Technology Rain Journal ISSN: 2953-464X
Vol. 4 Núm. 1 (Enero - Junio 2025),e54

Artículo de investigación Original

Caracterización de la Producción Académica de Artículos Científicos en Universidades y Escuelas Politécnicas del Ecuador (2015-2022)

Characterization of the Academic Production of Scientific Articles in Universities and Polytechnic Schools of Ecuador (2015-2022)

Carina Elizabeth Pesantez Granizo [1][0009-0005-4550-9331], Juan Carlos Santillán Lima [2][0000-0001-5812-7766]

[1] Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Posgrado, Av. Universitaria y Antisana, Tulcán.

[2] Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Facultad de Informática y Electronica. Ecuador

carina.pesantez@upec.edu.ec, carlos.santillan01@espoch.edu.ec

CITA EN APA:
Pesantez Granizo, C. E., & Santillán Lima, J. C. (2025). Caracterización de la Producción Académica de Artículos Científicos en Universidades y Escuelas Politécnicas del Ecuador (2015-2022). *Technology Rain Journal*, *4*(1). https://doi.org/10.55204/trj.v4i1.e47

Recibido: 2024-10-01
Revisado: 2024-10-05- 2024-10-25
Corregido: 2024-11-02
Aceptado: 2024-11-05
Publicado: 2025-01-09

Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

Resumen:
Introducción: La producción académica en Ecuador es clave para el desarrollo científico y tecnológico del país. A pesar de los esfuerzos significativos para impulsar la investigación, todavía es necesario realizar un análisis detallado de la producción académica en las universidades y escuelas politécnicas. Tanto el Plan Nacional de Desarrollo como el Plan de Educación Superior 2022-2026 destacan la importancia de fomentar la investigación y aumentar las publicaciones científicas. Estudios recientes muestran un crecimiento notable en la producción científica nacional, lo que ha mejorado la posición de Ecuador en América Latina
Objetivo: Caracterizar la producción académica de artículos científicos en las universidades y escuelas politécnicas del Ecuador durante el período de 2015 al 2022.
Métodos: La investigación es de tipo correlacional-explicativo que busca analizar la producción académica de artículos científicos en universidades y escuelas politécnicas de Ecuador. Además, se realizó un análisis documental para explorar los factores que facilitan las colaboraciones en la publicación de artículos científicos..
Resultados: Los resultados del análisis de regresión lineal, con un intervalo de confianza del 95%, indican que la cantidad de artículos científicos publicados por las universidades y escuelas politécnicas de Ecuador se incrementa en un rango que va desde 563 hasta 799 artículos por año.
Conclusiones: La colaboración en la producción académica en Ecuador está influenciada por políticas públicas, acceso a recursos y un idioma común, con una infraestructura tecnológica que facilita redes académicas. La segmentación de artículos científicos mediante el método de k-prototipos reveló que las universidades públicas publican más en revistas de alto impacto, mientras que las privadas se concentran en revistas de impacto moderado. El análisis de regresión lineal mostró un ajuste significativo en la producción académica entre 2015 y 2022, con un incremento estimado de 681 artículos anuales, confirmando un crecimiento constante en la producción científica.
Palabras Clave: producción científica, clúster no jerárquico, impacto publicaciones, colaboración en investigación académica, redes de investigación, Instituciones académicas ecuatorianas, Políticas de investigación en Ecuador

Abstract:
Introduction: Academic production in Ecuador is key to scientific and technological development. Despite significant efforts to promote research, a detailed analysis of academic output in universities and polytechnic schools is still required. The National Development Plan and the Higher Education Plan 2022-2026 emphasize the importance of fostering research and increasing scientific publications. Recent studies show a notable growth in the country's scientific production, which has improved Ecuador's standing in Latin America, though challenges remain in terms of quality and international collaboration
Objective: Characterize the academic production of scientific articles in Ecuadorian universities and polytechnic schools during the period from 2015 to 2022
Results: The results of the linear regression analysis indicate that, with a 95% confidence interval, the number of scientific articles published by universities and polytechnic schools in Ecuador increases within a range of 563 to 799 articles per year.
Conclusions: **Keywords**: Scientific production, Non-hierarchical cluster, Publication impact, Collaboration in academic research, Research networks, Ecuadorian academic institutions, Research policies in Ecuador.

1. INTRODUCCIÓN

La producción académica en universidades y escuelas politécnicas es un indicador fundamental del desarrollo científico y tecnológico de un país. En Ecuador, las instituciones de educación superior tienen la responsabilidad de impulsar la investigación como una de sus funciones sustantivas, tal como lo estipula la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) y el Reglamento de Régimen Académico aprobado por el Consejo de Educación Superior en el 2022. A pesar de los esfuerzos realizados para fomentar la investigación, aún persiste la necesidad de realizar un análisis detallado que permita caracterizar la producción académica de artículos científicos en el país.

El reglamento de régimen académico aprobado por el Consejo de Educación Superior del Ecuador (CES) en el año 2022, conceptualiza a la investigación como una labor creativa, sistemática y sistémica fundamentada en debates epistemológicos y necesidades del entorno, que potencia los conocimientos y saberes científicos, ancestrales e interculturales. Se planifica de acuerdo con el modelo educativo, políticas, normativas, líneas de investigación, dominios académicos y recursos de las IES y se implementa mediante programas y/o proyectos desarrollados bajo principios éticos y prácticas colaborativas.

La función sustantiva de investigación universitaria puede ser definida como una permanente y continua búsqueda de verdades porque las ciencias están en incesante progreso y perfeccionamiento. Los problemas para resolver son y serán infinitos, y corresponde su estudio a la universidad como centro superior del conocimiento (Londoño et al., 2016)

En el informe de la UNESCO sobre el futuro de la ciencia, en América Latina señala: “Estos países han dado grandes pasos en cuanto al acceso a la enseñanza superior, la movilidad y la producción científica. Sin embargo, pocos de ellos parecen haber aprovechado el auge de los productos básicos para volcarse en una competitividad impulsada por la tecnología.” (UNESCO, 2018)

En términos de apoyo a la investigación y la capacitación de investigadores, Ecuador ha dedicado una considerable cantidad de recursos. Durante los últimos 15 años, se ha observado un aumento significativo en la producción de publicaciones, con un incremento de más del 900%, pasando de menos de 500 publicaciones en 2007 a más de 5000 en 2020 (Herrera-Franco et al., 2021).

Entre 2005 y 2014, se registró un incremento del 90% en la cantidad de artículos publicados por autores latinoamericanos en revistas científicas reconocidas en el Science Citation Index Extended. Este aumento impulsó la proporción global de la región del 4.0% al 5.2%. Se observaron tasas de crecimiento especialmente altas en países como Colombia (244%), Ecuador (152%), Perú (134%) y Brasil (118%), mientras que Argentina y México experimentaron crecimientos más moderados, del 34% y 28%, respectivamente (UNESCO, 2018)

En el contexto académico del Ecuador, se reconoce la imperiosa necesidad de fortalecer la investigación científica como motor fundamental para el progreso del país. Sin embargo, a pesar del reconocimiento de su importancia, persiste una carencia notable en el análisis detallado de la producción

académica de artículos científicos en las universidades y escuelas politécnicas nacionales.

El Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador 2024-2025, en su política 2.5, resalta la urgencia de promover la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i), mediante el acceso facilitado a fondos concursables destinados a la investigación científica, así como mediante el estímulo a la formación de comunidades científicas de apoyo. Entre sus estrategias, se incluye la implementación de programas diseñados para respaldar tanto la investigación científica como la innovación.

Asimismo, el Plan Nacional de Desarrollo del Sistema de Educación Superior del Ecuador 2022-2026, en su segundo objetivo, establece el aumento de la contribución al conocimiento para el desarrollo social y económico de la sociedad como una prioridad. Entre las estrategias para alcanzar este objetivo, se destaca la necesidad de fomentar la investigación a través de la publicación y difusión de los resultados en revistas científicas de reconocimiento nacional e internacional. Además, se plantea como meta específica para el año 2026 el incremento del número de publicaciones de las Instituciones de Educación Superior, pasando de 11,772 a 19,140.

(Araujo-Bilmonte et al., 2020), realizan una investigación cuyo objetivo fue analizar la producción científica de Ecuador en comparación con otros países de Latinoamérica, específicamente durante el período de 2015-2020, y destacar la importancia de mejorar la escritura científica desde los primeros años de educación formal para impulsar la producción científica en el país. En la investigación se realizó un análisis comparativo de la producción científica de Ecuador con otros países latinoamericanos durante los períodos de 2006-2008 y 2015-2020, utilizando indicadores cuantitativos y estadísticos para evaluar la posición de Ecuador en la producción académica, teniendo como resultado que Ecuador mejoró considerablemente su posición en la producción científica, pasando del puesto 12 al puesto 7 en comparación con otros países latinoamericanos durante los períodos de 2006-2008 y 2015-2020. Además, se observará un crecimiento del 907,44% en la tasa de producción científica de Ecuador entre los años 2006 y 2019.

(Moreira-Mieles et al., 2020), en su investigación que busca analizar la evolución de la producción científica en Ecuador, específicamente en Scopus durante el periodo 2007-2017, con el fin de evaluar si el aumento en el número de artículos publicados se ha convertido en una mejora en la calidad de las publicaciones, medida por citas recibidas, idioma de publicación y cuartiles. Para ello, utilizó un enfoque cuantitativo retrospectivo, considerando variables como el número de citas, cuartiles, idioma y tipo de documento de los artículos ubicados en Scopus entre 2007 y 2017. Además, realizaron análisis bibliométricos para evaluar la evolución de la producción científica en Ecuador y determinar si el aumento en la cantidad de publicaciones se reflejaba en un mayor impacto, visibilidad y usabilidad de la investigación.

(Urbizagástegui-Alvarado, 2005), en su investigación proponen analizar y probar la ley de Lotka sobre la productividad científica de los autores, utilizando específicamente el modelo de los mínimos cuadrados. Busca aplicar este modelo a datos concretos, en este caso, a la literatura sobre Jaca, para

determinar si la distribución de la productividad de los autores se ajusta a la Ley de Lotka. Además, pretende proporcionar una guía didáctica para facilitar la comprensión y aplicación de este modelo en futuros estudios sobre la productividad científica de los autores en diferentes campos del conocimiento. Bajo este estudio varios parámetros estadísticos relacionados con la productividad de los autores y se propuso una guía didáctica para analizar y probar la ley de Lotka utilizando el modelo de los mínimos cuadrados.

(Castillo & Powell, 2019), analiza la a producción científica en Ecuador durante el periodo 2006-2015, centrándose en la colaboración internacional y su impacto en el desarrollo científico del país. Para ello, utiliza principalmente técnicas estadísticas descriptivas e indicadores seleccionados para el análisis. Estas técnicas permiten analizar y presentar de manera clara y concisa los datos recopilados, así como identificar tendencias y patrones en la producción científica del país. Además, emplea herramientas bibliométricas que pueden incluir análisis de la producción de publicaciones, colaboraciones internacionales, impacto de las investigaciones, entre otros aspectos relevantes para evaluar la actividad científica de un país.

Todo esto nos lleva al siguiente objetivo de investigación, caracterizar la producción académica de artículos científicos en las universidades y escuelas politécnicas del Ecuador durante el período de 2015 al 2022. Para ello se utiliza como insumo la base de datos obtenida del Sistema de Información de las Instituciones de Educación Superior (SIIES), cuyo levantamiento se lo realiza de forma anual, siendo las Universidades y Escuelas Politécnicas del país las que proveen la información de su gestión anual, en cuanto a las temáticas requeridas, entre ellas la relacionada con publicaciones.

2. METODOLOGÍA O MATERIALES Y METODOS

2.1. Enfoque y tipo de investigación

2.1.1. Enfoque

El enfoque de esta investigación fue de tipo cuantitativo, ya que, en base a los datos, se realizó un análisis estadístico centrado en el análisis de datos numéricos para describir y comprender la producción académica de artículos científicos en el contexto ecuatoriano. A partir de esos resultados, se identificaron patrones, tendencias y áreas de enfoque investigativo durante el período de 2015 a 2022.

2.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue de carácter correlacional-explicativo, ya que se centró en analizar la relación entre diferentes variables, como el crecimiento en el número de publicaciones científicas, el área de conocimiento, el tipo de universidad (pública o privada), y el período de tiempo considerado. Este enfoque permitió no solo identificar asociaciones entre estas variables, sino también profundizar en la explicación de los factores que inciden en la producción académica. A través de este análisis, se buscó comprender cómo estas variables interactúan y contribuyen al aumento y diversificación de las publicaciones científicas en las universidades y escuelas politécnicas del Ecuador.

2.2. Procedimientos

- Revisión de literatura: Se realizaría una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con la producción académica de artículos científicos, los indicadores bibliométricos, la colaboración científica y otros temas relevantes para la investigación. Esta revisión ayudaría a establecer un marco teórico sólido y a identificar las principales tendencias y metodologías utilizadas en estudios similares.
- Definición de variables e indicadores: Se definieron las variables y los indicadores que se utilizaron para analizar la producción académica, tales como el número de artículos publicados, las áreas temáticas, y el impacto de las revistas en las que se publicaron los artículos científicos
- Recopilación de datos: Se obtuvieron los datos necesarios para analizar la producción académica de artículos científicos en universidades y escuelas politécnicas del Ecuador durante el período 2015-2022. Esta información se recopiló a partir de los informes proporcionados por las universidades en el sistema integral de información de la educación superior (SIIES), asegurando así la validez y actualización de los registros utilizados en el estudio.
- Depuración y procesamiento de datos: Se realizó un proceso de depuración y procesamiento de los datos recopilados con el fin de garantizar su calidad, consistencia y validez antes de proceder al análisis. Este proceso incluyó la revisión de datos faltantes, la eliminación de duplicados y la verificación de la coherencia en los registros. Además, se llevó a cabo una estandarización de las variables, como el índice SJR, para asegurar uniformidad en las comparaciones y facilitar un análisis estadístico preciso. Este conjunto de procedimientos permitió preparar los datos de manera óptima para el análisis de la producción académica en las universidades y escuelas politécnicas del Ecuador.
- Análisis de datos: Se emplearon técnicas de análisis de clúster para agrupar artículos científicos con características similares, permitiendo identificar patrones comunes en función de variables como el área de conocimiento, el índice SJR de las revistas en las que se publicaron, el tipo de financiamiento de las IES y las provincias donde estas se ubican. Además, se realizó un análisis temporal para evaluar la evolución de la producción científica a lo largo del período 2015-2022, resaltando tendencias significativas en la colaboración y producción académica de las instituciones ecuatorianas.
- Interpretación de resultados: Se interpretaron los resultados del análisis de datos en función de los objetivos de la investigación. Se discutieron las implicaciones de los hallazgos y se formularon conclusiones sobre la producción académica de artículos científicos en el contexto ecuatoriano.

2.3. Población

La población de estudio está compuesta por la producción académica de artículos científicos de universidades y escuelas politécnicas de Ecuador, cuyos trabajos han sido publicados en revistas indexadas en Scopus. Este análisis abarca una amplia gama de disciplinas y áreas de investigación, lo que refleja la diversidad temática de los estudios realizados en el país. Los datos utilizados provienen de los

informes anuales que las universidades y escuelas politécnicas reportan a través del sistema integral de información de la educación superior.

El grupo de estudio incluye todas las publicaciones de artículos científicos realizadas por estas instituciones, que contribuyen de manera significativa al conocimiento científico y académico del Ecuador, impulsando el avance del conocimiento en diversas áreas.

2.4. Técnicas e Instrumentos de investigación

2.4.1. Base de datos de publicaciones de las universidades y escuelas politécnicas del Ecuador, obtenidas del sistema integral de información de la educación superior

Para nuestro análisis, se tomó como fuente principal la información obtenida del SIIES que es una plataforma informática de gestión de la información del sistema de educación superior. Tiene como finalidad integrar la información estadística que requieren el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (Cases), la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Senescyt) y el Consejo de Educación Superior (CES), para sus diferentes fines.

Esta base cuenta con las siguientes variables: identificador único de la institución de educación superior; año de publicación del artículo creado a partir de la fecha de registro; fecha de publicación del artículo; tipo de publicación (artículo, libro, capítulo de libro); tipo de artículo (revista, memoria); nombre de la universidad; tipo de financiamiento de la universidad; provincia de la sede matriz de la universidad; identificador único de la publicación; código de la publicación; código ISSN asignado a la revista indexada; base de datos indexada en la que se encuentra publicado el artículo; nombre de la revista en la que está publicado el artículo; número de la revista en la que está publicado el artículo; SJR para el caso de los artículos ISI WEB OF KNOWLEDFE, Scmago Journal Rank; nombre del artículo; área del conocimiento; subárea del conocimiento; estado respecto a la publicación del artículo; link en el que se encuentra el artículo publicado; link de la revista en la que se publicó el artículo.

Para agrupar los artículos científicos de las universidades y escuelas politécnicas del Ecuador con características similares, se utiliza fundamentalmente 4 variables principales, el tipo de financiamiento de las universidades, la provincia de ubicación de la sede matriz de la universidad, el campo amplio del conocimiento al que pertenece el artículo publicado, y el SJR de la revista a la que pertenece el artículo.

2.4.1. Tratamiento de datos vacíos.

El índice SJR es esencial para medir la calidad y visibilidad de las revistas científicas, por lo que, para asegurar la validez de los resultados y centrar el análisis en revistas de impacto reconocido, se excluirán los artículos sin índice SJR.

Esta decisión se toma, puesto que, la falta de esta métrica impide hacer comparaciones precisas sobre el impacto y la visibilidad de los artículos entre revistas. Aunque esta medida reduce el volumen de datos analizados, era necesaria para preservar la calidad de las conclusiones. Incluir artículos de revistas sin índice SJR habría distorsionado los resultados, ya que estas publicaciones suelen tener menos visibilidad y menor reconocimiento global. De este modo, eliminar estos registros permite centrarse en

publicaciones con estándares más altos de difusión científica.

Esta consideración se toma en cuenta puesto que el problema del sesgo en el análisis de datos incompletos ha sido ampliamente debatido, con aportaciones clave de autores como Little y Rubin (2002) y Richardson y Flack (1996). En su análisis de casos completos en un diseño switchback, Richardson y Flack identificaron sesgos en el análisis y argumentaron que este enfoque debería evitarse cuando se trabaja con datos faltantes.

2.4.2. Análisis de Agrupación

En esta investigación, se utilizaron técnicas de agrupamiento no jerárquico para identificar patrones en la producción académica. Estas técnicas pueden clasificarse en diversas categorías, incluyendo métodos basados en la distancia, que agrupan objetos en función de su similitud, y técnicas basadas en prototipos, que utilizan centroides para representar clústeres, tales como:

1. Métodos de Optimización o Reasignación: Centran su proceso en optimizar la distribución de los elementos en diferentes clústeres.
2. Enfoques Basados en la Densidad de los Datos: Se enfocan en la densidad de puntos de datos para formar grupos.
3. Otros Métodos: Incluyen técnicas como clustering directo (por ejemplo, clustering por bloques, bi-clustering, co-clustering, clustering de dos modos), métodos de reducción de dimensionalidad (como el clustering Q y R-factorial), técnicas de clustering difuso, y enfoques basados en mezclas de modelos.

Estos métodos buscan maximizar la variabilidad entre los grupos (inercia) y minimizar la variabilidad dentro de cada grupo, promoviendo clústeres bien definidos y compactos (Bruce, 2023).

2.4.2.1. Algoritmo k-prototipos

El algoritmo k-prototipos es una extensión del algoritmo K-means, diseñado específicamente para manejar conjuntos de datos que contienen tanto atributos numéricos como categóricos(Jang et al., 2018). Esta técnica de agrupamiento combina elementos de los algoritmos K-means y K-modes, lo que permite trabajar eficientemente con datos que presentan variables numéricas y categóricas en un mismo conjunto (Bermudez et al., 2019).

En las siguientes líneas se presenta algunas definiciones relacionadas con :

i. Definición de k-prototipos

El algoritmo k-prototipos agrupa un conjunto de objetos en K clústeres, minimizando la disimilitud entre los objetos dentro de cada clúster. Para ello, combina la distancia euclidiana en el caso de atributos numéricos con una medida de disimilitud específica para atributos categóricos.(Jang et al., 2018). A diferencia del algoritmo K-means, que solo maneja datos numéricos, k-prototipos permite clasificar datos mixtos, ya que utiliza la distancia euclidiana para variables numéricas y una medida de disimilitud para variables categóricas, lo cual facilita el agrupamiento de conjuntos de datos con

https://doi.org/10.55204/trj.v4i1.e47

características heterogéneas(Bermudez et al., 2019)

ii. Identificación del número de clúster (método del codo)

K Prototypes tiene como propósito principal reducir las distancias dentro de cada grupo y maximizar la similitud interna entre los elementos. Para definir el número ideal de clústeres, se recurre al método del codo (Bholowalia & Kumar, 2014), que grafica los valores de inercia resultantes de aplicar K Prototypes con varias cantidades de clústeres. La inercia corresponde a la suma de las distancias al cuadrado entre cada elemento del clúster y su centroide, El número de clústeres se considera óptimo cuando se observa una estabilización en la inercia, formando un codo en la gráfica.(Bermudez et al., 2019)

$$\text{inercia}= \sum_{i=0}^{n} ||x_{i-}\mu||^2$$

donde;

Inercia : En el clustering, la inercia representa la **variabilidad interna** dentro de los clústeres. Es una medida de la distancia total entre los puntos y el centroide del clúster, sumando las diferencias al cuadrado.

$\sum_{i=0}^{n}$ Escriba aquí la ecuación. indica una **sumatoria** que va desde i=0 hasta n, donde n representa el número total de objetos (o puntos de datos) en un clúster. En otras palabras, estamos sumando la distancia de cada punto dentro del clúster al centroide de este.

$||x_{i-}\mu||^2$ esta parte de la fórmula calcula la distancia cuadrada entre cada punto **x** y el centroide. La distancia cuadrada se eleva al cuadrado para enfatizar las diferencias grandes, de manera que los puntos lejanos del centroide tengan un impacto mayor en la suma total.

Cuanto menor sea el valor de la inercia, más cerca estarán los puntos de sus centroides, lo que significa que el clúster es más compacto. El objetivo de métodos como K Prototipos es minimizar esta inercia, logrando que los puntos en cada clúster estén lo más cerca posible del centroide.(Bermudez et al., 2019)

iii. Cálculo de las distancias

1. *Para atributos numéricos*: La distancia se calcula utilizando la distancia euclidiana. Esta medida evalúa la diferencia entre los valores de las variables numéricas de dos objetos. La fórmula para la distancia euclidiana entre dos puntos x y *y* en un espacio de características numéricas e:

   $d(x,y)=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i)^2}$

   donde

   - $d(x,y)$ es la distancia euclidiana entre los puntos
   - n, es el número de variables numéricas y
   - i, representan el valor de la i-ésima característica de cada punto.

   Diferencia entre coordenadas : La fórmula calcula la diferencia entre cada par de características

correspondientes en incógnita y. es decir se calcularía las diferencias de esta manera $(x_1 - y_1)$, $(x_2 - y_2) \ldots (x_n - y_n)$

Elevar al cuadrado : Cada diferencia se eleva al cuadrado para asegurarse de que el resultado sea positivo y evitar que las diferencias se cancelen entre sí.

Sumatoria de diferencias al cuadrado : Luego, todas estas diferencias al cuadrado se suman. Esto da una medida acumulada de la distancia entre los puntos en todas las dimensiones.

Raíz cuadrada : Finalmente, se toma la raíz cuadrada de la sumatoria de (x, y).

2. *Para atributos categóricos*: Para las variables categóricas, se utiliza una medida de disimilitud que generalmente adopta una función de tipo 0-1. Esta función asigna un valor de 0 si los valores de las variables categóricas son iguales y 1 si son diferentes. La fórmula es:

$$d(x,y)=\begin{cases} 0 & si\ x = y \\ 1 & si\ x \neq y \end{cases}$$

Esto significa que, en el caso de atributos categóricos, la distancia no se mide en términos de magnitud, sino en términos de coincidencia o no coincidencia.

3. *Combinación de distancias*: La distancia mixta se calcula combinando ambas medidas de distancia. La fórmula general para la distancia entre dos objetos x , y que tienen tanto atributos numéricos como categóricos es:

$$d(x,y)=\sqrt{\sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{n}} (\boldsymbol{x_i} - \boldsymbol{y_i})^2} + \sum_{j=1}^{m} d_c(x_j, y_j)$$

donde:

- n es el número de variables numéricas.
- m es el número de variables categóricas
- (x_j, y_j) es la disimilitud para las variables categóricas.

iv. Proceso de Aplicación

1) *Inicialización*: Seleccionar K centros de clúster iniciales aleatoriamente.
2) *Asignación de clúster*: Para cada objeto, calcular la distancia a cada centro de clúster y asignar el objeto al clúster cuyo centro tiene la menor distancia total.
3) *Actualización de centros*: Una vez que todos los objetos han sido asignados, recalcular los centros de los clústeres:
   - Para atributos numéricos, el nuevo centro se calcula como la media de los objetos asignados a ese clúster.
   - Para atributos categóricos, el nuevo centro se determina por el valor más frecuente (moda) de los objetos asignados.
4) *Iteración*: Repetir los pasos 2 y 3 hasta que no haya cambios en la asignación de clústeres o se alcance un número máximo de iteraciones.
5) *Finalización*: El algoritmo termina cuando los centros de los clústeres no cambian significativamente o se cumple un criterio de convergencia.

https://doi.org/10.55204/trj.v4i1.e47

Este enfoque permite que el algoritmo k-prototipos sea efectivo en la agrupación de datos mixtos, facilitando la identificación de patrones en conjuntos de datos complejos.(Jang et al., 2018)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los datos del Consejo de Educación Superior en el Ecuador, hasta el 31 de diciembre del 2023 existen sesenta y dos (62) universidades y escuelas politécnicas, de las cuales treinta y cuatro (34) son de financiamiento público, veinte y ocho (28) de financiamiento particular, estas últimas subdivididas, veinte (20) autofinanciado y ocho (8) de ellas reciben rentas y asignaciones del Estado. Las funciones sustantivas de las universidades se encuentra la investigación, misma que conforme el reglamento de régimen académico se define como: *"La investigación es una labor creativa, sistemática y sistémica fundamentada en debates epistemológicos y necesidades del entorno, que potencia los conocimientos y saberes científicos, ancestrales e interculturales. Se planifica de acuerdo con el modelo educativo, políticas, normativas, líneas de investigación, dominios académicos y recursos de las IES y se implementa mediante programas y/o proyectos desarrollados bajo principios éticos y prácticas colaborativas. La ejecutan diversos actores como institutos, centros, unidades, grupos, centros de transferencia de tecnología, profesores, investigadores y estudiantes a través de mecanismos democráticos, arbitrados y transparentes. Los resultados de la investigación son difundidos y divulgados para garantizar el uso social de los mismos y su aprovechamiento en la generación de nuevo conocimiento y nuevos productos, procesos o servicios."*

El Modelo de Evaluación Externa de Universidades y Escuelas Politécnicas del 2023, menciona que, uno de los subcriterios utilizados son los resultados, contribución e impactos de la investigación, desarrollo e innovación, para ello se utiliza el indicador producción académica, definido como: *"La producción académica de las universidades o escuelas politécnicas constituye el aporte a la creación o desarrollo del conocimiento científico, tecnológico o de las artes con el fin de promover la generación o consolidación de nuevos conocimientos a nivel inter, multi o transdisciplinario, en el marco de los propósitos e identidad institucional.*

Esta producción académica permite dar cuenta sobre los resultados de las actividades o procesos de investigación desarrollados por las UEP en el marco de la aplicación de sus políticas o mecanismos académicos de gestión institucional".

Las universidades, independientemente de su tipo de financiamiento (público o particular), están regidas por las normativas que regulan su funcionamiento. En este contexto, la investigación científica constituye una de sus funciones sustantivas fundamentales, junto con la docencia y la vinculación con la sociedad. El impulso y desarrollo de la actividad investigativa es esencial para el cumplimiento de su misión institucional y para contribuir al avance del conocimiento y la innovación.

Durante el período de estudio comprendido entre 2015 y 2022, se ha identificado que las universidades con financiamiento público han sido responsables del 55% de la producción académica registrada en SCOPUS, la principal base de datos de artículos científicos revisados por pares. Por otro

lado, las universidades particulares han aportado el 45% de las publicaciones científicas durante el mismo período, como se observa en el *Gráfico 1*.

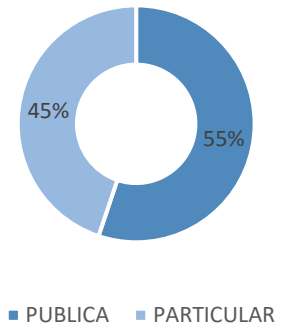


*Gráfico 1.*Producción de artículos científicos publicados en la base de datos SCOPUS, en el periodo 2015-2022, por tipo de financiamiento de las universidades y escuelas politécnicas

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

3.1.Determinantes que influyen en la colaboración entre instituciones ecuatorianas, de acuerdo con diferentes autores.

Con relación al idioma, el inglés, como idioma predominante en la ciencia, facilita la colaboración entre investigadores de distintos países, actuando como una lengua común. El análisis de coautoría por país muestra que Ecuador colabora principalmente con España, Estados Unidos, Brasil, Colombia y el Reino Unido, sugiriendo que los lazos históricos y académicos desempeñan un papel importante en esta cooperación. La creación de nuevas universidades en Ecuador ha estimulado el aumento de la producción científica y ha ampliado las redes de colaboración (Herrera-Franco et al., 2021).

La formulación de políticas de investigación a nivel universitario, el presupuesto destinado a la investigación y desarrollo (I+D), y la infraestructura de los laboratorios son elementos esenciales que pueden influir en la colaboración entre instituciones, ya sea potenciándola o dificultándola. La capacidad de los laboratorios para llevar a cabo investigaciones en conjunto y la existencia de proyectos colaborativos son factores que influyen en la producción académica. A su vez, el uso de incentivos en las políticas públicas del Sistema Nacional de Educación Superior puede fomentar de manera activa la cooperación interinstitucional, lo que incrementaría los niveles de producción científica. Además, la creación de grupos de investigación con participación de académicos de diversas instituciones emerge como un catalizador importante para estimular la colaboración y mejorar la producción de artículos científicos (Ortiz-Espinoza et al., 2019).

Fomentar la diversidad y el respeto en el ámbito educativo es crucial para impulsar la colaboración en proyectos de investigación, ya que, al valorar y reconocer las diferencias, las instituciones pueden crear un entorno inclusivo que favorezca el trabajo conjunto. En esta línea, la

implementación de fondos de apoyo y becas para la investigación funciona como un incentivo clave que fortalece la cooperación interinstitucional. Además, asignar recursos específicos para proyectos colaborativos permite optimizar el uso de esfuerzos y capacidades. Las facultades de educación juegan un papel esencial al formar profesionales que valoren la colaboración entre instituciones, promoviendo una cultura basada en el trabajo en equipo y la empatía. A su vez, mejorar la infraestructura tecnológica y garantizar el acceso a internet resulta indispensable para facilitar la investigación compartida, sobre todo en un contexto donde la educación a distancia adquiere mayor relevancia. De esta manera, se construye un entorno educativo más cohesionado, donde la colaboración y la innovación son pilares fundamentales del crecimiento académico. (Prince, 2020)

La colaboración en equipo permite incrementar la productividad y mejorar los resultados. Sin embargo, es necesario reconocer que, en muchos casos, las mujeres asumen roles menos visibles que no siempre son apreciados en el contexto institucional.(Reese et al., 2021)

Los autores, coinciden en que el éxito de la producción científica en Ecuador y la expansión de sus redes de colaboración dependen de varios factores interrelacionados, como el uso del inglés como lengua común, la infraestructura adecuada, incentivos financieros y políticas públicas. Además, la promoción de una cultura educativa inclusiva y basada en la cooperación refuerza las posibilidades de éxito en proyectos interinstitucionales.

3.2.Agrupación de artículos científicos

La producción de artículos científicos en las universidades y escuelas politécnicas (UEP) del Ecuador se distingue por una notable diversidad en sus características. Estos artículos provienen de instituciones con distintos tipos de financiamiento, ya sea público o privado, y están asociados a universidades cuya estructura institucional se extiende a través de las 24 provincias del país. Cada artículo científico abarca un amplio espectro de áreas del conocimiento.

Además, los artículos científicos producidos por estas instituciones se publican en una variedad de revistas, muchas de las cuales están indexadas en el Scimago Journal Rank (SJR). El SJR, según la información disponible en su sitio web https://www.scimagoir.com/methodology.php menciona que es una clasificación de instituciones académicas y relacionadas con la investigación clasificadas mediante un indicador compuesto que combina tres conjuntos diferentes de indicadores basados en el desempeño de la investigación, los resultados de la innovación y el impacto social medidos por su visibilidad en la web.

Dado que la producción científica en Ecuador presenta una amplia gama de características, surge la necesidad de llevar a cabo un análisis de agrupamiento. Este análisis permitirá identificar las similitudes y diferencias en las características de los artículos científicos producidos por las universidades del país. El objetivo es entender mejor cómo se agrupan los artículos en función de sus características, lo que puede proporcionar información valiosa sobre las tendencias y patrones en la investigación académica y contribuir a una mejor comprensión del impacto y la calidad de la producción científica en Ecuador.

- Aplicación de k-prototipos

Dado que las variables empleadas para agrupar los artículos producidos por las universidades, como el índice SJR, incluían tanto datos categóricos como numéricos, se utilizó el método de k-prototipos para el análisis de clústeres.

Para determinar el número óptimo de clústeres, se aplicó el método del codo, evaluando cómo la variabilidad interna dentro de cada clúster se reduce con diferentes valores de "k" (número de clústeres). En este análisis, se demostró un rango de 2 a 8 clústeres, con el objetivo de lograr un equilibrio óptimo entre el número de grupos y la reducción de la varianza intra-clúster. Este enfoque permitió evitar tanto la subagrupación (demasiado pocos clústeres) como la sobrefragmentación (demasiados clústeres), asegurando que los grupos resultantes fueran coherentes y manejables.

El *Gráfico 2*, muestra que la tasa de inercia, o la variación total dentro de los clústeres, presenta una disminución significativa cuando se alcanza un modelo con 4 clústeres. A partir de este punto, el beneficio de aumentar el número de clústeres disminuye, lo que sugiere que cuatro clústeres es el número óptimo para este análisis, ya que ofrece un buen compromiso entre la reducción de la varianza y la simplicidad del modelo.

*Gráfico 2.*Identificación del número de clúster por el método del codo

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

Una vez identificado que el número óptimo de agrupaciones para estos datos era 4, se procedió a segmentar los artículos científicos en cuatro clústeres distintos. De estos, los clústeres 3 y 4 fueron los más representativos, concentrando la mayor proporción de artículos: 28.42% y 29.45% del total, respectivamente, como se muestra en la *Tabla 1*. Esto indica que cerca del 60% de los artículos se agruparon en estos dos clústeres, lo cual sugiere la presencia de características comunes importantes en estas publicaciones. Esta tendencia podría señalar factores o patrones compartidos en las áreas de conocimiento, tipos de financiamiento, o niveles de impacto de las revistas en las que se publicaron,

Nro. Clúster	**Porcentaje de artículos concentrados en cada clúster**

Clúster 1	21.22%
Clúster 2	20.91%
Clúster 3	28.42%
Clúster 4	29.45%

Tabla 1 Porcentaje de artículos por cada clúster

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

Según las medias del índice SJR obtenidas para cada clúster, los artículos agrupados en el clúster 2 presentan la media más alta, con un valor de 0.8256, lo que indica que estos artículos fueron publicados en revistas de mayor impacto relativo. Esto sugiere que los trabajos científicos en este clúster tienen mayor visibilidad y reconocimiento dentro de la comunidad académica.

Por otro lado, los clústeres 3 y 4 mostraron los promedios de SJR más bajos, lo cual indicó que los artículos en estos grupos tendieron a publicarse en revistas de menor impacto. Esto podría estar relacionado con la selección de publicaciones de acceso más fácil o revistas con menos restricciones de aceptación.

En cuanto al clúster 1, la media del índice SJR sugirió que las publicaciones en este grupo correspondieran a revistas de impacto moderado. Aunque no alcanzaron el nivel de impacto de las revistas del clúster 2, mantuvieron una calidad razonable conforme a los estándares de publicaciones científicas. *Tabla* 2

	Clúster 1	***Clúster 2***	***Clúster 3***	***Clúster 4***
Media	0.7765011	0.8256057	0.6539417	0.6423573

Tabla 2 Medias del índice SJR por clúster

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

Las áreas del conocimiento es otro factor relevante en la caracterización de los artículos científicos publicados por las universidades ecuatorianas. A través del análisis de clústeres, es posible observar cómo los diferentes campos del conocimiento se distribuyen en los distintos grupos. En el *Gráfico 3*, se aprecia que el área de Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadísticas tiende a concentrarse principalmente en el clúster 2. Este clúster, como se ha señalado previamente, agrupa los artículos que fueron publicados en revistas de mayor impacto, según el índice SJR. Esto sugiere que las investigaciones en este campo son publicadas con mayor frecuencia en revistas de alto prestigio y visibilidad internacional.

Por otro lado, las demás áreas del conocimiento, como salud y bienestar, ingeniería, industria y construcción, y educación, se distribuyen de manera más homogénea entre los distintos clústeres. Esto refleja una variación en el impacto de las revistas donde se publican los artículos en estas áreas, ya que los valores del índice SJR varían considerablemente dentro de cada clúster.

En particular, se puede observar que las áreas de tecnologías de la información y la comunicación

(TIC) y servicios muestran una tendencia a agruparse más en los clústeres de menor impacto, como los clústeres 3 y 4, lo que podría indicar una menor presencia de publicaciones en revistas de alto impacto en estas áreas. En contraste, otros campos como artes y humanidades y agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria también tienen una representación más dispersa, lo que sugiere una diversidad en la calidad de las revistas donde se publican los artículos.

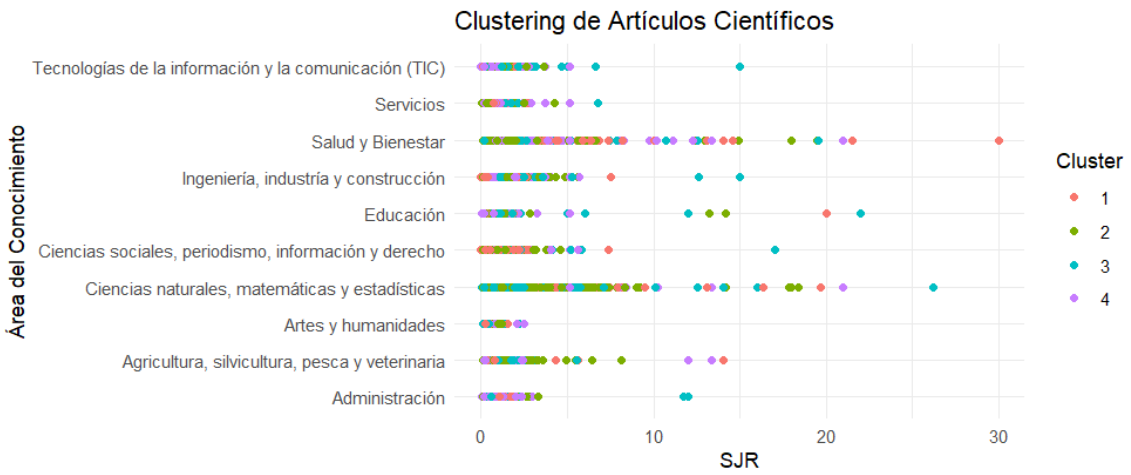
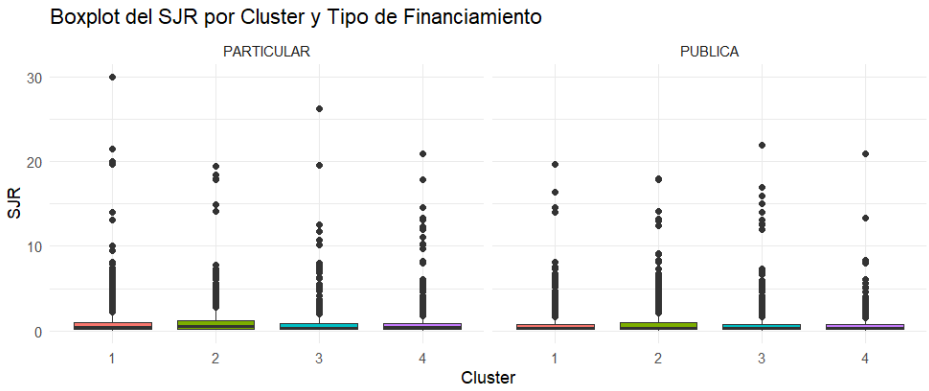


*Gráfico 3.*Dispersión de los clústeres de acuerdo con el área del conocimiento y el SJR

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

El análisis del boxplot del SJR por clúster y tipo de financiamiento revela diferencias significativas en el comportamiento de las instituciones de educación superior (IES) públicas y privadas en cuanto al impacto de las revistas en las que publican sus artículos científicos. Las universidades públicas tienden a concentrar sus publicaciones en el clúster 2, lo que indica una preferencia por revistas de mayor impacto, según los valores más altos del índice SJR. Este patrón sugiere que las IES públicas logran mayor visibilidad académica y reconocimiento en la comunidad científica internacional al optar por revistas de alto prestigio *Gráfico 4*.

Por el contrario, las instituciones privadas muestran una tendencia a publicar en revistas de impacto más moderado, reflejado en una mayor dispersión entre los clústeres, pero con mayor frecuencia en los clústeres 1, 3, y 4. Esto sugiere que las universidades privadas tienen una menor representación en las revistas de mayor impacto.



.

*Gráfico 4.*Boxplot del SJR por clúster y el tipo de financiamiento de las universidades

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

3.2 Evolución Temporal de la Producción de artículos científicos de las universidades del Ecuador

3.3.1 Análisis Descriptivo Temporal

La producción académica de artículos científicos en las universidades de Ecuador ha mostrado una tendencia de crecimiento sostenido entre los años 2015 y 2022, con un aumento promedio anual del 27.19%. Este ritmo de crecimiento indica un incremento constante en la cantidad de publicaciones durante el período analizado. Aunque la tasa de incremento ha fluctuado ligeramente de un año a otro, los datos revelan que, en promedio, el número de publicaciones ha crecido más de una cuarta parte en comparación con el año anterior. Esta tendencia ascendente refleja un fortalecimiento de la actividad investigativa de las universidades del país, como se puede observar en el *Gráfico 5*.

*Gráfico 5.*Número de artículos científicos publicados por año en el periodo 2015-2022

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

Se observa una disminución progresiva en la calidad promedio de las revistas en las que las universidades ecuatorianas han publicado sus artículos científicos, según el índice SJR (Scimago Journal & Country Rank) durante el período 2015-2022. En el año 2015, el promedio del índice SJR era de 1.03, lo que indicaba que las publicaciones se realizaban en revistas de mayor impacto y visibilidad. Sin embargo, esta tendencia ha ido descendiendo de manera constante a lo largo de los años, alcanzando un promedio de 0.64 en 2022.

El comportamiento del índice SJR en los años intermedios también refleja esta tendencia a la baja. En 2016, el promedio ya había descendido a 0.89, y para el 2020, en plena pandemia, llegó a 0.66, lo que podría indicar dificultades adicionales en el acceso a revistas de alto impacto durante ese periodo. Si bien las universidades han seguido aumentando su producción científica, la caída en el promedio del SJR sugiere que la calidad de las publicaciones, en términos de impacto y reconocimiento, ha disminuido *Gráfico 6*.

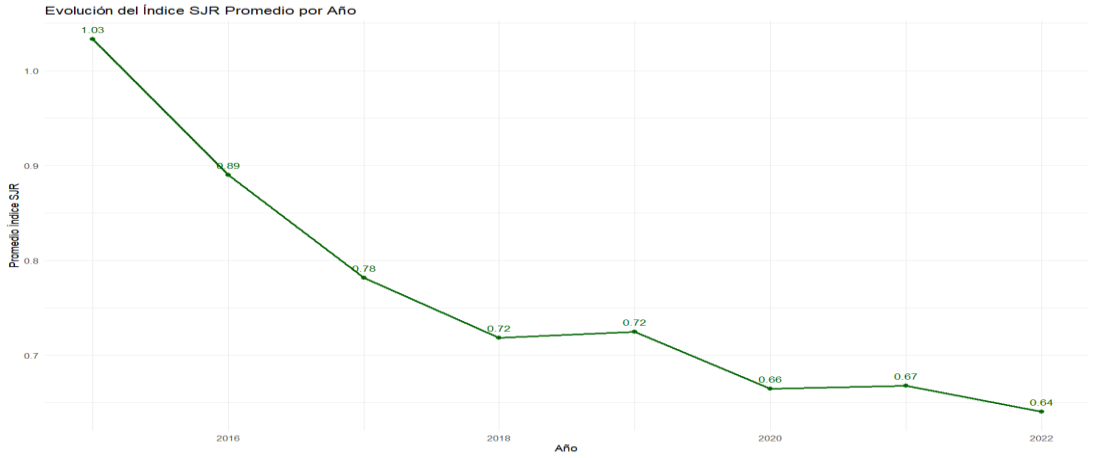


Gráfico 6.: Evolución del promedio del índice SJR por año

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

Durante el período analizado, se observará un crecimiento constante en la producción académica de las universidades ecuatorianas, con variaciones según su ubicación geográfica. Las universidades de las provincias de Pichincha, Tungurahua, Azuay y Guayas destacaron por mantener un crecimiento sostenido en este tiempo. Esta tendencia se ilustra en el Gráfico 3, donde se muestra su contribución continua al incremento de publicaciones científicas en el país durante el período estudiado.

En cuanto a la evolución de las publicaciones por áreas del conocimiento, las disciplinas de ciencias naturales, matemáticas y estadística, y salud y bienestar resaltaron como las más productivas. Estas áreas demostraron un notable incremento en la cantidad de artículos científicos publicados, consolidándose como pilares de la investigación académica en Ecuador. Este crecimiento puede atribuirse al interés global en temas de salud y avances científicos.

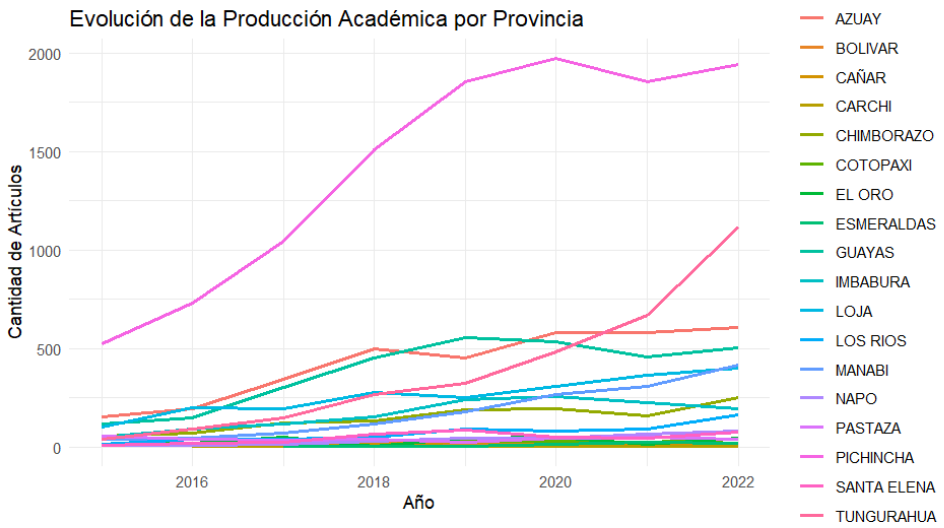


Gráfico 7.: Evolución de la producción académica por provincia

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

Por otro lado, las áreas de servicios y artes y humanidades han mostrado un crecimiento

considerablemente menor en comparación. La producción académica en estas áreas no ha experimentado un aumento significativo durante este período, lo que podría estar relacionado con factores como la menor disponibilidad de financiamiento, la menor demanda de investigación aplicada en estas disciplinas o la tendencia a publicar en formatos diferentes a los artículos científicos tradicionales. *Gráfico 8*.

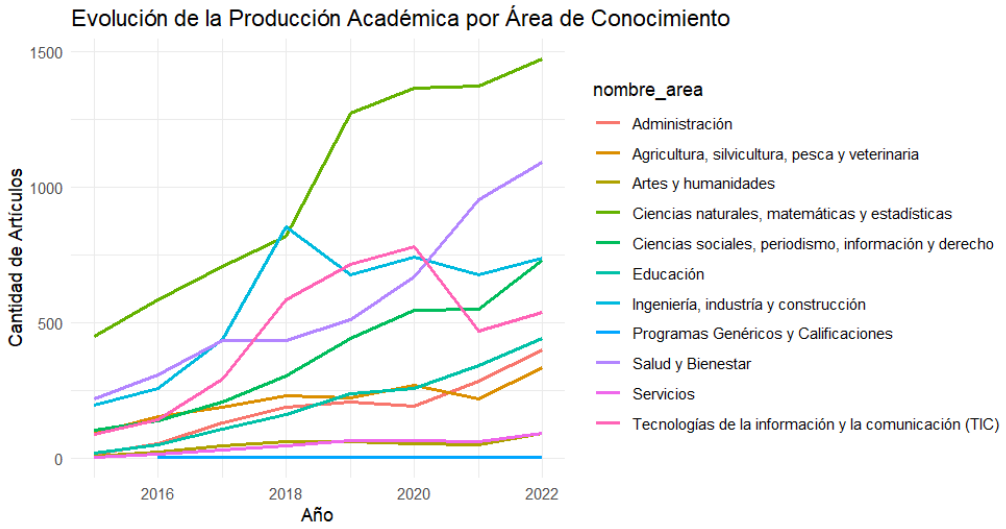


*Gráfico 8.*Evolución de la producción académica por área de conocimiento

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

- Predicción del crecimiento en la producción de artículos científicos a través de un modelo de regresión lineal

A través de la aplicación de un modelo de regresión lineal, se encontró una fuerte correlación de 0.9852, lo que sugiere una relación lineal positiva entre el número de artículos científicos publicados y el paso de los años. El ajuste del modelo, representado por el coeficiente de determinación (R^2 = 0.9706), indica que el 97.06% de la variabilidad en el número de artículos publicados es explicada por los años considerados en el análisis. Este alto valor de R^2 confirma que el modelo proporciona un buen ajuste a los datos Tabla 3.

Coeficiente de correlación múltiple	0,98520855
Coeficiente de determinación R^2	0,97063589
R^2ajustado	0,96574188
Error típico	313,339837
Observaciones	8

Tabla 3. Estadísticos de la regresión

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

El análisis de varianza (Anova) respalda la validez del modelo. El estadístico F (198,33), junto con su valor crítico de F (8,001E-06), que es extremadamente bajo, indica que el modelo es altamente significativo. Esto significa que el aumento en los años tiene un impacto estadísticamente relevante en el

número de artículos científicos publicados. En otras palabras, a medida que pasa el tiempo, el número de artículos publicados por las universidades tiende a aumentar. *Tabla 4*

	Grados de libertad	***Suma de cuadrados***	***Promedio de los cuadrados***	***F***	***Valor crítico de F***
Regresión	1	19472514	19472514	198,33109	8,00E-06
Residuos	6	589091,12	98181,853		
Total	7	20061606			

Tabla 4 Análisis de varianza

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

El modelo de regresión lineal se expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$Y = \beta_{0+}\beta_1 . x$$

Número de artículos = −1370733,01+680,9048x Años

Donde:

- Intercepción (-1370733.01): Representa el valor predicho del número de artículos cuando el año es igual a cero. Aunque este valor no tiene una interpretación práctica directa en este contexto, es parte del cálculo del modelo.
- Coeficiente de la variable independiente (680.9048): Indica que por cada año adicional, el número de artículos científicos publicados aumenta en aproximadamente 680 artículos.

Este coeficiente de 680.9048 es estadísticamente significativo, con un intervalo de confianza del 95% que va desde 562.5981 hasta 799.2114, lo que confirma que el incremento anual en el número de artículos es consistentemente positivo. Esto implica que el crecimiento en la producción académica de las universidades es estable y predecible dentro del rango de los datos estudiados *Tabla 5*.

En resumen, el modelo no solo permite identificar una tendencia de crecimiento anual en el número de publicaciones científicas, sino que también proporciona una base sólida para predecir futuras publicaciones con un alto nivel de confianza. Esto es particularmente útil para evaluar el progreso de la producción académica en las universidades y escuelas politécnicas del Ecuador.

	Coeficientes	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*	*Inferior 95%*	*Superior 95%*	*Inferior 95,0%*	*Superior 95,0%*
Intercepción	-1370733,01	97593,2994	-14,0453599	8,1271E-06	-1609535,21	-1131930,81	-1609535,21	-1131930,81
Variable X 1	680,904762	48,3493865	14,0830073	8,001E-06	562,598075	799,211449	562,598075	799,211449

Tabla 5. Coeficientes del modelo

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del SIIES

https://doi.org/10.55204/trj.v4i1.e47

4. CONCLUSIONES:

La colaboración en la producción académica está profundamente influenciada por factores vinculados a la política pública y las condiciones del entorno de investigación, tales como el acceso a recursos y la implementación de políticas que promueven la cooperación interinstitucional. Además, la existencia de un idioma común entre los investigadores ha demostrado ser un facilitador clave para la colaboración Otro aspecto relevante identificado es la infraestructura tecnológica, que juega un papel crucial en la consolidación de redes académicas y en la eficiencia del proceso.

La agrupación de los artículos científicos se realizó mediante el método de k-prototipos, segmentándolos en cuatro clústeres basados en similitudes de características, destacando el impacto de las revistas, medido por el índice SJR, como criterio clave. El clúster 2 tiene una mayor proporción de artículos en revistas de alto impacto, especialmente en ciencias naturales, matemáticas y estadísticas, lo que indica una asociación positiva entre estas áreas y publicaciones de prestigio. En contraste, los clústeres 3 y 4 muestran menos artículos en revistas de élite. Las disciplinas como artes, humanidades, agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria presentan una mayor dispersión entre los clústeres, lo que refleja una mayor variabilidad en el impacto de las revistas. En cuanto al tipo de financiamiento, las universidades públicas se concentran en publicaciones de mayor impacto, mientras que las privadas tienden a publicar más en revistas de impacto moderado, sugiriendo diferencias en el acceso o la priorización de investigaciones de alto impacto entre ambos tipos de instituciones.

El análisis de regresión lineal realizado, con el número de artículos publicados por año como variable dependiente y los años como variable independiente, mostró un ajuste significativo para la producción académica en universidades y escuelas politécnicas de Ecuador entre 2015 y 2022. El coeficiente de determinación (R^2= 0.9706) indica que el 97.06% de la variabilidad en el número de artículos publicados se explica por el tiempo, lo que demuestra un ajuste sólido. Además, el R^2 ajustado es 0.9657, reforzando la calidad del modelo. Se estima que cada año se publican 681 artículos más, con un intervalo de confianza del 95% entre 563 y 799 artículos, lo que confirma un crecimiento constante y predecible en la producción científica durante este período.

REFERENCIAS

Araujo-Bilmonte, E., Huertas-Tulcanaza, L., & Párraga-Stead, K. (2020). Análisis de la producción científica del Ecuador a través de la plataforma Web of Science. *Cátedra*, *3*(2), 150–165. https://doi.org/10.29166/catedra.v3i2.2160

Bermudez, C., Diaz, A., Rogriguez, E., & Garcia, C. (2019). *Modelo basado en técnicas de minería de datos para análisis de factores de deserción estudiantil.*

Castillo, J. A., & Powell, M. A. (2019). Análisis de la producción científica del Ecuador e impacto de la colaboración internacional en el periodo 2006-2015. *Revista Española de Documentación Científica*, *42*(1), 225. https://doi.org/10.3989/redc.2019.1.1567

Herrera-Franco, G., Montalván-Burbano, N., Mora-Frank, C., & Bravo-Montero, Lady. (2021). Scientific research in ecuador: A bibliometric analysis. *Publications*, *9*(4), 1–34. https://doi.org/10.3390/publications9040055

Jang, H. J., Kim, B., Kim, J., & Jung, S. Y. (2018). An efficient grid-based k-prototypes algorithm for sustainable decision-making on spatial objects. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(8). https://doi.org/10.3390/su10082614

Londoño, J. V. E., Castaño, D. A., Ruiz, M. P. R., & Botero, J. C. R. (2016). Evaluación auténtica del impacto social de procesos, proyectos y productos de investigación universitaria: Un acercamiento desde los grupos de

investigación. *Revista Lasallista de Investigacion*, *13*(1), 166–180. https://doi.org/10.22507/rli.v13n1a14

Moreira-Mieles, L., Morales-Intriago, J. C., Crespo-Gascón, S., & Guerrero-Casado, J. (2020). Characterization of the scientific production in Ecuador for the period 2007-2017 in scopus. *Investigacion Bibliotecologica*, *34*(82), 141–157. https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2020.82.58082

Ortiz-Espinoza, F., García-Macas, G., & Ortega, D. (2019). Factors involved in the scientific production of Ecuadorian Universities and Polytechnical Schools in 2014. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, *2019-July*(July 2019), 24–26. https://doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.287

Prince, Á. C. (2020). Política pública de educación superior inclusiva como instrumento para incorporación de mujeres a carreras de ciencia y tecnología en Latinoamérica. *Revista Educación Las Américas*, *10*, 138–148. https://doi.org/10.35811/rea.v10i0.74

Urbizagástegui-Alvarado, R. (2005). La productividad científica de los autores. Un modelo de aplicación de la ley de Lotka por el método del poder inverso generalizado. *Información, Cultura y Sociedad*, *12*(12), 51–73. http://www.scielo.org.ar/pdf/ics/n12/n12a04.pdf

Wullenkord, M. C., Tröger, J., Hamann, K. R. S., Loy, L. S., & Reese, G. (2021). Anxiety and climate change : a validation of the Climate Anxiety Scale in a German - speaking quota sample and an investigation of psychological correlates. *Climatic Change*. https://doi.org/10.1007/s10584-021-03234-6

Araujo-Bilmonte, E., Huertas-Tulcanaza, L., & Párraga-Stead, K. (2020). Análisis de la producción científica del Ecuador a través de la plataforma Web of Science. *Cátedra*, *3*(2), 150–165. https://doi.org/10.29166/catedra.v3i2.2160

Bermudez, C., Diaz, A., Rogriguez, E., & Garcia, C. (2019). *Modelo basado en técnicas de minería de datos para análisis de factores de deserción estudiantil.*

Castillo, J. A., & Powell, M. A. (2019). Análisis de la producción científica del Ecuador e impacto de la colaboración internacional en el periodo 2006-2015. *Revista Española de Documentación Científica*, *42*(1), 225. https://doi.org/10.3989/redc.2019.1.1567

Herrera-Franco, G., Montalván-Burbano, N., Mora-Frank, C., & Bravo-Montero, Lady. (2021). Scientific research in ecuador: A bibliometric analysis. *Publications*, *9*(4), 1–34. https://doi.org/10.3390/publications9040055

Jang, H. J., Kim, B., Kim, J., & Jung, S. Y. (2018). An efficient grid-based k-prototypes algorithm for sustainable decision-making on spatial objects. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(8). https://doi.org/10.3390/su10082614

Londoño, J. V. E., Castaño, D. A., Ruiz, M. P. R., & Botero, J. C. R. (2016). Evaluación auténtica del impacto social de procesos, proyectos y productos de investigación universitaria: Un acercamiento desde los grupos de investigación. *Revista Lasallista de Investigacion*, *13*(1), 166–180. https://doi.org/10.22507/rli.v13n1a14

Moreira-Mieles, L., Morales-Intriago, J. C., Crespo-Gascón, S., & Guerrero-Casado, J. (2020). Characterization of the scientific production in Ecuador for the period 2007-2017 in scopus. *Investigacion Bibliotecologica*, *34*(82), 141–157. https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2020.82.58082

Ortiz-Espinoza, F., García-Macas, G., & Ortega, D. (2019). Factors involved in the scientific production of Ecuadorian Universities and Polytechnical Schools in 2014. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, *2019-July*(July 2019), 24–26. https://doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.287

Prince, Á. C. (2020). Política pública de educación superior inclusiva como instrumento para incorporación de mujeres a carreras de ciencia y tecnología en Latinoamérica. *Revista Educación Las Américas*, *10*, 138–148. https://doi.org/10.35811/rea.v10i0.74

Urbizagástegui-Alvarado, R. (2005). La productividad científica de los autores. Un modelo de aplicación de la ley de Lotka por el método del poder inverso generalizado. *Información, Cultura y Sociedad*, *12*(12), 51–73. http://www.scielo.org.ar/pdf/ics/n12/n12a04.pdf

Wullenkord, M. C., Tröger, J., Hamann, K. R. S., Loy, L. S., & Reese, G. (2021). Anxiety and climate change : a validation of the Climate Anxiety Scale in a German - speaking quota sample and an investigation of psychological correlates. *Climatic Change*. https://doi.org/10.1007/s10584-021-03234-6