

Huella Digital de la Producción Científica del Ideam: Un Análisis Bibliométrico

Informe del Diagnóstico de la Producción, Colaboración e Impacto Temático
(Período de Análisis: 2015 – 2025)

Proyecto colaborativo entre el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios
Ambientales - IDEAM y la Escuela Superior de Empresa, Ingeniería y Tecnología - ESEIT,
en el marco de la Especialización en Big Data y Analítica de Datos.

Autores:

Ángela Vanesa Galvis Lozano
Dora Lizeth Pena Triana
Liliana Paola Fonseca Rojas

Asesoría:

Asesor Académico ESEIT: Cesar Augusto Espinosa Vargas

Asesor IDEAM: Julio Cesar León Luquez

Bogotá, D.C., Colombia

2025

Tabla de contenido

Tabla de contenido	2
Lista de figuras	3
Lista de Tablas	4
1. Introducción	5
2. Metodología y resultados	6
2.1 Diseño general	6
2.2 Búsqueda y consolidación en Scopus	8
2.3 Búsqueda y consolidación en Google Académico	11
2.4 Clasificación temática	13
3. Análisis bibliométrico	16
3.1 Producción científica SCOPUS	16
3.1.1 Visibilidad global y colaboraciones	22
3.1.2 Análisis temático Ideam vs áreas temáticas scopus	32
3.2 Producción científica Google Académico:	34
3.2.1 Análisis descriptivo	34
4. Conclusiones	43
5. Recomendaciones	45
6. Anexos	47

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Flujograma metodológico y resultados obtenidos	6
Figura 2. Ejemplo de consulta avanzada realizada en Scopus.....	8
Figura 3. Resultados de la búsqueda por título en Google Académico mostrados en la interfaz de Publish or Perish	12
Figura 4. Tipología de documentos	16
Figura 5. Evolución temporal de los documentos en Scopus	17
Figura 6. Distribución por Frecuencia de Palabras Clave de Índice	18
Figura 7. Frecuencia de autores.....	19
Figura 8. Distribución de idiomas de los documentos en Scopus	20
Figura 9. Editoriales con mayor frecuencia	21
Figura 10. Distribución por Afiliación Geográfica de Autores.	23
Figura 11. Mapa de coautoría de países con datos de Scopus	26
Figura 12. Mapa de coautoría de autores con datos de Scopus.....	27
Figura 13. Mapa de coautoría de organizaciones con datos de Scopus.....	29
Figura 14. Clasificación temática	32
Figura 15. Publicaciones del Ideam con el número de citas de Google académico ...	35
Figura 16. Producción anual en Google académico.....	36
Figura 17. Evolución anual de citas y ecc en Google académico	37
Figura 18. Fuentes principales datos de Google académico	38
Figura 19. Autores principales en Google académico	39
Figura 20. Matriz de correlación entre los campos de la base de Google académico	40
Figura 21. Relación 3D entre año y variables numéricas de la base de Google académico	41
Figura 22. Distribución temática de los datos de Google académico	42

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Resumen de Criterios y Parámetros de Búsqueda Utilizados en Scopus.....	9
Tabla 2. Distribución de Publicaciones según la Clasificación Interna IDEAM.....	14
Tabla 3. Distribución de Publicaciones según las Áreas Temáticas de Scopus.....	15
Tabla 4. Lista de países generados por VOSviewer	24
Tabla 5. Top 20 de autores por VOSviewer	28
Tabla 6. Top 30 de organizaciones por VOSviewer	30

1. Introducción

En el contexto actual de transformación digital y de creciente demanda de evidencia científica para la toma de decisiones, la visibilidad de la producción académica de las instituciones públicas adquiere un valor estratégico. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), como entidad técnica y científica del Sistema Nacional Ambiental (SINA) adscrita al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), desempeña un papel fundamental en la generación de conocimiento y en la producción de información confiable, consistente y oportuna sobre las dinámicas hidrológicas, meteorológicas y ambientales del país. Estos insumos resultan esenciales para la gestión del riesgo, el ordenamiento territorial, la planificación ambiental y la toma de decisiones por parte de los sectores público, privado y de la ciudadanía.

La misión institucional del IDEAM destaca su naturaleza técnico-científica orientada a fortalecer la comprensión del estado del ambiente y de los recursos naturales del territorio nacional. De igual manera, su visión proyectada para 2026 plantea el objetivo de consolidarse como un instituto modelo, reconocido tanto a nivel nacional como internacional por la generación y suministro de información hidrológica, meteorológica y ambiental de alta calidad, indispensable para el desarrollo sostenible y la gestión de los efectos del cambio climático.

No obstante, pese a esta labor y a los avances alcanzados, el impacto científico del IDEAM permanece parcialmente disperso y subrepresentado en los ecosistemas académicos y digitales especializados. Factores como el uso limitado de herramientas bibliométricas y la necesidad de fortalecer la articulación formal con la academia han dificultado su posicionamiento pleno como actor clave en la generación de conocimiento científico en el país. Esta situación subraya la importancia de consolidar un perfil institucional de investigación que permita caracterizar la huella digital del IDEAM durante la última década (2015–2025), visibilizando su identidad académica, sus áreas de especialización y sus redes de colaboración estratégicas.

En este marco, el presente proyecto de especialización tiene como propósito caracterizar la producción científica del IDEAM mediante técnicas de análisis bibliométrico, con el fin de construir un perfil institucional robusto que fortalezca su posicionamiento en la comunidad científica nacional e internacional. Este perfil no solo contribuirá a la gestión del conocimiento y a la toma de decisiones, sino que también abrirá oportunidades para la cooperación interinstitucional y la divulgación científica.

2. Metodología y resultados

2.1 Diseño general

La metodología del presente informe se diseñó para cumplir los dos primeros Objetivos Específicos del proyecto, enfocados en la recolección, procesamiento y análisis de la producción científica del IDEAM para el período 2015–2025, tal como se detalla en el flujograma (figura 1). El proceso se dividió en tres etapas clave que corresponden a los objetivos 1 y 2, mientras que el Objetivo 3 se desarrolla de forma paralela en la plataforma SharePoint.

Figura 1. Flujograma metodológico y resultados obtenidos



Elaboración propia.

A continuación, se detallan los pasos seguidos para el cumplimiento de los objetivos 1 y 2:

➤ Etapas 1: Compilación de la Producción Científica (Objetivo Específico 1)

El primer objetivo estuvo enfocado en compilar la producción científica del IDEAM publicada en la última década (2015–2025) en bases de datos académicas y repositorios institucionales. Esta etapa fue crucial para construir el corpus de análisis:

- **Fuentes de Datos:** Se realizó una revisión exhaustiva de publicaciones base, empleando tanto el Repositorio Institucional IDEAM como bases de datos académicas reconocidas: Publish or Perish (Google Académico) y Scopus.

- **Proceso de Normalización:** Una vez extraídos los registros de las diferentes fuentes, se procedió a la unificación, limpieza y normalización de la información bibliográfica para garantizar la coherencia y evitar la duplicidad.
- **Herramienta de Gestión:** Las herramientas clave utilizadas en esta etapa fueron la revisión manual de los repositorios y la consolidación de la información en un entorno estructurado (ej. Microsoft Office).

➤ Etapas 2: Análisis Bibliométrico (Objetivo Específico 2)

El segundo objetivo consistió en analizar la producción científica compilada mediante técnicas bibliométricas para evaluar sus indicadores de impacto, evolución temática y redes de colaboración.

- **Procesamiento y Análisis:** El procesamiento avanzado de la base de datos se llevó a cabo utilizando el lenguaje de programación Python (Colab). Esto permitió calcular indicadores clave, generar tablas, y crear representaciones gráficas de la producción científica.
- **Análisis de Redes y Visualización:** Para la evaluación de redes de colaboración y la evolución temática, se empleó la herramienta especializada VOSviewer y Python. Esta aplicación es fundamental para la visualización de datos bibliométricos y la identificación de clústeres temáticos.
- **Resultados de la Etapa:** Los resultados de esta etapa se consolidan en este Informe, que contiene los indicadores cuantitativos de la huella digital del IDEAM.

➤ Etapas 3: Gestión y Desarrollo del Perfil Institucional (Objetivo Específico 3)

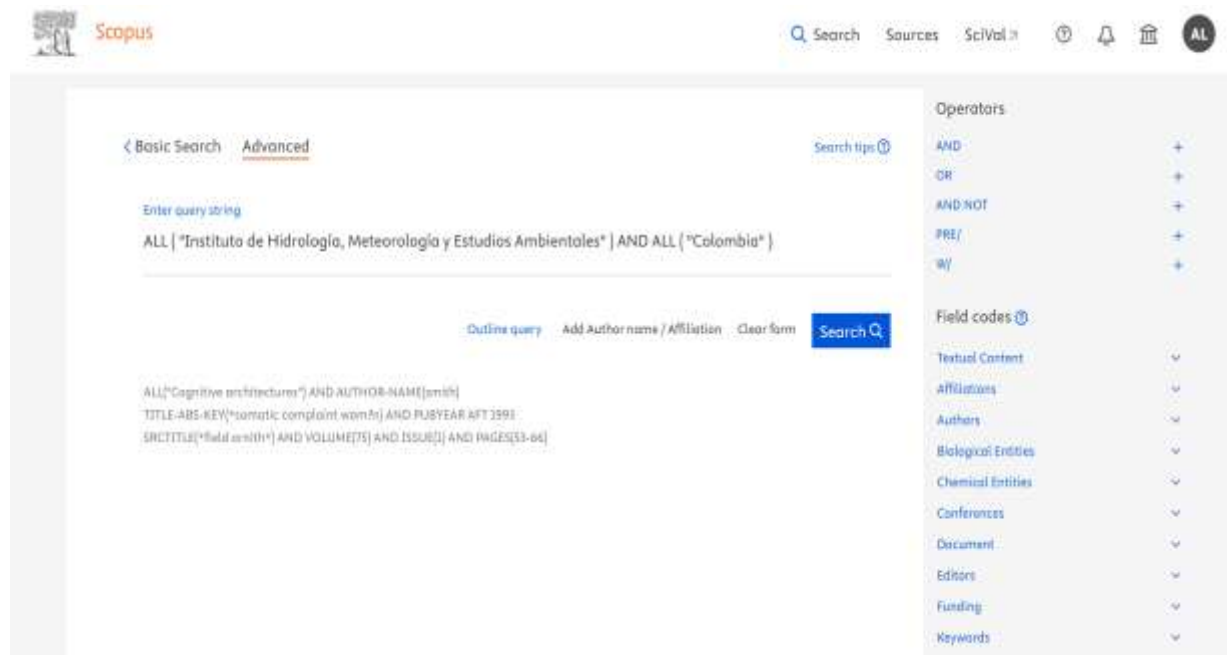
El Objetivo Específico 3 “Construir el perfil institucional de investigación del IDEAM”, requirió la integración de los hallazgos bibliométricos (Objetivos 1 y 2) con una herramienta de gestión y colaboración interna.

- **Desarrollo en SharePoint:** El diseño del perfil institucional, que refleja la identidad académica y las áreas de especialización, se llevó a cabo dentro de la plataforma de gestión documental y colaboración Microsoft SharePoint. Esta elección facilita la integración del perfil con los flujos de trabajo internos del IDEAM y su fácil actualización y difusión en la comunidad científica y entre el personal.

2.2 Búsqueda y consolidación en Scopus

Se ejecutó la búsqueda en la base de datos Scopus utilizando el módulo de Búsqueda Avanzada (Advanced Search). El objetivo principal fue identificar exhaustivamente publicaciones académicas y técnicas donde el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) figurara como autor, coautor, entidad afiliada o referencia citada.

Figura 2. Ejemplo de consulta avanzada realizada en Scopus



Scopus

Search Sources SciVal

Basic Search **Advanced** Search tips

Enter query string

ALL (\"Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales\") AND ALL (\"Colombia\")

Outline query Add Author name / Affiliation Clear form Search

ALL (\"Cognitive architectures\") AND AUTHOR-NAME (smith)
TITLE-ABS-KEY (\"somatic complaint women\") AND PUBYEAR AFT 2000
SRCTITLE (\"field smith\") AND VOLUME (75) AND ISSUE (1) AND PAGES (53-64)

Operators

- AND +
- OR +
- AND NOT +
- PRE/ +
- W/ +

Field codes

- Textual Content
- Affiliations
- Authors
- Biological Entities
- Chemical Entities
- Conferences
- Document
- Editors
- Funding
- Keywords

Dada la variabilidad en la forma en que los autores referencian al IDEAM, la estrategia se diseñó para maximizar la recuperación de resultados pertinentes. Para ello, se empleó una colección de 102 cadenas de búsqueda (ANEXO #1), construidas a partir de la identificación previa de 72 publicaciones con ISBN registradas ante la Cámara Colombiana del Libro. La metodología combinó operadores booleanos (AND, OR), campos específicos de Scopus (por ejemplo, afiliación y título de referencia) y filtros temporales (2015–2025) y geográficos (Colombia).

Tabla 1. Resumen de Criterios y Parámetros de Búsqueda Utilizados en Scopus

Criterio de Búsqueda	Campos de Scopus Utilizados	Expresión Clave (Ejemplos)	Descripción
Identificación Institucional	AFFIL, REF, ALL	"Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales", IDEAM, "Institute of Hydrology, Meteorology..."	Se buscó si el IDEAM era la institución afiliada al autor, si era citado en las referencias, o si era mencionado en cualquier campo.
Filtro Geográfico	AFFIL, ALL	"Colombia"	Se utilizó para asegurar la pertinencia territorial de los resultados y desambiguar el acrónimo IDEAM.
Citación de Informes Clave	TITLE, TITLE-ABS-KEY, REFTITLE	REFTITLE ("Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia" W/3 20*), TITLE ("Estudio Nacional del Agua")	Se buscaron publicaciones que citaran títulos exactos de los informes técnicos fundamentales del IDEAM, o que los tuvieran como tema central.
Periodicidad (Filtro Temporal)	PUBYEAR	PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2026	Se aplicó este filtro en la mayoría de las cadenas para restringir la búsqueda a la producción y citación reciente, abarcando el periodo del 1 de enero de 2015 al 31 de diciembre de 2025.

Los resultados de cada ecuación se exportaron desde Scopus en formato CSV, por ser el más adecuado para el análisis bibliométrico. El proceso de consolidación y limpieza se documentó detalladamente en el ANEXO #2. En primera instancia, se integraron los 38 archivos CSV en un único DataFrame con 2832 registros, verificándose previamente que todos los archivos contaban con codificación UTF-8-SIG. Una vez unificados, se normalizaron los encabezados de las columnas, traduciéndolos al español y estandarizando su formato.

La etapa de limpieza se centró en optimizar la estructura de los datos. Se eliminaron 23 columnas con más del 80% de valores nulos o con escasa relevancia para el estudio, reduciendo el DataFrame de 41 a 18 columnas. Posteriormente, se aplicó un filtro temporal estricto que permitió mantener únicamente los registros publicados entre 2015 y 2025, lo que implicó la eliminación de 53 documentos fuera del rango de análisis. También se normalizó el texto de las columnas clave (título, resumen, autores y afiliaciones), convirtiéndolo a minúsculas y eliminando acentos para facilitar la agregación y el procesamiento.

Finalmente, se realizó la depuración de duplicados utilizando el DOI (Digital Object Identifier) como identificador principal. De los 2779 registros con DOI, se eliminaron 1283 duplicados, conservando la primera ocurrencia. En total, se excluyeron 1336 registros (incluyendo los duplicados y los fuera del periodo de estudio). El proceso culminó con una base consolidada de 1496 registros a la cual se le realizó un filtro adicional para consolidar la base final de 1277 registros de artículos, lista para su uso en el análisis temático.

Tras la etapa de limpieza y filtrado de datos, se conservaron un total de 18 variables en el DataFrame final. Estas se han clasificado y se agrupan en las siguientes tres categorías lógicas, facilitando la interpretación y el uso de la base de datos para la fase de análisis:

1) Campos de Autoría e Identificación

Categoría	Variable Conservada	Descripción
Autoría	autores, nombres_completos_autores, id_autores, afiliaciones, autores_con_afiliacion	Nombres abreviados y completos de los autores, sus identificadores únicos, y la información de sus afiliaciones.
Documento	título, año, idioma_original, tipo_documento	Título, año de publicación, idioma y tipo de documento (artículo, <i>review</i> , etc.).
Identificadores Únicos	doi, eid	Identificador de Objeto Digital y el identificador exclusivo del registro en Scopus.

2) Campos de Publicación y Formato

Categoría	Variable Conservada	Descripción
Impacto	citado_por	Número de veces que el documento ha sido citado.
Palabras Clave	palabras_clave_autores, palabras_clave_indice	Palabras clave proporcionadas por los autores y las palabras clave asignadas por el índice.
Referencias	referencias	Lista de las referencias citadas dentro del documento.

3) Métricas de Impacto y Gestión

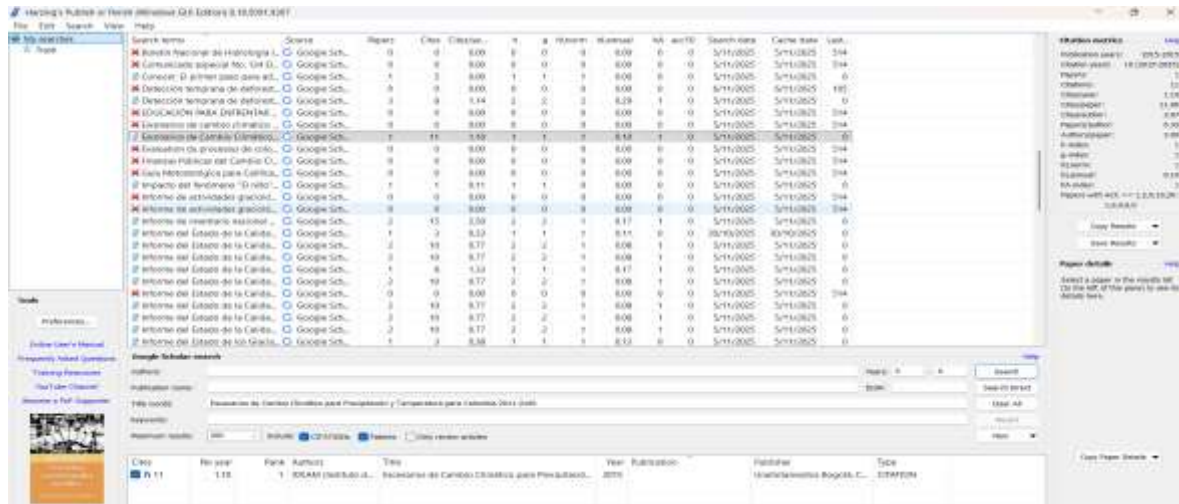
Categoría	Variable Conservada	Descripción
Fuente	fuelle, editorial	Nombre de la fuente (revista, libro, etc.) y la editorial.
Gestión	enlace	URL o hipervínculo directo al documento.

2.3 Búsqueda y consolidación en Google Académico

A diferencia de la estrategia empleada en Scopus, que utilizó cadenas de búsqueda amplias, la recuperación de datos en Google Académico se centró en la búsqueda por títulos exactos (ANEXO #3). El objetivo fue identificar artículos o documentos que hubieran citado directamente los informes técnicos y documentos clave del IDEAM.

Se utilizó el software Publish or Perish (PoP) versión 8 para automatizar y gestionar la consulta. PoP se configuró para interactuar directamente con el motor de búsqueda de Google Académico, garantizando la trazabilidad de los resultados y su exportación en formato CSV.

Figura 3. Resultados de la búsqueda por título en Google Académico mostrados en la interfaz de Publish or Perish



The screenshot displays the Publish or Perish software interface. The main window shows a list of search results for the query 'Escuela Superior de Empresa, Ingeniería y Tecnología'. The results are organized into columns: Rank, Title, Author, Year, Cites, and G-index. The top results are from Google Scholar, with titles like 'Escuela Superior de Empresa, Ingeniería y Tecnología' and 'Escuela Superior de Empresa, Ingeniería y Tecnología'. The right sidebar shows the 'Statistics' tab, displaying various metrics such as 'Total Cites', 'H-index', and 'M-index'. The bottom of the interface shows a list of selected records, including the title 'Escuela Superior de Empresa, Ingeniería y Tecnología' and the author 'Escuela Superior de Empresa, Ingeniería y Tecnología'.

El proceso comenzó con la búsqueda de 140 consultas en Publish or Perish, de las cuales se obtuvieron 42 archivos que contenían un total de 79 registros válidos. Estos archivos fueron procesados utilizando Python en el entorno de Colab para realizar una limpieza preliminar de los datos.

La limpieza inicial permitió consolidar una base de datos de 49 registros. Sin embargo, algunos registros presentaban discrepancias, tales como variaciones en el orden de los autores o la adición de descripciones extras en los títulos, lo que generaba duplicados. Por lo tanto, se realizó una validación manual de los registros con el fin de unificar aquellos que, pese a las diferencias, correspondían a la misma publicación.

Tras esta validación y unificación de registros, la base de datos final quedó reducida a 23 registros. Estos registros fueron luego clasificados según la subdirección correspondiente en el IDEAM.

Es importante destacar que, en el proceso de búsqueda y consulta en Google Académico, solo se identificaron citas a publicaciones relacionadas con estudios ambientales y ecosistemas en los últimos 10 años. Finalmente, la base de datos consolidada contiene los siguientes 15 campos: cites, authors, title, year, Subdirección_Ideam, citesurl, gsrnk, querydate, type, ecc, citesperyear, citesperauthor, authorcount, age y relatedurl.

2.4 Clasificación temática

El objetivo principal de la clasificación temática de las publicaciones fue identificar las fortalezas institucionales y la visibilidad de la producción científica del IDEAM en los distintos dominios del conocimiento. A través de esta clasificación, se busca comprender la orientación temática y la influencia disciplinar de la producción científica del Instituto en el contexto global. El análisis también permite contrastar las temáticas de la producción científica del IDEAM con sus áreas de especialización interna (hidrología, meteorología, ecosistemas y estudios ambientales) tomando como referencia la clasificación temática de Scopus, con el fin de obtener una visión más clara de la transversalidad y el impacto misional de la institución.

Para la asignación temática de cada publicación se utilizaron dos sistemas de clasificación:

1. **Clasificación Interna IDEAM:** Esta clasificación se basó en las áreas misionales del IDEAM, representadas por sus subdirecciones: Hidrología, Meteorología, Estudios Ambientales y Ecosistemas. Para clasificar las publicaciones, se asignaron palabras clave a cada una de estas áreas temáticas, de acuerdo con su relevancia en los campos de investigación del IDEAM.
2. **Clasificación de Scopus:** Para contrastar la clasificación interna del IDEAM con el ámbito global, se utilizó la clasificación temática de Scopus. Sin embargo, debido a limitaciones técnicas, no fue posible descargar directamente las áreas temáticas en las consultas realizadas en Scopus, por lo que esta clasificación se hizo de forma manual, buscando el área temática correspondiente para cada registro.

La clasificación de las publicaciones se realizó mediante el uso de un sistema automatizado basado en Python, que asignó una temática a cada publicación según las palabras clave encontradas en los títulos de las publicaciones. Las publicaciones fueron asignadas a un área temática específica de acuerdo con la presencia de palabras clave relacionadas en el título. El proceso de clasificación se realizó utilizando un diccionario de palabras clave para cada área temática (Hidrología, Meteorología, Ecosistemas, y Estudios Ambientales), y se verificó la coincidencia de términos en los títulos de las publicaciones.

En caso de encontrar varias coincidencias, la publicación fue asignada a la primera categoría que coincidiera. Si no se detectaron coincidencias con las áreas definidas, la publicación fue clasificada en "Estudios Ambientales" (ANEXO #4).

Cuando se detectaron publicaciones con un enfoque interdisciplinario o que abarcaban varias áreas temáticas, se asignó la temática principal basada en la palabra clave más relevante o predominante en el título. Si una publicación abarcaba múltiples áreas de forma equitativa, se priorizó la clasificación según la temática que tuviera mayor relación con los objetivos misionales del IDEAM. El resultado final del proceso de clasificación temática permitió consolidar la orientación disciplinar de la producción científica del IDEAM, tanto desde la perspectiva institucional como desde el referente internacional de Scopus.

A continuación, se presenta el resumen de la clasificación según las áreas temáticas internas del IDEAM, lo que permite identificar las líneas de mayor producción, reconocer tendencias en los énfasis de investigación y evidenciar la coherencia entre los temas abordados y los objetivos misionales de la institución.

Tabla 2. Distribución de Publicaciones según la Clasificación Interna IDEAM

Temática Ideam	Registros
Hidrología	445
Ecosistemas	309
Estudios Ambientales	285
Meteorología	238

Posteriormente, se presentan los resultados de la clasificación temática según Scopus, los cuales facilitan la comparación con las tendencias globales de investigación y permiten analizar el grado de alineación entre la producción institucional y los dominios del conocimiento reconocidos internacionalmente. La clasificación incluyó una fase inicial de búsqueda y asignación manual en Scopus, seguida por un tratamiento automatizado para separar y estandarizar las temáticas con el fin de obtener registros independientes. Es importante señalar que esta clasificación se aplicó exclusivamente a los documentos tipo artículo.

Tabla 3. Distribución de Publicaciones según las Áreas Temáticas de Scopus

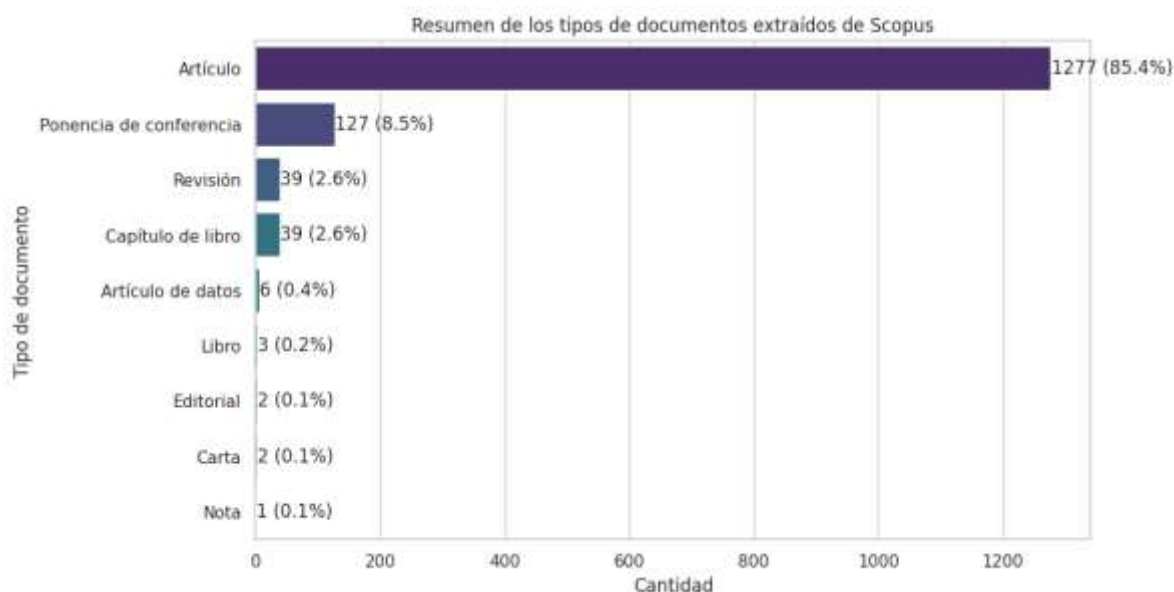
No.	Temática Scopus	Registros
1	Ciencias Ambientales	529
2	Ciencias Agrícolas y Biológicas	484
3	Ciencias de la Tierra y Planetarias	278
4	Ciencias Sociales	262
5	Ingeniería	160
6	Energía	114
7	Bioquímica, Genética y Biología Molecular	101
8	Ciencias de la Computación	72
9	Medicina	63
10	Artes y Humanidades	60
11	Economía, Econometría y Finanzas	42
12	Multidisciplinario	39
13	Química	36
14	Ingeniería Química	33
15	Negocios, Gestión y Contabilidad	33
16	Veterinaria	31
17	Inmunología y Microbiología	26
18	Matemáticas	23
19	Física y Astronomía	21
20	Ciencia de Materiales	14
21	Ciencias de la Decisión	12
22	Farmacología, Toxicología y Farmacéutica	8
23	Neurociencia	5
24	Psicología	2
25	Profesiones de la salud	2
26	Ciencias de la Tierra y Planetarias, Ciencias Sociales	1
27	Ciencias Agrícolas y Biológicas, Ciencias Ambientales	1

3. Análisis bibliométrico

3.1 Producción científica SCOPUS

El análisis bibliométrico inicial se enfoca en la huella de influencia y citación del IDEAM dentro de la base de datos Scopus, considerando un total de 1.496 documentos que referencian o citan la producción del Instituto en el periodo 2015–2025. La distribución de estos documentos por tipo y su evolución temporal revelan el papel estratégico de la información del IDEAM para la comunidad científica.

Figura 4. Tipología de documentos



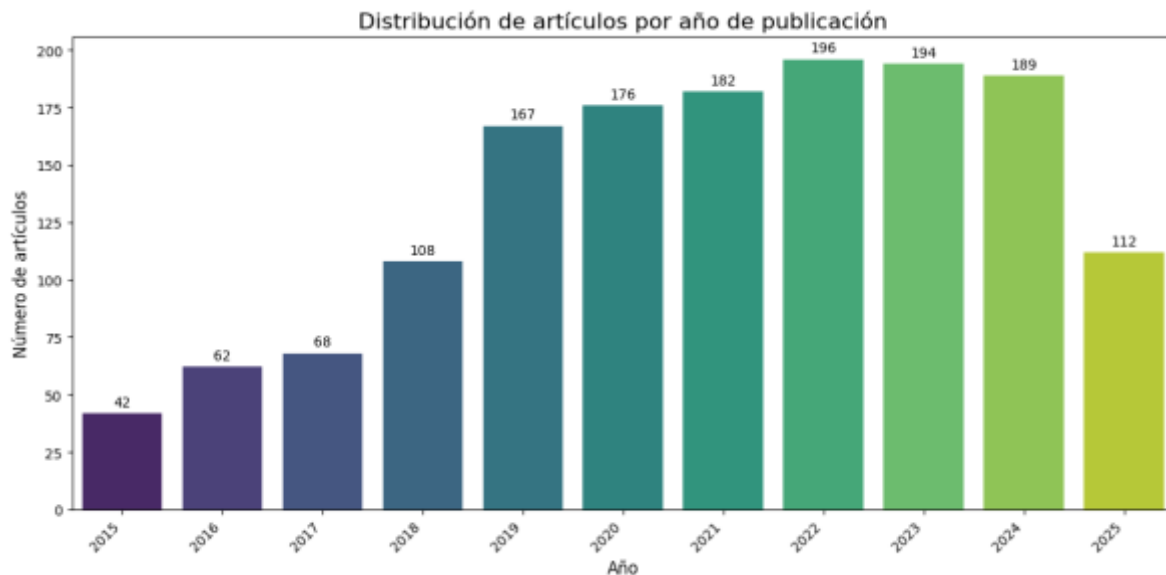
Elaboración propia.

Los resultados de la Figura 4 muestran un claro predominio del artículo científico, que representa el 85,4 % del total de documentos identificados. Este hallazgo confirma que la información producida por el IDEAM es utilizada principalmente como base para investigaciones científicas formales y publicaciones evaluadas por pares. Las ponencias de conferencia constituyen el segundo tipo documental más frecuente (8,5 %), lo que evidencia

la presencia del IDEAM en espacios de discusión académica y divulgación temprana de resultados.

Por su parte, los documentos de revisión y los capítulos de libro representan cada uno el 2,6 % del total, mientras que los artículos de datos, libros, editoriales, cartas y notas presentan participaciones marginales. Esta distribución sugiere oportunidades para fortalecer el aprovechamiento de los datos del IDEAM en formatos de alto impacto, como revisiones sistemáticas y artículos de datos, que contribuyen significativamente a la visibilidad y citación científica.

Figura 5. Evolución temporal de los documentos en Scopus



Elaboración propia.

La distribución anual de los documentos que citan al IDEAM muestra una clara tendencia: la influencia y el uso de la información del Instituto por parte de la comunidad científica se ha incrementado significativamente a lo largo de la última década (Figura 5).

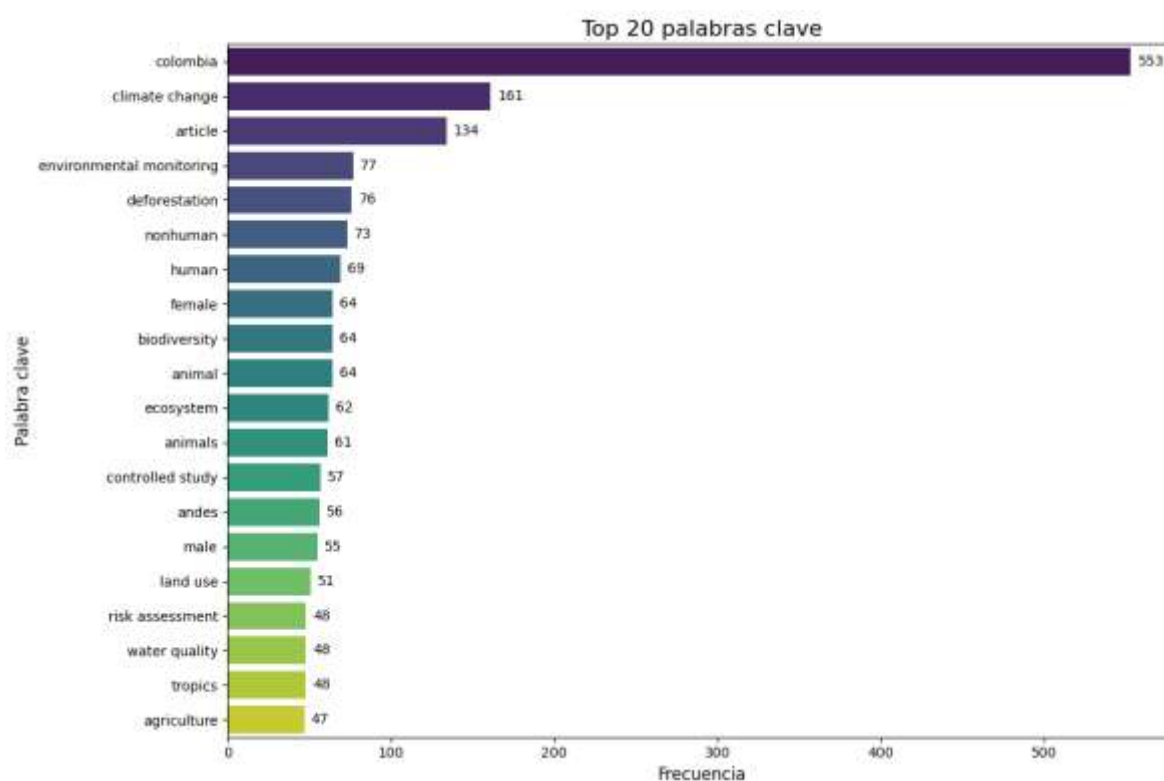
En 2015 se identificaron 42 documentos que referenciaron productos del IDEAM, cifra que aumentó progresivamente hasta alcanzar 167 documentos en 2019, lo que indica un incremento significativo en la apropiación y uso científico del conocimiento generado por el Instituto.

A partir de 2020 se observa una fase de consolidación, caracterizada por valores consistentemente altos de publicaciones citantes. Este comportamiento se refleja en cifras superiores a 170 documentos anuales entre 2020 y 2023, alcanzando su valor máximo en

2022 con 196 documentos. La estabilidad observada en este periodo sugiere que la información producida por el IDEAM se ha integrado de manera estructural en investigaciones científicas, particularmente en estudios relacionados con el análisis ambiental, la climatología y la gestión del recurso hídrico.

En los años más recientes, 2024 y 2025, se presenta una disminución relativa en el número de documentos registrados. No obstante, esta reducción debe interpretarse con cautela, dado que los procesos de publicación, indexación y acumulación de citas en Scopus presentan rezagos temporales, especialmente para los años más cercanos al cierre del periodo de análisis.

Figura 6. Distribución por Frecuencia de Palabras Clave de Índice



Elaboración propia.

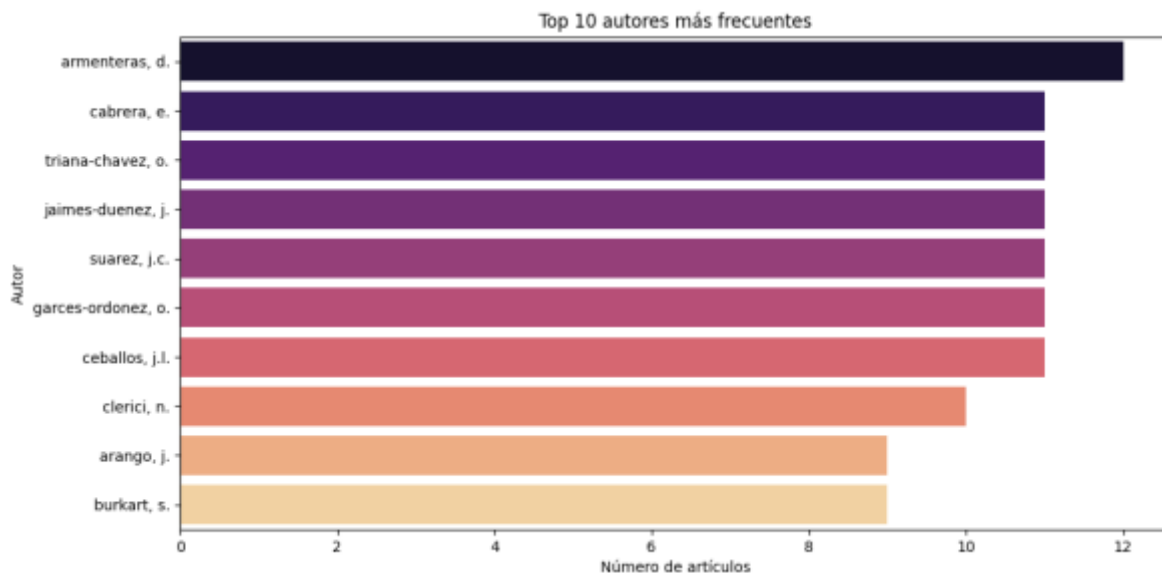
El análisis de las palabras clave más frecuentes en los documentos indexados en Scopus permite identificar las principales líneas temáticas y enfoques de investigación asociados a su producción científica (Figura 6). La palabra clave con mayor frecuencia es “Colombia”,

con 553 ocurrencias, lo que evidencia un marcado enfoque territorial y resalta el papel del IDEAM como fuente oficial de información ambiental para estudios científicos desarrollados en el ámbito nacional.

Entre las temáticas más recurrentes se destaca el cambio climático, con 161 apariciones, seguido de conceptos asociados al monitoreo ambiental, la deforestación, la evaluación del riesgo y la calidad del agua, lo que sugiere una amplia utilización de la información del IDEAM en investigaciones orientadas al análisis de procesos ambientales, la gestión del territorio y la toma de decisiones en contextos de riesgo y sostenibilidad.

Asimismo, se observa una presencia significativa de palabras clave relacionadas con la biodiversidad y los ecosistemas, tales como “biodiversity”, “ecosystem” y términos asociados a componentes humanos y no humanos, lo que indica un uso frecuente de los datos del IDEAM en estudios ecológicos y socioambientales. La inclusión de referencias regionales y productivas, como “Andes”, “tropics”, “land use” y “agriculture”, evidencia además la aplicación de esta información en análisis regionales y sectoriales.

Figura 7. Frecuencia de autores

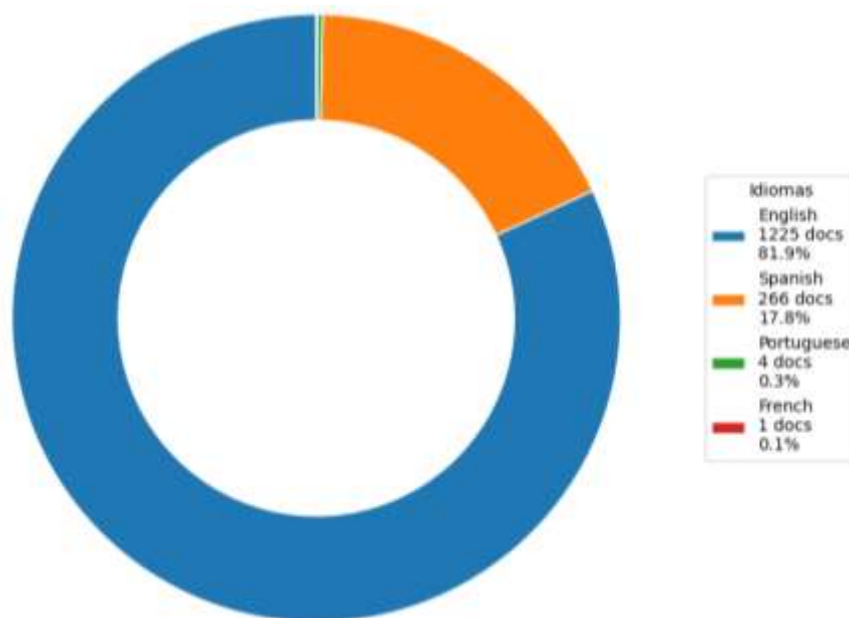


Elaboración propia.

La gráfica del Top 10 autores más frecuentes identifica a los investigadores que tienen el mayor volumen de publicación asociada a la huella digital del IDEAM. Los autores más productivos en la literatura que cita o se afilia al IDEAM son Arménteras, D. (12 artículos), seguido de Cabrera, E., Triana-Chavez, O., Jaimes-Duenez, J., y Suarez, J.C., todos con 11

artículos. Por otro lado, la cercanía en el número de publicaciones entre los 7 primeros autores (entre 11 y 12 artículos) sugiere un grupo reducido y altamente activo de investigadores que utilizan la información del IDEAM o publican en colaboración con la entidad.

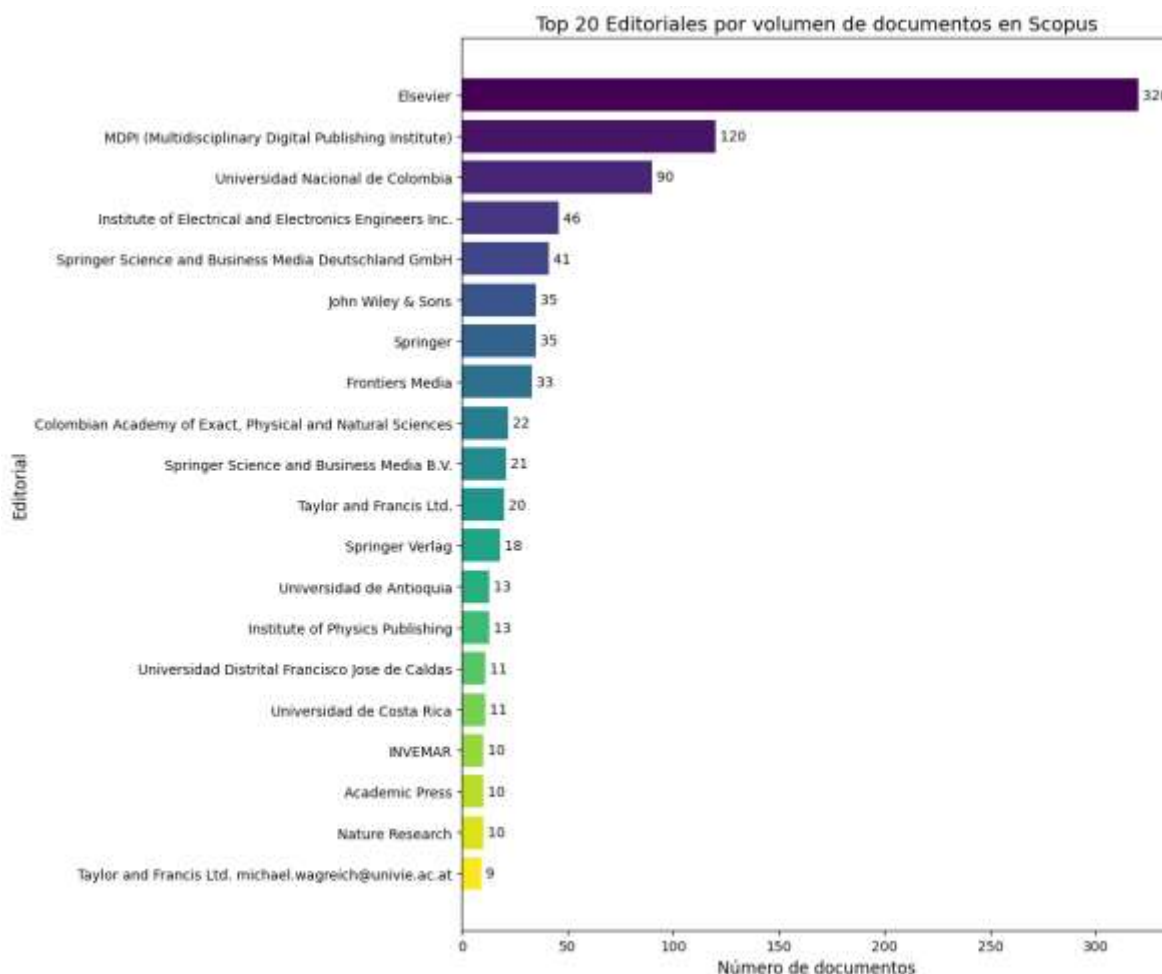
Figura 8. Distribución de idiomas de los documentos en Scopus



Elaboración propia.

La gráfica de anillo (Figura 8) evidencia que la producción científica está fuertemente concentrada en el idioma inglés, que representa alrededor del 82% de los documentos analizados. Esto refleja una clara orientación hacia la comunidad científica internacional y sugiere un esfuerzo por posicionar los resultados de investigación en revistas y espacios de alta visibilidad global. El español, con cerca del 18%, mantiene un papel importante, especialmente en publicaciones orientadas al contexto nacional y a la divulgación técnica y científica dentro del país. Otros idiomas, como el portugués y el francés, tienen una participación marginal inferior al 1%, lo que indica una limitada presencia en comunidades científicas no angloparlantes.

Figura 9. Editoriales con mayor frecuencia



Elaboración propia.

El análisis del volumen de documentos indexados en Scopus revela una alta concentración de la producción en las principales editoriales, liderada de manera dominante por Elsevier con 320 documentos. Esta cifra no solo triplica a la del segundo clasificado, sino que subraya el papel hegemónico de esta corporación global en la difusión de literatura científica. Le sigue de cerca MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute) con 120 documentos, destacando la creciente importancia de las plataformas de Acceso Abierto en el panorama de la publicación académica. Más allá de estos dos líderes, el ranking muestra la presencia esperada de otros gigantes globales como Springer Nature (con sus distintas denominaciones, como Springer Science and Business Media Deutschland GmbH y B.V.), John Wiley & Sons y Taylor & Francis Ltd., todos ellos cimentando la base de la literatura científica indexada.

Asimismo, editoriales de gran reconocimiento global como IEEE, Springer, Wiley y Taylor & Francis aparecen dentro del ranking, confirmando que una parte significativa de las publicaciones se canaliza a través de actores consolidados del mercado editorial científico. Por otra parte, se observa una participación destacada de editoriales colombianas como la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, la Universidad de Antioquia, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas e INVEMAR, lo que refleja la diversidad y vitalidad del ecosistema editorial del país.

3.1.1 Visibilidad global y colaboraciones

Para el análisis de visibilidad global y colaboraciones internacionales, se utilizó la herramienta VOSviewer en combinación con los datos extraídos de Scopus. En este análisis, la unidad de análisis fue definida en tres niveles: países, organizaciones y autores, lo que permitió una comprensión integral de las redes de coautoría desde diferentes perspectivas. El método de conteo completo se aplicó para contabilizar todos los documentos en los que participaron los países, las organizaciones y los autores, sin excluir ninguna colaboración, lo que garantizó una representación precisa de las conexiones científicas a nivel global. A través de esta metodología, se generaron mapas de coautoría que ilustran cómo las distintas entidades (países, instituciones y autores) están interconectadas en términos de producción científica. Este enfoque facilita la identificación de los principales focos de investigación, las colaboraciones más destacadas y la visibilidad internacional de los actores científicos involucrados.

Por otra parte, se elaboró el mapa mundial de distribución geográfica de autores por país (Figura 10) que ilustra la concentración y la dispersión de las afiliaciones institucionales de los autores dentro del conjunto de documentos analizados. La visualización utiliza círculos verdes cuyo tamaño es directamente proporcional al número de trabajos aportados por autores de ese país. Este mapa demuestra la centralidad de la producción en Colombia, actuando como el principal foco de generación de conocimiento en el área de estudio. Pese a este dominio, la presencia de círculos secundarios en América del Norte, Europa y otras regiones de América Latina indica un alcance geográfico global de la producción científica.

Figura 10. Distribución por Afiliación Geográfica de Autores.



Elaboración propia.

El análisis de los datos sobre producción científica y la fuerza de los enlaces, proporcionado por VOSviewer para el estudio de la coautoría por país (Tabla 4), revela hallazgos clave respecto a la distribución geográfica y la intensidad de las colaboraciones internacionales. Colombia se destaca como el líder en términos de producción científica, con 1.321 documentos y una fuerza total de los enlaces de 942, lo que subraya su papel central en la generación de conocimiento en este campo de estudio. Esta fuerte red de colaboración refuerza la visibilidad de Colombia en la esfera internacional. Por otro lado, Estados Unidos y España tienen una participación notable con 193 y 125 documentos, respectivamente, aunque sus redes de colaboración son menos intensas en comparación con la de Colombia, con 394 y 187 enlaces.

Tabla 4. Lista de países generados por VOSviuwer

No.	País	Documentos	Fuerza total de los enlaces
1	Colombia	1321	942
2	United states	193	394
3	Spain	125	187
4	Brazil	84	152
5	Germany	70	137
6	Mexico	70	135
7	United kingdom	63	142
8	Netherlands	50	100
9	Chile	49	158
10	France	39	167
11	Italy	36	138
12	Argentina	33	108
13	Peru	28	137
14	Venezuela	27	56
15	Canada	25	116
16	Costa rica	24	65
17	Ecuador	23	46
18	Australia	22	75
19	Switzerland	22	84
20	Sweden	18	26
21	Belgium	16	26
22	Portugal	14	26
23	Norway	13	105
24	Denmark	12	40
25	China	10	82
26	India	8	75
27	Poland	8	26
28	Japan	7	35
29	South Africa	7	33
30	Bolivia	6	60
31	Austria	5	29
32	Czech republic	5	20
33	Kyrgyzstan	5	68
34	Morocco	5	16

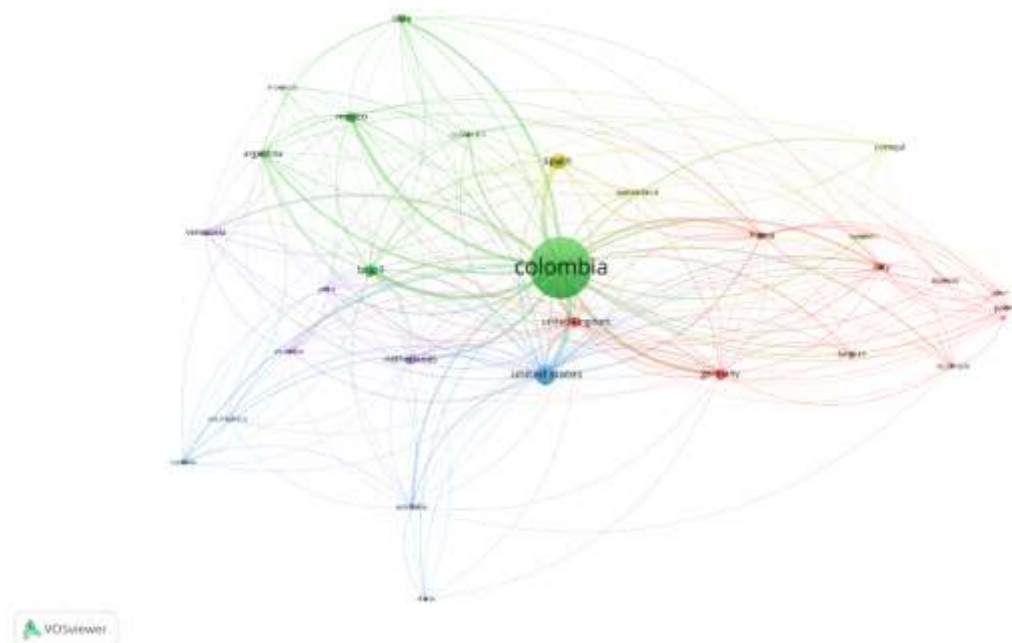
35	New zealand	5	68
36	Cuba	4	12
37	Finland	4	10
38	Kenya	4	23
39	Panama	4	11
40	Uruguay	4	26
41	Guatemala	3	12
42	Paraguay	3	18
43	Turkey	3	5
44	Viet nam	3	9
45	Hungary	2	4
46	Indonesia	2	5
47	Pakistan	2	3
48	Puerto Rico	2	8
49	Russian Federation	2	4
50	Ukraine	2	17
51	Bosnia and Herzegovina	1	13
52	Bridge department	1	2
53	Cote d'ivoire	1	2
54	Democratic republic congo	1	2
55	Egypt	1	2
56	El salvador	1	1
57	Ethiopia	1	4
58	Geologo	1	1
59	Georgia	1	17
60	Guyana	1	2
61	Honduras	1	1
62	Iceland	1	2
63	Ireland	1	5
64	Latvia	1	0
65	Law	1	2
66	Luxembourg	1	13
67	Modeling group	1	2
68	Mozambique	1	0
69	Nicaragua	1	2
70	Oriente	1	1
71	Remarco	1	1
72	S.a.-t.y.lin international group	1	2

73	Samoa	1	13
74	Tanzania	1	3
75	Timor-Leste	1	2

Los datos también revelan (Tabla 4 y Figura 11) que varios países de Europa y América Latina tienen una participación significativa en la producción científica, aunque en menor escala que Colombia. Brasil y México destacan con 84 y 70 documentos, respectivamente, pero sus redes de colaboración son relativamente pequeñas, con 152 y 135 enlaces. En comparación, países como Chile (49 documentos, 158 enlaces) y Argentina (33 documentos, 108 enlaces) presentan una red de colaboración más activa en relación con su volumen de publicaciones, lo que sugiere que están mejor conectados en términos de cooperación internacional.

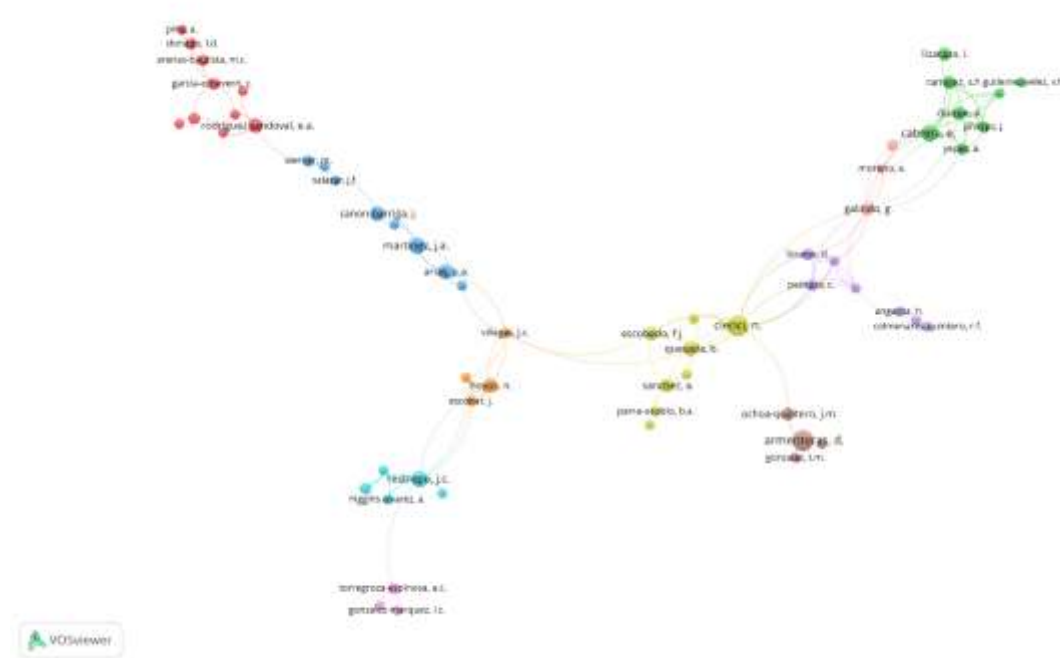
Por otro lado, hay países con baja producción científica y una fuerza de enlaces también reducida, como Venezuela (27 documentos, 56 enlaces) y Cuba (4 documentos, 12 enlaces), lo que podría indicar una menor visibilidad global o una participación más limitada en redes internacionales de investigación. A su vez, países con solo 1 documento, como Mozambique, Latvia y Guatemala, tienen redes de colaboración prácticamente inexistentes, lo que refleja su escasa participación en la producción científica internacional.

Figura 11. Mapa de coautoría de países con datos de Scopus



El mapa de coautoría, generado con VOSviewer fue elaborado utilizando datos de la base de datos Scopus (Figura 12), representa la red de colaboración entre autores basada en sus publicaciones conjuntas. En este tipo de mapa, cada nodo (círculo) simboliza a un autor y el tamaño del nodo es proporcional a la frecuencia de su aparición en los registros de Scopus, lo que indirectamente sugiere su productividad o centralidad en la investigación. Las líneas (enlaces) que conectan a los autores indican la existencia de coautoría (han publicado juntos al menos una vez), y la intensidad del enlace (grosor de la línea) puede reflejar la frecuencia o fuerza de esa colaboración.

Figura 12. Mapa de coautoría de autores con datos de Scopus



El mapa muestra una red de colaboración dividida en 10 clusters (representados en grupos de colores, como el rojo, azul claro, naranja, amarillo y lila), lo que indica que la investigación se desarrolla en subredes o grupos de trabajo diferenciados. Dentro de cada cluster, los autores están fuertemente conectados, lo que sugiere grupos de investigación estables y cohesionados. Los clusters están interconectados por enlaces más débiles o escasos, lo que significa que la colaboración es menos frecuente entre los grandes grupos.

Un autor destacado es Clerici, n. (nodo central grande y amarillo), que actúa como un puente de conexión clave entre varios clusters (naranja, café, y lila), sugiriendo que es un autor central con un papel importante en la integración de diferentes equipos de investigación. En

esencia, el mapa permite identificar las estructuras sociales de la ciencia, destacando a los colaboradores principales y a los autores broker (conectores) dentro del estudio analizado.

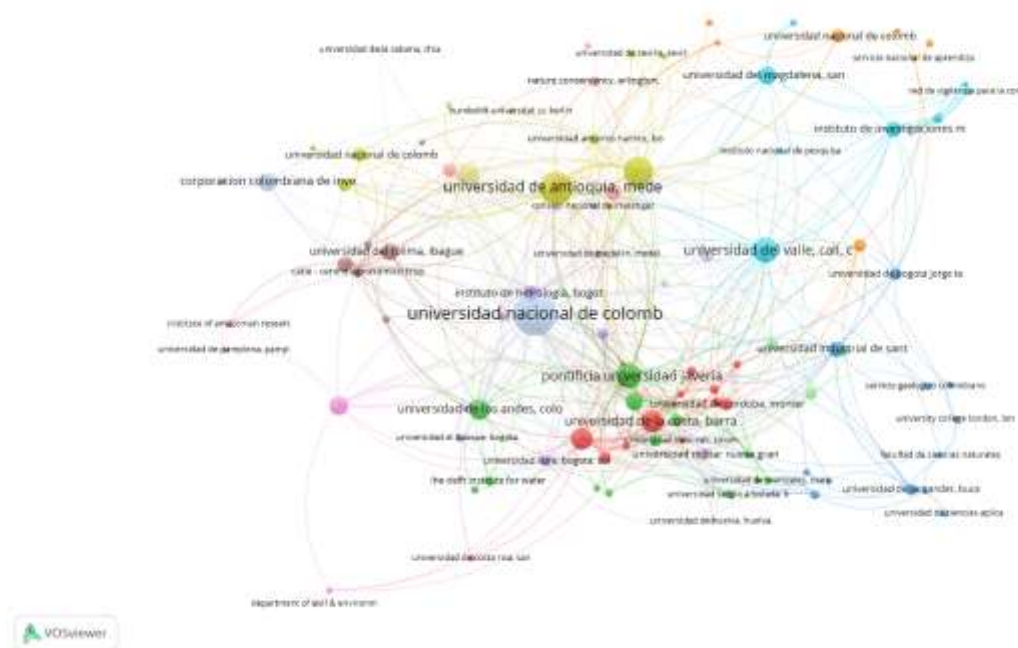
El mapa de coautoría, utilizando organizaciones como unidad de análisis (Figura 13), revela la estructura de colaboración institucional en la investigación. El tamaño de un nodo (organización) está determinado por el número de documentos publicados (columna documents), mientras que la fuerza de sus enlaces (grosor de las líneas) está dada por el total link strength, que indica la intensidad de la colaboración con otras entidades.

A continuación, se muestra la lista con el top 20 de autores por cantidad de documentos que seleccionó VOSviewer para la elaboración del mapa de coautoría de autores:

Tabla 5. Top 20 de autores por VOSviewer

No.	Autores	Documentos	Total link strength
1	suarez, j.c.	14	25
2	camargo caicedo, y.	12	24
3	jaimes-duenez, j.	12	25
4	armenteras, d.	11	5
5	clerici, n.	11	25
6	fischer, g.	11	16
7	garces-ordonez, o.	11	11
8	triana-chavez, o.	11	20
9	casanoves, f.	9	23
10	ramirez, o.	9	14
11	rojas-roa, n.y.	9	4
12	burkart, s.	8	6
13	castro-nunez, a.	8	7
14	ceballos, j.l.	8	9
15	velez-pereira, a.m.	8	18
16	arango, j.	7	18
17	arango-aramburo, s.	7	9
18	balaguera, h.e.	7	12
19	cabrera, e.	7	20
20	carvajal, y.	7	12

Figura 13. Mapa de coautoría de organizaciones con datos de Scopus



La estructura de coautoría está claramente anclada en organizaciones colombianas, que son las entidades clave de la red. La Universidad Nacional de Colombia en Bogotá es la institución dominante, actuando como el principal centro de producción y colaboración debido a su altísimo número de documentos y fuerza de enlace. Le siguen de cerca potencias académicas como la Universidad de Antioquia, la Universidad del Valle, la Pontificia Universidad Javeriana, y las sedes de la Universidad Nacional en Medellín, que consolidan la investigación en sus respectivas regiones. Además de las universidades, es crucial destacar a los centros de investigación especializados como el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), un líder en el ámbito agrícola, y AGROSAVIA, que representan nodos vitales para la aplicación práctica y la conexión con redes temáticas específicas.

En cuanto a las organizaciones con potencial de crecimiento o impacto estratégico, destacan aquellas con una alta fuerza de enlace (Total Link Strength) en relación a su número de documentos, sugiriendo una colaboración muy eficiente y enfocada. Instituciones como la Universidad de la Costa (42 documentos, TLS: 44) y la Universidad del Norte (42 documentos, TLS: 39) en la región Caribe muestran un alto dinamismo y capacidad de integrar a otros socios. A nivel internacional, CATIE (Costa Rica) y la Universidad Nacional Autónoma de México, junto con la Universidade de São Paulo (Brasil), son los socios latinoamericanos más productivos y representan el principal potencial para fortalecer los ejes de colaboración Sur-Sur. Finalmente, organizaciones como Nature Conservancy (EE. UU.) e IHE Delft (Países Bajos) son socios internacionales estratégicos, y aumentar la coautoría con ellas podría abrir aún más las puertas a la financiación y redes globales de investigación.

A continuación, se presenta en la Tabla 6 el listado producido por VOSviewer para la elaboración del mapa de coautoría por unidad de análisis de organizaciones usando los datos de Scopus. Las listas completas de los mapas de coautoría se pueden consultar en el ANEXO #5:

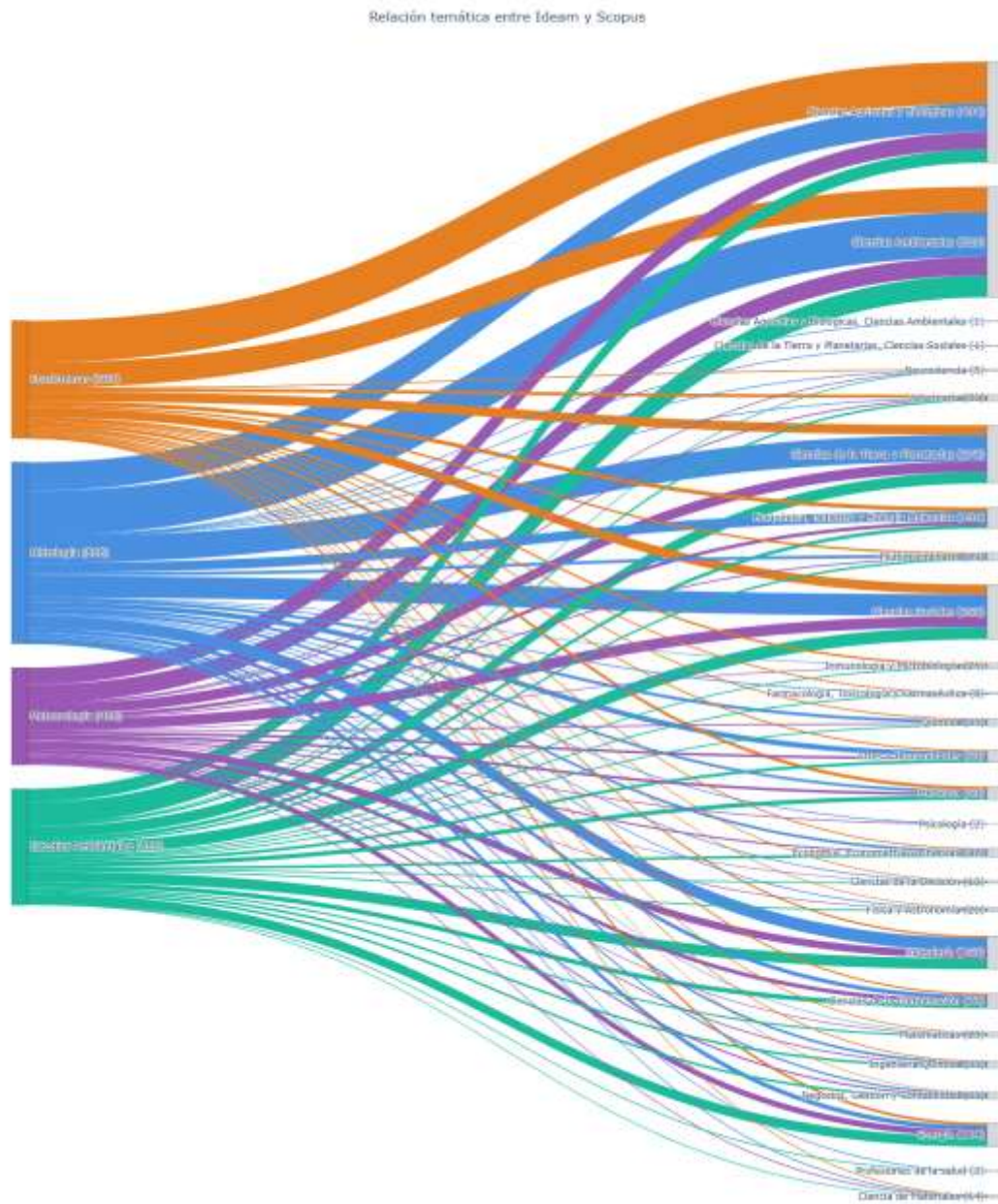
Tabla 6. Top 30 de organizaciones por VOSviewer

No.	Nombre de las organizaciones	Documentos	Total link strength
1	universidad nacional de colombia, bogota, colombia	138	94
2	universidad de antioquia, medellin, colombia	86	58
3	universidad nacional de colombia medellin, medellin, colombia	73	54
4	universidad del valle, cali, cali, colombia	55	31
5	pontificia universidad javeriana, bogota, colombia	53	49
6	centro internacional de agricultura tropical, cali, colombia	45	27
7	universidad de la costa, barranquilla, colombia	42	44
8	universidad del norte, barranquilla, colombia	42	39
9	universidad de los andes, colombia, bogota, colombia	38	20
10	corporacion colombiana de investigacion agropecuaria, agrosavia, bogota, colombia	32	10
11	universidad pedagogica y tecnologica de colombia, tunja, colombia	32	17
12	universidad del magdalena, santa marta, colombia	30	18
13	universidad del rosario, bogota, colombia	29	19
14	universidad distrital francisco jose de caldas, bogota, colombia	29	15

15	universidad del tolima, ibague, colombia	28	24
16	universidad de la amazonia, florencia, colombia	25	27
17	universidad industrial de santander, bucaramanga, colombia	25	18
18	instituto de hidrologia, bogota, colombia	24	20
19	instituto de investigacion de recursos biologicos alexander von humboldt, bogota, bogota, colombia	24	21
20	instituto de investigaciones marinas y costeras jose benito vives de andreis, buenaventura, colombia	24	26
21	universidad de los llanos, villavicencio, colombia	21	20
22	universidad militar nueva granada, bogota, colombia	18	19
23	universidad nacional de colombia - sede palmira, palmira, colombia	18	12
24	universidad nacional de colombia manizales, manizales, colombia	18	8
25	universidad cooperativa de colombia, medellin, colombia	16	14
26	universidad de cordoba, monteria, monteria, colombia	16	13
27	universidad eafit, medellin, colombia	16	11
28	universidad pontificia bolivariana, medellin, colombia	16	13
29	universidad de la salle, bogota, bogota, colombia	15	10
30	universidad de santander, bucaramanga, colombia	15	11

3.1.2 Análisis temático Ideam vs áreas temáticas scopus

Figura 14. Clasificación temática



Elaboración propia.

El diagrama de Sankey (Figura 14) es una herramienta clave para visualizar la correspondencia entre las áreas temáticas internas de las subdirecciones del IDEAM (fuentes a la izquierda) y cómo estas se materializan en las categorías de indexación de Scopus (destinos a la derecha). Este flujo de datos confirma el fuerte enfoque interdisciplinario de la huella digital de la producción científica del IDEAM, mostrando dónde se genera la investigación y cómo se valida en el ámbito académico global, reflejando la diversidad y complejidad de los temas que aborda el instituto.

A continuación, se presentan cinco puntos clave que destacan las conexiones entre las líneas temáticas del IDEAM y las categorías temáticas de Scopus:

- **Especialización central:** La mayor parte de la producción del IDEAM, generada principalmente en sus pilares de Hidrología, Ecosistemas, Estudios Ambientales y Meteorología, converge masivamente en las categorías de Ciencias Ambientales, Ciencias Agrícolas y Biológicas, Ciencias de la Tierra y Planetarias y Ciencias Sociales. Esto subraya la alta especialización de la entidad en su misión central de monitoreo e investigación del sistema tierra-agua-biodiversidad.
- **Multidisciplinariedad aplicada:** La existencia de flujos significativos hacia áreas como Ingeniería, Informática y Física demuestra que la investigación no es puramente descriptiva, sino que posee un sólido componente técnico y aplicado. Esto valida el uso de la modelación, la simulación y el desarrollo de soluciones tecnológicas para abordar problemas ambientales complejos.
- **Vinculación consistente con la biología y la agricultura:** Los enlaces hacia Ciencias Agrícolas y Biológicas son significativos, lo que corresponde con investigaciones relacionadas con ecosistemas, suelos, biodiversidad, agrobiodiversidad y uso del territorio, reforzando el enfoque ecosistémico de la institución.
- **Vínculo socioeconómico:** La presencia significativa en Ciencias Sociales, Economía y Artes y Humanidades evidencia la relevancia social de la investigación del IDEAM. Aunque cuantitativamente menor frente a las ciencias naturales e ingenierías, este eje es estratégico, pues articula el conocimiento técnico-ambiental con necesidades colectivas, permitiendo su aplicación en análisis de riesgos, formulación de políticas y gestión territorial con enfoque humano.
- **Oportunidades de crecimiento:** Las conexiones más delgadas hacia disciplinas como Medicina, Psicología y Ciencia de Materiales representan áreas con potencial de expansión. Si bien estos resultados son esperados dado el enfoque técnico-científico del IDEAM en el seguimiento del estado del ambiente y los recursos

naturales, se destaca que la participación del instituto en publicaciones científicas de estas áreas podría incrementarse al fomentar el uso de los datos y modelos proporcionados por el Instituto. El fortalecimiento de estas líneas permitiría abordar de manera más directa las implicaciones de los fenómenos ambientales en la salud pública, el comportamiento social y la innovación tecnológica, ampliando así la influencia del IDEAM más allá de las ciencias físico-biológicas y contribuyendo a la integración de la información ambiental en disciplinas multidisciplinarias.

3.2 Producción científica Google Académico:

El análisis de la producción científica del IDEAM en Google Académico se basó en un proceso de depuración de la base inicial, que contenía 79 registros unificados. Tras aplicar los criterios de consolidación y validación, solo 23 registros fueron seleccionados para formar parte de la base final, lo que revela varias inconsistencias en la plataforma, tales como la falta de metadatos, la presencia de duplicados y variaciones significativas en la calidad de la información disponible. Este ajuste destaca las limitaciones de Google Académico en términos de precisión y confiabilidad de los datos, lo cual impacta en la representatividad de la producción científica del IDEAM en dicha plataforma.

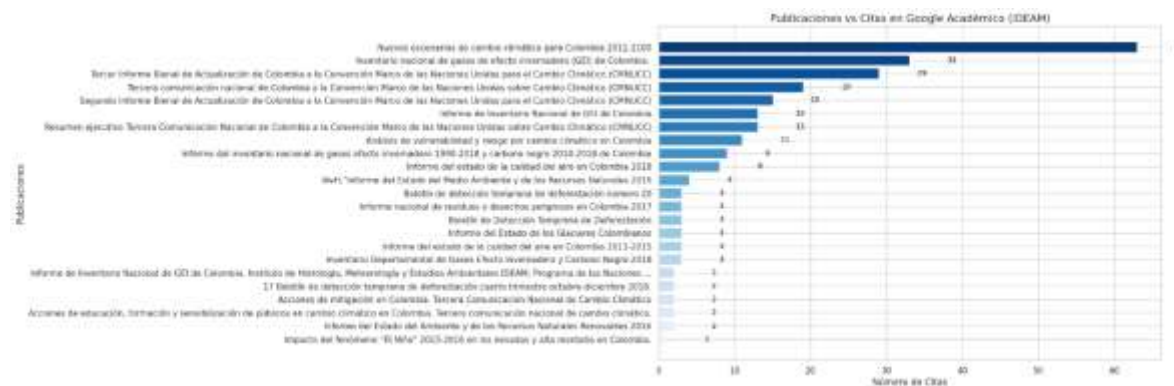
A pesar de estas limitaciones, con la base depurada se llevó a cabo un análisis de la producción científica del IDEAM para el periodo 2015–2025. Aunque este análisis fue menos detallado que el realizado con la base de datos de Scopus, permitió identificar patrones estructurales en la producción científica y detectar algunas anomalías que podrían indicar áreas de mejora en la visibilidad y en la calidad de las publicaciones asociadas al IDEAM.

3.2.1 Análisis descriptivo

De acuerdo con la Figura 15, el análisis de esta muestra de publicaciones asociadas al IDEAM, extraída de Google Académico, revela que la huella digital de mayor impacto de la institución está concentrada en la generación de informes técnicos de referencia nacional y en la política de cambio climático. El documento más citado es "Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100" (63 citas), seguido por el "Inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI) de Colombia" (33 citas) y el "Tercer Informe Bienal de Actualización de Colombia..." (29 citas). Estos datos confirman que el IDEAM es el

proveedor fundamental de información climática y ambiental estructurada para la toma de decisiones. Además, los documentos con mayor impacto (Comunicaciones y Bienales de la CMNUCC) son resultados de una colaboración estrecha y estratégica con entidades gubernamentales (MADS, DNP, Cancillería) y organismos internacionales (PNUD), lo que subraya que la coautoría interinstitucional es crucial para la máxima visibilidad y citación de los outputs científicos y técnicos del Instituto. El enfoque temático se completa con líneas importantes de monitoreo como la calidad del aire y la detección de deforestación.

Figura 15. Publicaciones del Ideam con el número de citas de Google académico



Los documentos que han acumulado la mayor cantidad de citas totales tienden a ser los más antiguos del conjunto, específicamente aquellos publicados en 2015:

- "Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100" (2015, Antigüedad: 10 años) tiene el máximo de citas: 63.
- "Inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI) de Colombia" (2015, Antigüedad: 10 años) tiene la segunda mayor cantidad: 33.

Este patrón es típico en la bibliometría: los documentos han tenido más tiempo para ser descubiertos y citados. Su alta citación confirma que estos informes fundacionales de 2015 se establecieron como referentes clave de la política climática en Colombia. Por el contrario, al evaluar el impacto reciente (medido por la tasa de citas por año, *citesperyear*), los documentos más recientes muestran un crecimiento mucho más acelerado:

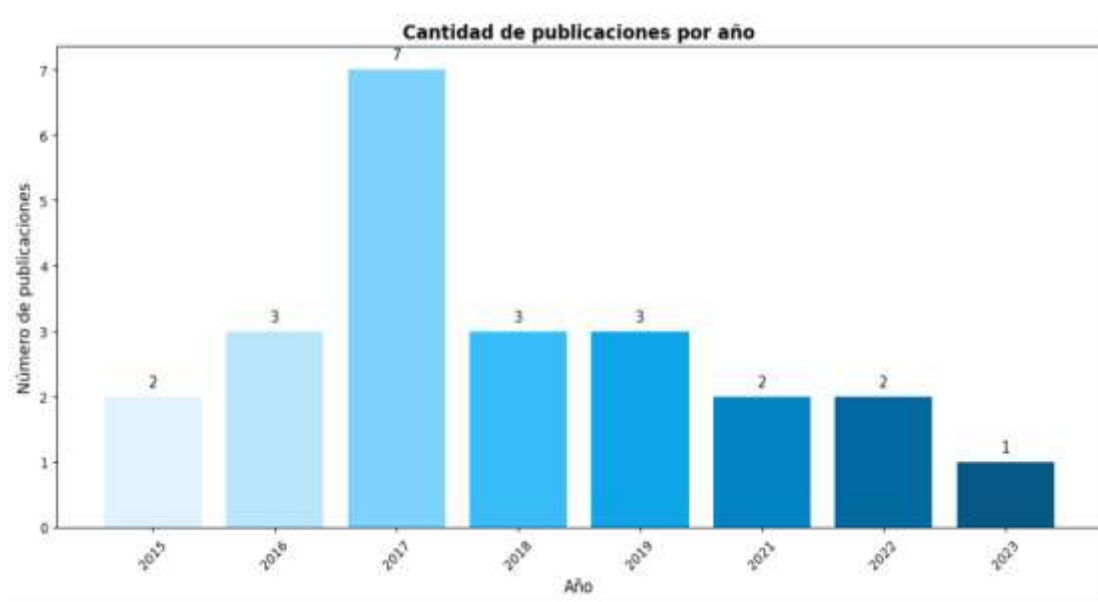
- El documento con la mayor tasa de impacto es el "Tercer Informe Bienal de Actualización de Colombia..." (2021, Antigüedad: 4 años), con 7.25 citas por año.
- El "Informe de Inventario Nacional de GEI de Colombia" (2019, Antigüedad: 6 años) tiene una tasa alta de 2.17 citas por año.

La producción más antigua del IDEAM en Google académico (2015) tiene el mayor impacto acumulado por su rol fundacional. Sin embargo, los documentos recientes (2021-2022) sobre actualización de GEI y comunicaciones bienales son los que tienen el mayor impacto instantáneo (citas por año), lo que indica que la información del IDEAM sobre Cambio Climático sigue siendo la más vigente y demandada por la comunidad académica y gubernamental en la actualidad.

➤ **Producción anual (publicaciones por años)**

La gráfica de barras Figura 16 presenta la cantidad de publicaciones registradas anualmente en Google Académico asociadas al IDEAM para el período 2015 a 2023, lo que permite visualizar las variaciones en la actividad documental de la institución en este medio.

Figura 16. Producción anual en Google académico



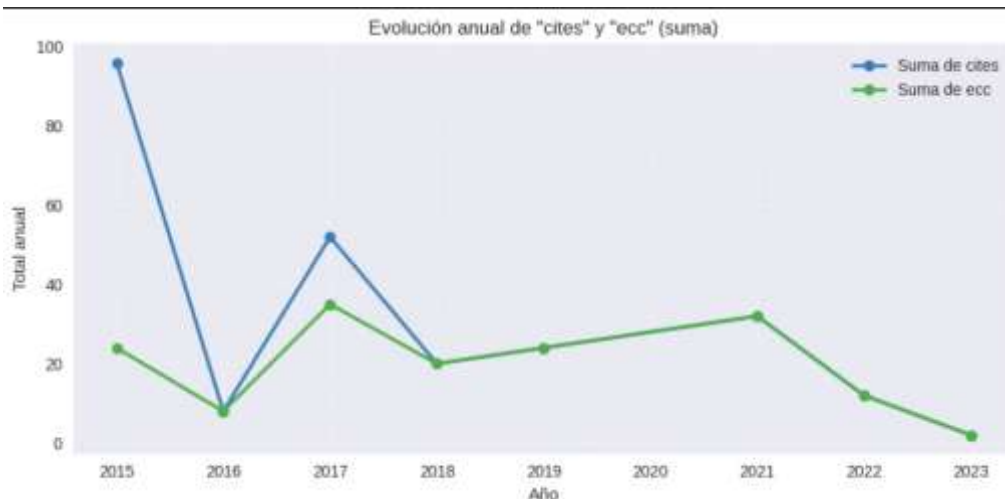
Elaboración propia.

El año 2017 exhibe el máximo histórico de producción dentro del periodo analizado, registrando 7 publicaciones. Sin embargo, las bajas cifras de la mayoría de los años es un indicador de la necesidad de fortalecer los procesos de visibilidad y documentación en plataformas como google académico o simplemente un efecto de la incompleta indexación de los documentos más recientes.

Por otra parte, el gráfico de líneas "Evolución anual de citas y ecc" permite comparar la tendencia temporal del impacto externo (citas) frente a la conectividad interna (ecc) de las publicaciones del IDEAM entre 2015 y 2023. La métrica ECC (Equivalent Citation Count o Recuento de Citas Equivalente) se utiliza como un indicador de la fuerza de la coautoría conectada de una publicación. A diferencia de las citas simples (citas), que miden el impacto externo de un documento en la comunidad académica global, el ECC intenta medir el valor intrínseco de un documento dentro de la red de coautoría, ponderando las citas en función de la conectividad de los autores colaboradores.

- ECC más alto sugiere que el documento es producto de una colaboración más amplia y central dentro de la red.
- Relación con Citas: Una alta correlación entre ECC y citas indicaría que los documentos que son centrales para la red de autores también son los más impactantes externamente.

Figura 17. Evolución anual de citas y ecc en Google académico



Elaboración propia.

La figura 17 muestra que el impacto externo (citas) es significativamente más volátil que la conectividad interna (ecc), lo que sugiere que las citas son altamente sensibles a los ciclos de publicación de informes clave, mientras que la colaboración es más estable:

- Dominancia del impacto inicial (2015): En 2015, se observa un pico máximo en las citas (casi 100), impulsado por documentos fundacionales (como los Nuevos Escenarios de Cambio Climático), mientras que la conectividad (ecc, cerca de 25) es mucho más baja. Esto implica que el impacto inicial fue generado por pocos

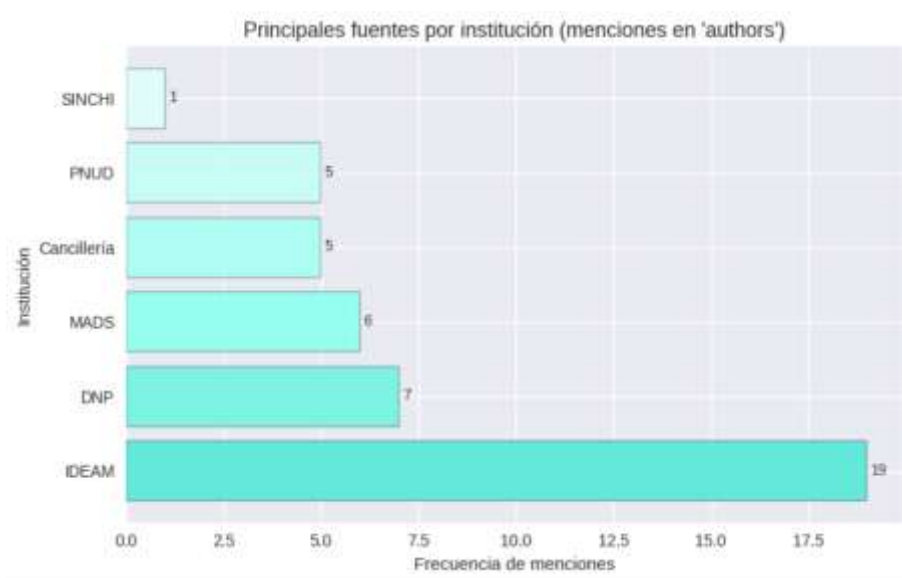
documentos de alto valor de referencia, pero que no necesariamente involucraban la máxima complejidad de la red de coautoría.

- **Convergencia y sinergia (2017):** El año 2017 es el segundo pico de la serie, donde ambas métricas suben conjuntamente (citas a aproximadamente 50, ecc a aproximadamente 35). Este punto de máxima convergencia sugiere que la producción de ese año fue el resultado de una sinergia eficiente, logrando simultáneamente un alto impacto externo y una fuerte colaboración (ecc alto).
- **Divergencia reciente y estabilidad de la colaboración (2021-2023):** A partir de 2018, las métricas divergen. Mientras las citas tienen una caída brusca en 2022 y 2023, el ECC se mantiene estable o incluso aumenta levemente en 2021 (alrededor de 32), antes de decaer en los dos años subsiguientes. Esta divergencia final es clave, pues indica que la red de colaboración (medida por ECC) muestra mayor estabilidad y resiliencia que el impacto externo (citas), que es más susceptible a los ciclos de publicación.

En resumen, la gráfica indica que la alta citación del IDEAM depende de outputs específicos de alto valor (outliers en citas), mientras que su estructura de coautoría es constante y sostiene una base de publicaciones con un valor de conexión estable.

➤ **Autores y colaboración (fuentes principales)**

Figura 18. Fuentes principales datos de Google académico



Elaboración propia.

El IDEAM es la institución más mencionada en el campo de autoría (Figura 18), lo que subraya su papel central y liderazgo en la generación, coordinación y publicación de la producción técnica ambiental y climática del país. Entidades como DNP, MADS, PNUD, y Cancillería presentan una participación consistente. Esto no solo refleja colaboraciones estables, sino que también evidencia que la producción del IDEAM es esencialmente una función de política pública intersectorial.

La observación de múltiples combinaciones de instituciones y grupos de trabajo (Figura 19), valida las dinámicas de producción colectiva (multiactor) en la ciencia ambiental. Sin embargo, la diversidad en la estructura de los nombres registrados enfatiza la necesidad crítica de estandarización para mejorar la trazabilidad y la integridad del análisis de autoría futuro.

Figura 19. Autores principales en Google académico



Elaboración propia.

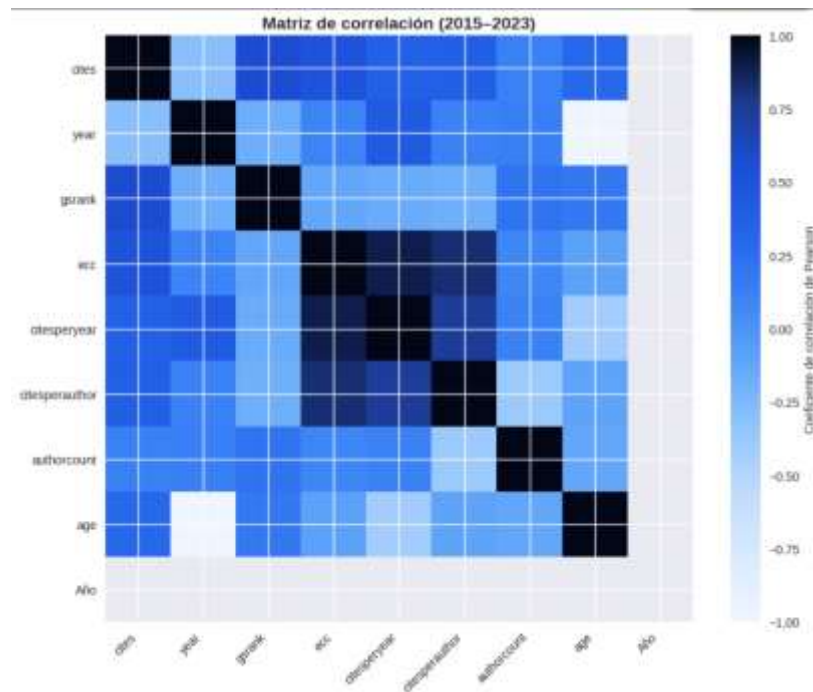
➤ **Matriz de correlación y gráfico 3D (métricas de impacto)**

La Matriz de Correlación para las métricas de Google Académico entre 2015 y 2023 permite identificar la intensidad y la dirección de las relaciones lineales entre las variables clave de la producción científica.

En la figura 20 los valores cercanos a +1 (celdas de color azul oscuro o negro) indican que las variables varían conjuntamente en el mismo sentido:

- Citas Totales (cites) y Antigüedad (age): Existe una correlación positiva fuerte (cercana a +0.9). Esto confirma el hallazgo anterior: los documentos más antiguos (age alta) han tenido más tiempo para acumular citas, por lo que el número total de citas está directamente asociado a la edad del documento.
- Citas Totales (cites) y Citas por Año (citesperyear): La correlación es positiva y fuerte. Esto es lógico, ya que los documentos muy citados tienen una alta tasa de citación anual, especialmente si son recientes y han generado un impacto rápido.
- Citas Totales (cites) y gsrank: La correlación es positiva aunque moderada. gsrank (Google Scholar Rank) tiende a ser menor para documentos más relevantes o citados.

Figura 20. Matriz de correlación entre los campos de la base de Google académico



Elaboración propia.

Los valores cercanos a -1 (celdas de color blanco o azul muy claro) indican que cuando una variable aumenta, la otra disminuye:

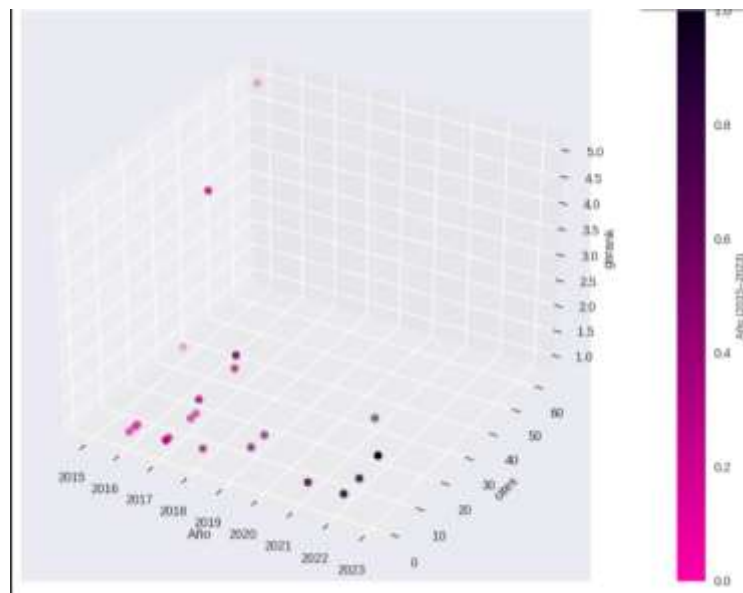
- Citas Totales (cites) y Año de Publicación (year): Existe una correlación negativa fuerte (cercana a -0.9, reflejo directo de la correlación positiva con age). Esto significa

que a medida que el año de publicación es más reciente (year alto), el número total de citas (cites) es menor, lo cual es un efecto natural del tiempo de acumulación.

- Antigüedad (age) y Año de Publicación (year): Muestra la correlación negativa más perfecta (cercana a -1.0), lo cual es una relación inversa (obvia): cuanto más reciente es el año de publicación, menor es la edad del documento.

Por otro lado, el gráfico de dispersión tridimensional (Gráfico 3D) es una herramienta de visualización avanzada que permite observar simultáneamente la evolución temporal (Año) y la interacción entre dos métricas clave de impacto: las Citas acumuladas (cites) y el Rank de Google Scholar (gsrank). Su principal utilidad radica en la capacidad de detectar patrones conjuntos y valores atípicos (outliers) que no serían evidentes en gráficos bidimensionales.

Figura 21. Relación 3D entre año y variables numéricas de la base de Google académico



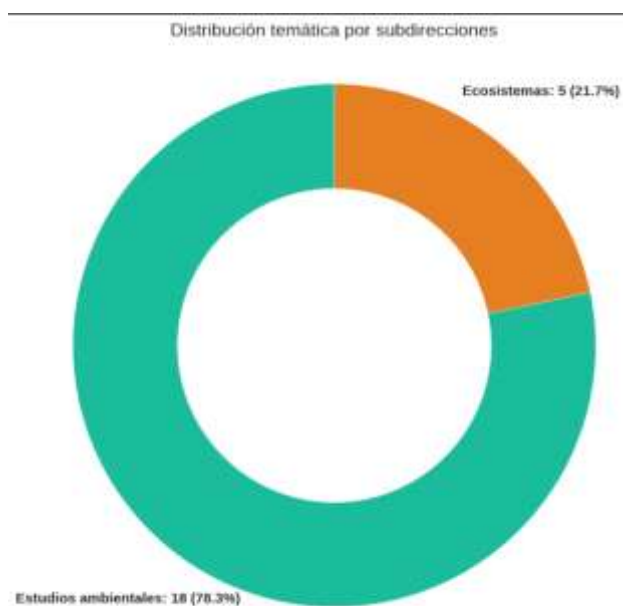
Elaboración propia.

El análisis revela que en la Figura 21, si bien los documentos de 2015 tienen el mayor volumen de citas (ejes cites y year), los puntos más oscuros (que representan los años recientes, como 2022 y 2023), se ubican predominantemente en la zona de bajas citas y bajo gsrank (ejes cites y gsrank). Esta distribución sugiere que el impacto inmediato de las publicaciones recientes es menor, lo cual es el efecto natural de la acumulación de tiempo y la naturaleza de los documentos indexados en Google Académico. La presencia de agrupamientos dispersos a lo largo del eje gsrank y cites indica una heterogeneidad en las condiciones de impacto entre documentos de la misma época.

- Concentración Temática (Distribución por Subdirección)

El gráfico de anillo de la Figura 22 muestra la Distribución temática por subdirecciones en la base de datos de Google Académico (2015-2023) revela una fuerte asimetría en la visibilidad de la producción institucional. Del total de registros analizados, la inmensa mayoría se concentra en la subdirección Estudios Ambientales (18 registros, 78.3%), seguida por Ecosistemas (5 registros, 21.7%). El hallazgo más significativo es la ausencia total de publicaciones asociadas a las subdirecciones clave de Hidrología y Meteorología en la muestra depurada de Google Académico. Esta nula representación no implica una falta de producción en esas áreas, sino una severa limitación en su trazabilidad y visibilidad en esta plataforma, ya que sus informes técnicos (como boletines de pronóstico o hidrogramas) probablemente no están siendo correctamente indexados o vinculados. Esta marcada asimetría en la huella digital subraya la urgente necesidad de crear y mantener un perfil institucional (o perfiles de autores) estandarizado en Google Académico para el IDEAM, con el fin de asegurar la correcta vinculación de todos los outputs científicos del Instituto y mejorar significativamente la visibilidad y el acceso a la totalidad de su producción en bases de datos abiertas.

Figura 22. Distribución temática de los datos de Google académico



Elaboración propia.

4. Conclusiones

A partir del análisis bibliométrico en Scopus y Google Académico, se establecen las siguientes conclusiones clave sobre la huella digital y el impacto científico del IDEAM:

- **Scopus:** El IDEAM se ha consolidado como un referente clave en el ámbito científico nacional e internacional, con una alta citación de sus documentos en Scopus. Los Inventarios de GEI y las Comunicaciones CMNUCC son los productos más citados, destacándose especialmente los artículos científicos (85.4% de las citas) como base para investigaciones formales en temáticas ambientales. La influencia del Instituto ha crecido sostenidamente, alcanzando un máximo histórico de 196 documentos citantes en 2022. Esta tendencia al alza indica que la información del IDEAM se ha integrado estructuralmente en la agenda de investigación científica global. La producción del IDEAM converge mayoritariamente en Ciencias Ambientales, Ciencias Agrícolas y Biológicas, y Ciencias de la Tierra, lo que confirma su vocación multidisciplinaria y el cumplimiento de su misión. Las redes de coautoría están fuertemente ancladas en Colombia (1,321 documentos citantes), con la Universidad Nacional actuando como el principal nodo de colaboración. La concentración en el idioma inglés (82%) y en la editorial Elsevier (320 documentos) asegura visibilidad global, pero subraya una alta dependencia de editoriales comerciales y puede limitar la accesibilidad en el contexto hispanohablante.
- **Google académico:** El impacto acumulado está ligado a la antigüedad (documentos de 2015 con máximo de citas totales), pero los informes recientes (2021–2022) muestran el mayor impacto instantáneo (citesperyear hasta 7.25), lo que valida la vigencia y la alta demanda de la información actualizada sobre Cambio Climático. El hallazgo más significativo es la ausencia total de publicaciones rastreables asociadas a las subdirecciones de Hidrología y Meteorología. La huella digital en esta plataforma se restringe casi exclusivamente a Estudios Ambientales (78.3%) y Ecosistemas (21.7%) . Esta asimetría severa no refleja la producción real de las áreas operacionales, sino una limitación en la indexación y trazabilidad de sus informes técnicos en bases de datos abiertas. La diversidad en la estructura de autores en esta base de datos refuerza la necesidad de estandarización de la firma institucional, ya que la falta de uniformidad dificulta la trazabilidad y la integridad de los análisis.

El IDEAM demuestra un sólido impacto científico a nivel global (Scopus), pero enfrenta un desafío crítico de visibilidad y gestión documental (Google Académico) que impide rastrear y consolidar la producción de sus áreas operacionales clave.

Conclusiones generales del proyecto:

1. El IDEAM posee una producción científica significativa pero dispersa, cuya visibilidad ha sido limitada por la ausencia de un perfil institucional consolidado y la falta de estrategias sistemáticas de gestión del conocimiento. Esta situación ha dificultado su posicionamiento como referente científico en los ámbitos nacional e internacional.
2. La aplicación de técnicas bibliométricas permitió caracterizar de manera objetiva la huella digital del IDEAM, identificando patrones de productividad, impacto, evolución temática y redes de colaboración. El análisis evidenció fortalezas en áreas como meteorología, hidrología, ecosistemas estratégicos e información ambiental, así como una creciente participación en redes de coautoría nacionales e internacionales.
3. La consolidación de un perfil institucional de investigación representa un avance estratégico para el IDEAM, al integrar su identidad académica, sus áreas de especialización y sus vínculos colaborativos. Este perfil no solo facilita la toma de decisiones internas, sino que también fortalece su capacidad de incidencia en políticas públicas y cooperación científica.
4. El uso de herramientas como Publish or Perish, VOSviewer y Python fue clave para automatizar procesos de recolección, limpieza y análisis de datos, lo que demuestra la viabilidad de implementar flujos de trabajo replicables y sostenibles para el monitoreo continuo de la producción científica institucional.
5. La elaboración de un artículo científico derivado del proyecto abre la posibilidad de fortalecer los lazos entre el IDEAM y la academia, promoviendo una cultura de colaboración, visibilidad y co-creación de conocimiento. Para ello, se recomienda establecer mecanismos formales de cooperación interinstitucional que garanticen la continuidad y actualización del perfil institucional.

5. Recomendaciones

- Creación de perfil institucional unificado (prioridad): Establecer de manera obligatoria un perfil oficial unificado del IDEAM en Google Académico y ORCID, e incentivar el uso de identificadores ORCID por parte de los investigadores. Esto asegurará la correcta vinculación y visibilidad de todos los documentos, corrigiendo la ausencia de las áreas operacionales de Hidrología y Meteorología.
- Indexación de informes técnicos y datos: Desarrollar un protocolo de publicación que incluya la asignación de un DOI (Digital Object Identifier) a informes técnicos, boletines operativos y datasets clave. Esta práctica es esencial para facilitar su rastreo, citación y visibilidad en bases de datos como Scopus y Google Académico.
- Incentivo al acceso abierto: Priorizar la publicación de resultados en revistas científicas indexadas de acceso abierto (como MDPI) y consolidar un repositorio institucional unificado y curado. Esto reducirá la dependencia de editoriales hegemónicas (Elsevier) y maximizará la reutilización de la información financiada con fondos públicos.
- Fomento de colaboraciones estratégicas: Promover activamente la coautoría con socios internacionales de alto impacto (ej., Nature Conservancy, IHE Delft) e incrementar la colaboración con los nodos latinoamericanos más productivos (CATIE, UNAM, USP) para fortalecer la visibilidad global y el eje Sur-Sur.
- Fortalecimiento de la articulación con la academia: Establecer convenios de cooperación académica formal con instituciones de educación superior para promover la coautoría, el intercambio de datos y la formación conjunta en análisis bibliométrico.
- Diversificación temática interdisciplinaria: Incrementar la producción y visibilidad de los outputs del IDEAM en áreas con potencial de expansión (como Medicina, Psicología, Ingeniería) mediante la coautoría en publicaciones que apliquen datos climáticos y ambientales a estos dominios.
- Monitoreo bibliométrico continuo: Establecer un sistema institucional de monitoreo bibliométrico continuo que permita actualizar periódicamente el perfil de investigación, utilizando herramientas como Python y Publish or Perish. Esto facilitará la toma de decisiones estratégicas.

- Plataforma de perfil de investigación: Desarrollar una plataforma digital de perfil institucional de investigación (posiblemente integrada al sitio web del IDEAM) que permita visualizar de forma interactiva indicadores de productividad, impacto, redes de colaboración y evolución temática.
- Capacitación y cultura de evaluación: Capacitar al personal técnico y científico en el uso de herramientas de análisis bibliométrico y gestión de datos (Python, VOSviewer) para fomentar una cultura institucional de evaluación y mejora continua.
- Comunicación científica estratégica: Implementar estrategias de comunicación científica dirigidas a públicos especializados y tomadores de decisiones, utilizando formatos de alto impacto (infografías, dashboards, presentaciones ejecutivas) que traduzcan los hallazgos científicos en información accesible y útil para la gestión ambiental.

6. Anexos

ANEXO #1. Lista de las Cadenas de búsquedas usadas en SCOPUS: [0. Cadenas_búsqueda_SCOPUS_Ideam.xlsx](#)

ANEXO #2. Detalle del proceso de limpieza para resultados de Scopus: [1. Limpieza_scopus.xlsx](#)

ANEXO #3. Lista de los títulos buscados en google académico: [0.2. Cadenas_búsqueda_google_académico.xlsx](#)

ANEXO #4. Código de Python usado para realizar la clasificación temática: [Anexo 4_Código de Python usado para clasificación temática.ipynb](#)

ANEXO #5. Listas de mapas de coautoría VOSviewer: [Anexo 5_Listas de mapas de coautoría VOSviewer.xlsx](#)