Tecnológica Equinoccial"),
  list(pattern = "T[e]cnica\\s+Particular\\s+de\\s+Loja(\\s*(sede|campus|matriz|extensi[ó]n|carrera|facultad|comisi[ó]n|posgrado).*)?$",
    replacement = "Universidad Técnica Particular de Loja"),
  list(pattern = "Universidad\\s+de\\s+Guayaquil(\\s*(sede|campus|matriz|extensi[ó]n|carrera|facultad|comisi[ó]n|posgrado).*)?$",
    replacement = "Universidad de Guayaquil"),
  list(pattern = "T[e]cnica\\s+de\\s+Machala(\\s*(sede|campus|matriz|extensi[ó]n|carrera|facultad|comisi[ó]n|posgrado).*)?$",
    replacement = "Universidad Técnica de Machala"),
  list(pattern = "de\\s+Azuay(\\s*(sede|campus|matriz|extensi[ó]n|carrera|facultad|comisi[ó]n|posgrado).*)?$",

```

Anexo 5. Reglas manuales para casos específicos para variantes internacionales.

```

global_cases <- list(
  list(pattern = "Aalborg\\s+University", country = "", replacement = "Aalborg University"),
  list(pattern = "Aarhus\\s+University", country = "", replacement = "Aarhus University"),
  list(pattern = "Abo\\s+Akademi\\s+University", country = "", replacement = "Abo Akademi University"),
  list(pattern = "Addis\\s+Ababa\\s+University", country = "", replacement = "Addis Ababa University"),
  list(pattern = "Aichi\\s+Prefectura\\s+University", country = "", replacement = "Aichi Prefectural University"),
  list(pattern = "Al-Farabi\\s+Kazakh\\s+National\\s+University", country = "", replacement = "Al-Farabi Kazakh National University"),
  list(pattern = "Armstrong\\s+Atlantic\\s+State\\s+University", country = "", replacement = "Armstrong Atlantic State University"),
  list(pattern = "Atlántico\\s+Medio\\s+University", country = "", replacement = "Atlantic University"),
  list(pattern = "Ball\\s+State\\s+University", country = "", replacement = "Ball State University"),
  list(pattern = "Bar\\s+Ilan\\s+University", country = "", replacement = "Bar-Ilan University"),
  list(pattern = "Baylor\\s+University", country = "", replacement = "Baylor University"),
  list(pattern = "Bond\\s+University", country = "", replacement = "Bond University"),
  list(pattern = "Boston\\s+University", country = "", replacement = "Boston University"),
  list(pattern = "Bradley\\s+University", country = "", replacement = "Bradley University"),
  list(pattern = "Brown\\s+University", country = "", replacement = "Brown University"),
  list(pattern = "CETYS\\s+Universidad", country = "", replacement = "CETYS Universidad"),
  list(pattern = "Central\\s+China\\s+Normal\\s+University", country = "", replacement = "Central China Normal University"),
  list(pattern = "Chapman\\s+University", country = "", replacement = "Chapman University"),
  list(pattern = "Charles\\s+University", country = "", replacement = "Charles Sturt University"),
  list(pattern = "Chonnam\\s+National\\s+University", country = "", replacement = "Chonnam National University"),
  list(pattern = "Chulalongkorn\\s+University", country = "", replacement = "Chulalongkorn University"),
  list(pattern = "Clemson\\s+University", country = "", replacement = "Clemson University"),
  list(pattern = "Columbia\\s+University", country = "", replacement = "Columbia University"),
  list(pattern = "De\\s+Sales\\s+University", country = "", replacement = "De La Salle University"),

```

Anexo 6. Normalización de Universidades

```

# Use print() to see more rows
> head(data_ready1)
# A tibble: 6 x 7
  university      Title country university_id Year Authors normalized_university
  <chr>          <chr>    <chr>    <int> <dbl> <chr>    <chr>
1 University of South Florida Scaling of aristotle's la... United... 99028 2010 Lawren... University of Wah
2 University of West Florida Scaling of aristotle's la... United... 99225 2010 Lawren... University of West F...
3 Universidad Autónoma de Baja California Scaling of aristotle's la... Mexico 93691 2010 Lawren... Universidad NUR
4 University of the Ryukyus Scaling of aristotle's la... Japan 99341 2010 Lawren... University of the Ry...
5 Universidad de Buenos Aires Search for events with Le... Argent... 95993 2010 Abazov... Universidad de Bueno...
6 Universidade Do Estado Do Rio de Janeiro Search for events with Le... Brazil 96887 2010 Abazov... Universidade do Esta...

```

Anexo 7. Creación de Matriz Adyacente

	Univ. A	Univ. B	Univ. C
Univ. A	0	2	1
Univ. B	2	0	4
Univ. C	1	4	0

Filas = universidad origen

Columnas = universidad destino

Valores = frecuencia de colaboración

Anexo 8. Matriz Adyacente en formato largo

Matriz formato largo

from	Univ. A	Univ. B	Univ. C
Univ. A	0	2	1
Univ. B	2	0	4
Univ. C	1	4	0

Anexo 9. Matriz con Origen - Destino con frecuencias mayores a (0).

```
> print(matriz_larga_filtrada)
# A tibble: 35,628 × 3
  from          to          freq
  <chr>        <chr>        <dbl>
1 2nd Military Medical University University of Wah 16
2 Aarhus University Al-Aqsa University 11
3 Aarhus University Brown University 11
4 Aarhus University Dalhousie University 11
5 Aarhus University Emory University 13
6 Aarhus University IT University of Copenhagen 11
7 Aarhus University Kyushu University 14
8 Aarhus University London Business School 15
9 Aarhus University North South University 11
10 Aarhus University Simon Fraser University 11
# i 35,618 more rows
# i Use `print(n = ...)` to see more rows
```

Anexo 10. Degree y Strength de Ecuador

university	country	degree	strength
Universidad San Francisco de Quito	Ecuador	860	243732
Universidad de Cuenca	Ecuador	611	7928
Universidad Técnica del Norte	Ecuador	399	4614
Universidad de las Fuerzas Armadas	Ecuador	357	8718
Universidad Técnica Particular de Loja	Ecuador	323	5132
Universidad Espíritu Santo	Ecuador	306	1886
Universidad de Guayaquil	Ecuador	303	3806
Universidad Politécnica Salesiana	Ecuador	285	5076
Universidad Regional Amazónica Ikiam	Ecuador	268	1282
Universidad Estatal Amazónica	Ecuador	266	1442
Universidad del Azuay	Ecuador	244	2000
Universidad de las Américas	Ecuador	236	1238
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	Ecuador	219	1498
Universidad Yachay Tech	Ecuador	218	996
Universidad Central del Ecuador	Ecuador	207	1436
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	Ecuador	204	1904
Universidad Técnica de Ambato	Ecuador	185	1486
Universidad Estatal de Milagro	Ecuador	181	1054
Universidad Nacional de Loja	Ecuador	176	934
Universidad Católica de Cuenca	Ecuador	170	1204
Universidad de Las Américas	Ecuador	168	722
Universidad Estatal Península de Santa Elena	Ecuador	156	3344
Universidad Técnica de Machala	Ecuador	154	768
Universidad Tecnológica Indoamérica	Ecuador	154	840
Universidad Técnica de Manabí	Ecuador	150	978
Universidad Agraria del Ecuador	Ecuador	135	2626
Universidad Internacional del Ecuador	Ecuador	135	842
Universidad Técnica de Babahoyo	Ecuador	133	1476
Universidad ECOTEC	Ecuador	128	602
Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil	Ecuador	113	510
Universidad Nacional de Chimborazo	Ecuador	105	766
Escuela Politécnica de Chimborazo	Ecuador	102	420
Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador	Ecuador	97	298
Universidad Técnica Estatal de Quevedo	Ecuador	96	712
Universidad de Especialidades Espíritu Santo	Ecuador	90	344
Universidad Regional Autónoma de los Andes	Ecuador	84	638
Universidad Tecnológica Equinoccial	Ecuador	79	296
Universidad Tecnológica ECOTEC	Ecuador	76	278
Universidad Técnica de Cotopaxi	Ecuador	69	480
Universidad Regional Amazónica	Ecuador	69	272
Universidad Internacional SEK	Ecuador	65	290
Universidad Nacional de Educación	Ecuador	58	258
Universidad Estatal del Sur de Manabí	Ecuador	46	192
Universidad Estatal de Bolívar	Ecuador	45	174
Universidad de Otavalo	Ecuador	43	130
Universidad Casa Grande	Ecuador	40	104
Universidad Metropolitana	Ecuador	40	144
Universidad Técnica de Esmeraldas Luis Vargas Torres	Ecuador	38	142
Universidad Tecnológica Israel	Ecuador	30	136
Universidad Andina Simón Bolívar	Ecuador	29	74
Universidad Tecnológica Ecotec	Ecuador	28	90
Universidad Metropolitana del Ecuador	Ecuador	27	116
Universidad San Gregorio de Portoviejo	Ecuador	27	82
Universidad Politécnica Estatal del Carchi	Ecuador	27	94
Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Ecuador	26	74
Universidad de Especialidades del Espíritu Santo	Ecuador	24	68
Universidad del Pacífico	Ecuador	22	56
Universidad de Especialidades Turísticas	Ecuador	21	134
Universidad Hemisferios	Ecuador	14	30
Universidad de Los Hemisferios	Ecuador	14	32
Universidad Santa María	Ecuador	12	28
Escuela Politécnica Nacional	Ecuador	10	44
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	Ecuador	5	10
Universidad Tecnológica América	Ecuador	4	8
Universidad Tecnológica San Antonio de Machala	Ecuador	4	12
Escuela Politécnica del Ejército	Ecuador	3	6
Universidad de las Artes	Ecuador	2	4
Escuela Superior Politécnica del Litoral	Ecuador	1	4

Código para construcción de red de colaboración científica en R Project.

<https://github.com/dass843/RED-DE-COLABORACION-CIENTIFICA/blob/96eb15b37c0f626d0a02240701df9ac450253b8b/Primer%20commit%20con%20el%20script%20de%20red>

 <p>Universidad Católica de Cuenca</p>	<p>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</p>
---	---

Diego Andres Solis Segarra portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0105818561**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Análisis bibliométrico de la producción Científica de las Universidades Ecuatorianas en Scopus aplicando herramientas de computación estadística y redes complejas”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **10 de septiembre de 2025**

F:

Diego Andres Solis Segarra

C.I. 0105818561