Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Letras y Ciencias Humanas
Escuela Profesional de Bibliotecología y Ciencias de la Información

Patrones de producción, colaboración, impacto y liderazgo de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Bibliotecología y Ciencias de la Información

AUTOR

Joselyn LOPEZ RAMIREZ

ASESOR

Dr. Cesar Halley LIMAYMANTA ALVAREZ

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Lopez, J. (2023). *Patrones de producción, colaboración, impacto y liderazgo de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Letras y Ciencias Humanas, Escuela Profesional de Bibliotecología y Ciencias de la Información]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Joselyn Lopez Ramirez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	76601481
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4096-2979
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Cesar Halley Limaymanta Alvarez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	43654829
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-8797-4275
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Martín Alonso Estrada Cuzcano
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08435943
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Fausto Francisco Matos Uribe
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08758082
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Julio Francisco Santillán Aldana
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09964029
Datos de investigación	

Línea de investigación	E.3.3.5 Métricas de la información y evaluación de la producción científica
Grupo de investigación	Ciencias de la Información: Gestión, Tecnologías, Métricas, Normas éticas y jurídicas - CIGETMEN
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Ate Latitud: -12.05501 Longitud: -76.94442
Año o rango de años en que se realizó la investigación	1961 - 2021
URL de disciplinas OCDE	Bibliotecología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.08.03 Ciencias de la Información https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.08.02

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE LETRAS Y CIENCIAS HUMANAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIBLIOTECOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los dieciocho días del mes de diciembre del dos mil veintitrés, a las doce horas, en acto público se conecta vía remota el Jurado de sustentación integrado por los siguientes profesores del Departamento Académico de Bibliotecología y Ciencias de la Información de la Facultad de Letras y Ciencias Humanas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos:

Martín Alonso Estrada Cuzcano	Presidente
Cesar Halley Limaymanta Alvarez	Asesor
Fausto Francisco Matos Uribe	Informante
Julio Francisco Santillán Aldana	Informante (Universidad de Brasilia)

Con el fin de recibir la sustentación de Tesis**: PATRONES DE PRODUCCIÓN, COLABORACIÓN, IMPACTO Y LIDERAZGO DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS DEL INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ,** presentada por la bachiller **JOSELYN LOPEZ RAMIREZ.**

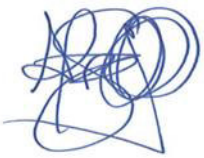
Concluida la sustentación, el jurado procedió a la calificación con el siguiente resultado:

Aprobada con mención honrosa

Números (17) Letras (diecisiete)

Luego del proceso de sustentación y la calificación correspondiente, se le comunicó al graduando el resultado obtenido y el Jurado recomienda a la Facultad que se le otorgue el título profesional de **Licenciada** en Bibliotecología y Ciencias de la Información.

Siendo las trece horas, se concluyó el acto por lo cual, los miembros del jurado dan fe de lo actuado firmando la presente Acta.



Dr. Martín Alonso Estrada Cuzcano
Presidente (Principal)



Dr. Cesar Halley Limaymanta Alvarez
Asesor (Asociado)



Mg. Fausto Francisco Matos Uribe
Informante (Auxiliar)



Dr. Julio Francisco Santillán Aldana
Informante (Experto externo)

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Cesar Halley Limaymanta Alvarez, en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Directoral N°00017-2022-EPBCI-FLCH, de la tesis, cuyo título es: **PATRONES DE PRODUCCIÓN, COLABORACIÓN, IMPACTO Y LIDERAZGO DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS DEL INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ**, presentado por la bachiller **JOSELYN LOPEZ RAMIREZ** para optar el título profesional de licenciada en Bibliotecología y Ciencias de la Información, CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 12**%** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título profesional de licenciada en Bibliotecología y Ciencias de la Información.



DNI: 43654829
Dr. Cesar Halley Limaymanta Alvarez

Dedicatoria

A mis padres, Gregorio y María, por su apoyo infinito y por acompañarme en cada etapa de la vida. Sin duda, ustedes son mi mayor ejemplo de superación y perseverancia.

A mis hermanas Evelyn, Estefani y Erika, por brindarme la fortaleza y motivación para seguir mis sueños y metas y siempre estar presentes en los buenos y malos momentos.

A mis sobrinas Daynareth y Sofía que con sus ocurrencias alegran mis días.

Agradecimientos

A Dios, por darme la fortaleza para culminar esta meta profesional.

A mi asesor de tesis, Dr. Cesar Limaymanta, por su guía, orientación y paciencia.

Al Instituto Geofísico del Perú y sus autoridades por las facilidades brindadas en el desarrollo de esta investigación.

Al Mg. Fausto Matos Uribe y al Dr. Julio Santillán Aldana por sus observaciones y comentarios para la mejora de esta tesis.

A mis amigos y compañeros que me permitió conocer la carrera de Bibliotecología y Ciencias de la Información, quienes con su apoyo y palabras de aliento aportaron en este proceso de investigación.

A todas las personas que estuvieron presentes en este proceso que ha sido un reto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN 8
INTRODUCCIÓN 10
CAPÍTULO I 12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 12
1.1 Descripción del problema de investigación 12
1.2 Definición del problema 14
1.3 Objetivos 14
1.4 Justificación e importancia de la investigación 15
1.5 Hallazgos y limitaciones de la investigación 16
CAPÍTULO II 17
REVISIÓN DE LITERATURA 17
2.1 Antecedentes del estudio 17
2.2 Bases teóricas, marco teórico 22
2.2.1 Ciencia e investigación 22
2.2.2 Bibliometría 24
2.2.3 Indicadores bibliométricos 26
2.2.4 Bases de datos bibliográficas 28
2.2.5 Uso responsable de las métricas para la evaluación 30
2.2.6 Políticas científicas nacionales desde la bibliometría 34
2.2.7 Institutos públicos de investigación 39
2.2.8 La investigación científica en el Instituto Geofísico del Perú 41
2.3 Definición de términos o categorías de análisis 44
2.3.1 Indicadores de producción 44
2.3.2 Indicadores de impacto 46
2.3.3 Indicadores de colaboración 50
2.3.4 Indicador de liderazgo científico 52
CAPÍTULO III 53
HIPÓTESIS Y VARIABLES 53
3.1 Hipótesis 53
3.2 Variables 53
3.3 Operacionalización de variables 54
CAPÍTULO IV 55
MATERIALES Y MÉTODOS 55

4.1 Área de estudio 55
4.2 Tipo de investigación 55
4.3 Población y muestra 55
4.4 Fuentes de información, procedimientos y recolección de datos 56
4.5 Análisis de datos 60
CAPÍTULO V 64
RESULTADOS 64
5.1 Indicadores de producción 64
5.1.1 Número de publicaciones por año 64
5.1.2 Porcentaje por tipo de documento 65
5.1.3 Porcentaje de documentos por revista 67
5.1.4 Porcentaje de documentos por tipo de acceso 69
5.1.5 Porcentaje de documentos por idioma 70
5.1.6 Porcentaje de documentos por programa de investigación 71
5.1.7 Productividad de autores 74
5.2 Indicadores de colaboración 79
5.2.1 Índice de colaboración 79
5.2.2 Grado de colaboración de las publicaciones 79
5.2.3 Porcentaje de documentos por tipo de colaboración 80
5.3 Indicadores de impacto 82
5.3.1 Número total de citas 82
5.3.2 Porcentaje de documentos citados y no citados 86
5.3.3 Porcentaje de publicaciones distribuidas por cuartil de revista 87
5.4 Indicador de liderazgo 89
5.4.1 Porcentaje de publicaciones lideradas y no lideradas 89
5.5 Análisis inferencial de la colaboración, liderazgo e impacto científico 91
5.5.1 Relación de colaboración e impacto científico 91
5.5.2 Comparación entre liderazgo e impacto científico 93
CAPÍTULO VI 96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 96
6.1 Conclusiones 96
6.2 Recomendaciones 98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 101
ANEXOS 114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación general de indicadores bibliométricos según varios autores 27

Tabla 2 Requisitos, criterios y puntajes para la calificación y registro en REGINA 35

Tabla 3 Niveles y puntaje para la calificación y clasificación en Renacyt 38

Tabla 4 Niveles e índice de productividad de autores 45

Tabla 5 Operacionalización de variables e indicadores 54

Tabla 6 Descripción de indicadores analizados 61

Tabla 7 Distribución porcentual por tipo de documento 66

Tabla 8 Distribución porcentual de artículos por revista 68

Tabla 9 Distribución de publicaciones por programa de investigación 73

Tabla 10 Distribución del número de documentos por autor con afiliación IGP 74

Tabla 11 Top 10 de autores con más publicaciones 78

Tabla 12 Top 10 de publicaciones más citadas 84

Tabla 13 Pruebas de normalidad y correlación Rho de Spearman de la colaboración (nro. de autores) e impacto (nro. de citas) por documento 92

Tabla 14 Prueba de comparación U de Mann Whitney 94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ámbitos de acción de las actividades de los IPI 41
Figura 2 Investigadores del IGP en Renacyt por niveles de clasificación 44
Figura 3 Ejemplos del cálculo del factor de impacto y CiteScore 48
Figura 4 Cuartiles de las revistas científicas 50
Figura 5 Procedimiento de recolección de datos 63
Figura 6 Evolución del número de publicaciones por año 65
Figura 7 Evolución comparativa por tipo de documento 66
Figura 8 Distribución porcentual de documentos por tipo de acceso 69
Figura 9 Evolución comparativa de documentos por tipo de acceso 70
Figura 10 Distribución porcentual de documentos por idioma 71
Figura 11 Evolución comparativa de documentos por programa de investigación 73
Figura 12 Productividad de autores según la ecuación del modelo inverso de Lotka 77
Figura 13 Índice de colaboración de las publicaciones 79
Figura 14 Grado de colaboración de las publicaciones 80
Figura 15 Distribución porcentual de documentos por tipo de colaboración 81
Figura 16 Evolución de documentos por tipo de colaboración 81
Figura 17 Evolución del número total de citas por año de publicación 83
Figura 18 Distribución porcentual de documentos citados vs no citados 86
Figura 19 Evolución de documentos citados vs. no citados 87
Figura 20 Publicaciones por cuartil de revista según SJR (Q1, Q2, Q3, Q4) 88
Figura 21 Evolución de publicaciones por cuartil de revista (Q1, Q2, Q3, Q4) 88
Figura 22 Distribución porcentual de documentos según liderazgo científico 89
Figura 23 Evolución de publicaciones con y sin liderazgo del IGP 90
Figura 24 *Diagrama de dispersión entre la colaboración (nro. de autores) e impacto (nro. de citas) por documento* 92
Figura 25 Diagrama de cajas entre liderazgo e impacto 94

RESUMEN

La bibliometría es una herramienta útil para la evaluación de los resultados de la investigación científica. En ese contexto, esta investigación tuvo como objetivo analizar las publicaciones con afiliación del Instituto Geofísico del Perú (1961-2021), indexadas en Scopus, a través de indicadores bibliométricos de producción, colaboración, impacto y liderazgo científico. En el transcurso del lapso señalado, el IGP participó en 624 publicaciones, las cuales tuvieron un patrón creciente en su volumen de producción. Con respecto a los indicadores de colaboración, se evidenció una marcada tendencia a la colaboración científica y la colaboración internacional. En cuanto a los indicadores de impacto, se obtuvo un buen desempeño ya que el mayor porcentaje de documentos (92%) fue citado al menos una vez, otro aspecto a destacar es que los artículos tuvieron mayor frecuencia de publicación en revistas internacionales de alto impacto (Q1). Por su parte, los resultados del liderazgo científico indicaron un bajo porcentaje de publicaciones lideradas por investigadores del IGP (33%). Por otro lado, las hipótesis planteadas fueron corroboradas estadísticamente. Se evidenció que la colaboración y el impacto tienen una relación significativa, sin embargo, el valor obtenido fue bajo por lo que no se puede afirmar que existe asociación entre las variables. Mientras que la comparación del impacto según liderazgo, mostró que las publicaciones lideradas por el Instituto Geofísico del Perú obtuvieron menor impacto en comparación con aquellas lideradas por otras instituciones.

Palabras clave: Análisis bibliométrico, Indicadores bibliométricos, Bibliometría, Producción científica, Publicaciones científicas, Instituto Geofísico del Perú, Perú.

Línea de investigación: Métricas de la información y evaluación de la producción científica.

ABSTRACT

Bibliometrics is a useful tool for evaluating the results of scientific research. In this context, this study aimed to analyze the publications affiliated with the Instituto Geofísico del Perú (1961-2021), indexed in Scopus, through bibliometric indicators of production, collaboration, impact, and scientific leadership. Over the period indicated, the IGP participated in 624 publications, which showed a growing pattern in their volume of production. With regard to collaboration indicators, a marked trend towards scientific collaboration and international collaboration was evident. In terms of impact indicators, a good performance was obtained since the highest percentage of documents (92%) was cited at least once, another aspect to highlight is that the articles were published more frequently in high-impact international journals (Q1). For their part, the results of scientific leadership indicated a low percentage of publications led by IGP researchers (33%). On the other hand, the hypotheses raised were statistically corroborated. It was shown that collaboration and impact have a significant relationship, however, the value obtained was low so it cannot be said that there is an association between the variables. While the comparison of impact according to leadership, showed that publications led by the Instituto Geofísico del Perú obtained lower impact compared to those led by other institutions.

Keywords: Bibliometric analysis, Bibliometric indicators, Bibliometrics, Scientific production, Scientific publications, Instituto Geofísico del Perú, Peru.

Research line: Information metrics and evaluation of scientific production.

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país que atraviesa y es propenso a diferentes eventos naturales con potencial destructivo (terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, inundaciones, sequías, huaicos, deslizamientos de tierra, entre otros). Más aún, al ser un país altamente sísmico debido a sus condiciones geográficas (Tavera, 2022b). Por lo mismo, es competencia de las instituciones científicas desarrollar investigaciones que permitan conocer estos fenómenos naturales a fin de proteger a la población. Es por ello, que el Instituto Geofísico del Perú (IGP) estudia los fenómenos geofísicos que afectan al territorio peruano.

El Instituto Geofísico del Perú es una entidad pública que tiene origen en 1922, año en que la *Carnegie Institution of Washington* (Estados Unidos) crea el Observatorio Magnético de Huancayo. En 1947, el mencionado observatorio fue transferido al gobierno peruano y cambió su nombre a Instituto Geofísico de Huancayo (Junín). Más adelante, en 1962 se renovó su denominación a Instituto Geofísico del Perú. Con ello, a partir de ese año, su sede principal se establece en Lima. Actualmente, el IGP cuenta con sedes desconcentradas en el país, entre ellas se encuentran el Observatorio de Huancayo, el Observatorio Vulcanológico del Sur y el Radio Observatorio de Jicamarca. Además, se encuentra adscrito al Ministerio del Ambiente.

A lo largo de su historia, el IGP a través de los investigadores que lo conforman, ha ido forjando sus investigaciones en geofísica y las diferentes ramas del conocimiento que esta abarca, tales como “magnetismo, radiación solar, física atmosférica, sismología, vulcanología, deformación cortical, dinámica de suelos, sedimentación, cambio climático, fenómeno El Niño, geoespacio, astronomía y desarrollo tecnológico” (Tavera, 2022a, párr. 3). Cuyos resultados se manifiestan en publicaciones técnicas, artículos científicos, monografías, boletines, entre otros.

Generalmente las actividades en ciencia y tecnología son atribuidas a las universidades. Sin embargo, existen otras instituciones que también aportan a la producción científica nacional, tal es el caso de los institutos públicos de investigación. Dentro de los cuales se encuentra el Instituto Geofísico del Perú. Teniendo en cuenta este aspecto resulta necesario cuantificar, caracterizar y analizar las publicaciones científicas con afiliación del IGP, de manera que se conozca su aporte y desempeño científico. Dicho análisis servirá de insumo para el desarrollo de políticas y estrategias de mejora para el fortalecimiento de la investigación científica en dicha entidad pública. Por tanto, el objetivo de esta investigación busca analizar las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú a través de indicadores de producción, colaboración, impacto y liderazgo.

En ese contexto, la presente investigación se divide en seis capítulos. El primero de ellos aborda el problema de investigación y los objetivos que esta se propone. En el segundo capítulo se presentan los antecedentes y bases teóricas referentes al tema de la investigación. En el tercer capítulo se plantean las hipótesis, variables y operacionalización de las variables. En el cuarto capítulo se expone el diseño de la investigación, los procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de datos. En el quinto capítulo, se presentan los resultados del análisis bibliométrico de las publicaciones científicas con afiliación del Instituto Geofísico del Perú. Finalmente, se explican las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema de investigación

Las actividades científicas, tecnológicas y de innovación son fundamentales para el desarrollo económico y el bienestar del país. “La alta competitividad exige la aplicación del conocimiento científico y tecnológico en la producción de bienes y servicios, en el uso racional de los recursos naturales y en la optimización de todos los servicios públicos” (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica [Concytec], 2014, p. 9). Por lo mismo, resulta necesario identificar y analizar la investigación científica realizada en el Perú a través de sus diferentes instituciones. Estos resultados son relevantes para la toma de decisiones en relación a las políticas públicas para el desarrollo de la ciencia e investigación científica en el país.

En ese contexto, los estudios bibliométricos permiten evaluar los resultados de la investigación científica a través de indicadores que determinan su tamaño, evolución y el impacto que generan en otras investigaciones. Además, las métricas generadas a partir de la aplicación de la bibliometría resultan una herramienta útil para la adecuada dirección, gestión y planificación de los recursos destinados a los sistemas de ciencia y tecnología (Velasco et al., 2012).

En el Perú, los institutos públicos de investigación (IPI) forman parte del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Sinacti) y son administrados por el Estado peruano. Al respecto, sus contribuciones al desarrollo de la ciencia son poco conocidas. Por tanto, es necesario analizar y evaluar la producción científica de estas entidades para conocer su aporte y a partir de ello desarrollar estrategias de mejora para su fortalecimiento.

El Instituto Geofísico del Perú es un instituto público de investigación, cuya misión institucional es “desarrollar investigación científica, innovación tecnológica y vigilancia permanente de fenómenos geofísicos para el bienestar de la sociedad de manera eficiente y eficaz” (Instituto Geofísico del Perú [IGP], 2023a, párr. 12). Por tanto, una de sus principales funciones es generar conocimiento científico y tecnológico que permita la vigilancia, monitoreo, alerta y difusión de los eventos geofísicos que acontecen (terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, inundaciones, sequías, huaycos, deslizamientos de tierra, fenómenos El Niño y La Niña y cambio climático) de manera que sus aportes en investigación contribuyan a la gestión de riesgo de desastres en el país.

El Concytec (2014; 2019) ente oficial de velar por la ciencia y tecnología en el Perú, en sus informes titulados *“Principales indicadores bibliométricos de la actividad científica peruana”*, caracterizó los resultados de investigación desarrollados por diferentes instituciones peruanas, entre ellas el IGP. Sin embargo, en los estudios mencionados el periodo de análisis fue a partir del 2006. Por tanto, no se refleja la evolución de la producción científica del Instituto Geofísico del Perú desde su origen. Además, otro aspecto que no se enfatizó fue el análisis por investigadores y la relación entre indicadores bibliométricos.

Se realizó una búsqueda en las bases de datos Scopus y Web of Science y se halló que existen pocas investigaciones bibliométricas con enfoque en el análisis de los resultados de la actividad investigativa en institutos públicos de investigación (IPI) del Perú. Asimismo, las investigaciones existentes abordaron la caracterización de la producción científica desarrollada en institutos de investigación en ciencias de la salud (Belter et al., 2019; Romaní, 2020). Por lo mismo, es necesario el desarrollo de un estudio bibliométrico que evalúe otras áreas temáticas de investigación en los IPI, de manera que se pueda conocer su capacidad institucional en el

desarrollo de la ciencia. Por tanto, ante esta brecha en investigación, el objetivo de este estudio es analizar las publicaciones científicas producidas por investigadores del Instituto Geofísico del Perú, a través de indicadores bibliométricos de producción, colaboración, impacto y liderazgo. Para luego relacionar la colaboración científica con el impacto, asimismo comparar este indicador según el liderazgo ejercido en las publicaciones.

1.2 Definición del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles son las características de los indicadores bibliométricos de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú indexadas en Scopus (1961-2021)?

1.2.2 Problemas específicos

a) ¿Cuáles son las características de los indicadores bibliométricos de producción, colaboración, impacto y liderazgo de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú indexadas en Scopus (1961-2021)?
b) ¿Cuál es la relación entre la colaboración con el impacto y cómo se diferencia el impacto según el liderazgo ejercido en las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú indexadas en Scopus (1961-2021)?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar los indicadores bibliométricos de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú indexadas en Scopus (1961-2021).

1.3.2 Objetivos específicos

a) Analizar las características de los indicadores bibliométricos de producción, colaboración, impacto y liderazgo de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú indexadas en Scopus (1961-2021).
b) Determinar la relación de la colaboración con el impacto y comparar este último según el liderazgo ejercido en las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú indexadas en Scopus (1961-2021).

1.4 Justificación e importancia de la investigación

La bibliometría es una disciplina que estudia las características y dinámicas de las publicaciones científicas. Por lo mismo, resulta un instrumento de apoyo para la evaluación de la producción científica en sus diferentes niveles de agregación, tales como autores, instituciones, revistas, países, entre otros (Gauthier, 1998; Okubo, 1997). En ese contexto, la presente investigación de corte bibliométrico permitirá conocer la evolución, tamaño, características, colaboración, impacto y nivel de liderazgo de las publicaciones científicas con afiliación del Instituto Geofísico del Perú.

Por otro lado, los pocos estudios bibliométricos a nivel nacional, y especialmente en institutos públicos de investigación, con énfasis en temáticas diferentes al sector salud (Urbizagástegui-Alvarado, 2014) motivaron a la realización de la presente tesis. Por tanto, el estudio bibliométrico de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú permitirá conocer y documentar la situación de la investigación en esta entidad a lo largo de su historia.

De acuerdo con Hernández et al. (2014) existen diferentes criterios para determinar la utilidad de una investigación. En ese sentido, esta tesis se justifica por su implicación práctica, dado que, al ser un estudio descriptivo-correlacional pretende ser un instrumento de apoyo en la

toma de decisiones a nivel institucional. De manera que los resultados de las métricas generadas ayuden a desarrollar estrategias y políticas en aras de fortalecer las capacidades y la producción científica de los investigadores del IGP. Asimismo, los resultados de la investigación permitirán conocer el aporte científico de un instituto público de investigación peruano en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Sinacti).

1.5 Hallazgos y limitaciones de la investigación

En primera instancia, la presente investigación buscó cuantificar y caracterizar las publicaciones científicas (*article, conference paper, review*) firmadas bajo afiliación del Instituto Geofísico del Perú, desde el documento más antiguo indexado en Scopus hasta los más recientes. Por lo cual, el periodo de análisis comprendió desde el año 1961 al 2021. En ese contexto se tuvo como primer hallazgo que el IGP participó en 624 publicaciones científicas. Al respecto, en la ejecución de la búsqueda para la extracción de registros se presentaron algunas limitantes como la falta de normalización en la firma institucional, lo cual conllevó a que la base de datos no asocie correctamente al autor con la institución. Si bien, la base de datos Scopus agrupa las diferentes denominaciones de una institución, para el caso del IGP se observó que no reúne todas las variantes que los autores registran. En vista de ello, los datos extraídos de Scopus, podrían no ser exactos. Sin embargo, para atenuar el aspecto mencionado se realizaron búsquedas independientes por autor; asimismo, búsquedas con las diferentes denominaciones del IGP desde su creación, a fin de obtener la mayor cantidad de publicaciones con firma de investigadores del Instituto Geofísico del Perú.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes del estudio

Existen diversos estudios sobre métricas y evaluación de la producción científica en sus diferentes niveles de agregación, tales como autores, revistas, temas, instituciones, países, entre otros. En el Perú, en los últimos años, las investigaciones bibliométricas han ido en aumento. Sin embargo, todavía son escasos los estudios de análisis de la producción científica con enfoque en institutos de investigación, los cuales se caracterizan por la investigación especializada en una determinada área del conocimiento. A continuación, se presentan los trabajos que se han producido en referencia al tema de esta investigación, se empieza por el ámbito internacional y posteriormente se presentan los estudios realizados a nivel nacional.

Barrera y Benetti (2019) en su trabajo de licenciatura realizaron un análisis bibliométrico de las publicaciones científicas del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – Centro de Investigaciones Agropecuarias (Argentina) correspondiente al periodo 2010-2015. En el estudio analizaron 706 documentos desarrollados por 113 investigadores pertenecientes a la institución señalada, a los cuales se realizó el cálculo de su índice de productividad. Asimismo, se confirmó la Ley de Lotka, ya que la gran cantidad de documentos se concentró en un número reducido de investigadores. Asimismo, entre sus resultados obtuvieron que el género femenino tuvo una presencia considerable en la producción científica.

D'Albuquerque (2016) en su tesis de grado analizó la actividad científica del Instituto Nacional de Epidemiología "Dr. Juan H. Jara" (Argentina), a través de indicadores de producción, impacto y colaboración científica. El estudio determinó que, en los años 1980 al 2014, dicha institución desarrolló 245 publicaciones científicas, las cuales se obtuvieron desde la

base de datos propia del instituto. Asimismo, la investigación permitió identificar las temáticas abordadas a lo largo del periodo indicado. Por otro lado, para determinar las publicaciones con mayor número de citas se empleó la herramienta *Google Scholar*. En tanto, el análisis de colaboración evidenció el predominio de la colaboración institucional.

Lenzo (2011) en su trabajo de investigación estudió la evolución y características de la producción científica de los investigadores del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) en el periodo 1978 al 2007. Para tal fin, tomó como fuente a la base de datos CONTR, gestionada por la propia institución. El análisis de las publicaciones permitió identificar las áreas temáticas desarrolladas en las investigaciones y el periodo de mayor producción. Entre sus principales conclusiones se sostuvo el predominio de la colaboración internacional y la publicación de documentos científicos en revistas internacionales de alto impacto. Asimismo, la temática más abordada fue en torno a especies biológicas, la misma que coincidió con las líneas de investigación establecidas por la institución.

Viera-Arroyo et al. (2020) en su artículo *Producción científica del Ecuador en el ámbito agropecuario: caso del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, periodo 2014-2019* describieron y analizaron la producción científica del instituto de investigación mencionado. En la recolección de datos tomaron diversas fuentes como: *Google Scholar,* el repositorio de la institución, Scopus, entre otros. En total se analizaron 353 publicaciones, entre las cuales se clasificaron como técnicas y científicas. De acuerdo con los resultados, las publicaciones científicas mostraron un aumento progresivo en los últimos años, la mayoría de ellas se publicaron en revistas con índice SJR. En ese sentido, los autores concluyeron que el crecimiento de la producción estuvo acompañado de calidad científica.

Ruiz-Coronel et al. (2019) en su artículo *Análisis cienciométrico de la producción científica del Instituto Nacional de Cancerología* (INCan) examinaron los indicadores cienciométricos de productividad, impacto y colaboración de las publicaciones científicas de dicha institución entre los años 2007 al 2017. Asimismo, realizaron un análisis computacional multiparamétrico con el objetivo de determinar los perfiles cienciométricos de las instituciones mexicanas ligadas a la línea de investigación de la entidad analizada. Entre sus resultados obtuvieron que, a nivel de productividad, el INCan ocupó el cuarto lugar entre las instituciones de salud pública con 1323 publicaciones indexadas en *Web of Science* (WoS). A nivel de impacto científico, se ubicó en el puesto 8 de 10. Asimismo, la colaboración que predominó fue nacional; es decir, con participación de instituciones mexicanas.

Maldonado y Montesi (2018) en su artículo *Análisis bibliométrico comparativo de la actividad científica del CSIC y cuatro homólogos europeos: CNRS, HG, MPG Y CNR (2006-2015)*, realizaron un estudio comparativo para determinar la actividad investigativa en cinco instituciones científicas europeas. Para ello, emplearon indicadores bibliométricos de actividad, impacto y colaboración. Entre sus conclusiones destacaron aspectos particulares en cada una de las instituciones estudiadas. En ese sentido, el CSIC presentó una óptima relación entre presupuesto, producción e impacto. El CNRS obtuvo una elevada producción científica; el HG, mayor especialización temática. Asimismo, el MPG fue la institución con mayor impacto y el CNR presentó una escasa colaboración internacional en la producción científica publicada.

Paz et al. (2006) en su artículo *Evolución de la producción científica del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (1990-2005)* analizaron la producción científica de dicha institución. Al respecto, la fuente de datos empleada fue la base de datos ISI. En el estudio identificaron un total de 798 publicaciones, las cuales mostraron una tendencia al crecimiento,

las temáticas de astronomía y astrofísica obtuvieron mayor producción. Asimismo, la colaboración científica con otras instituciones se destacó en el ámbito internacional.

Abramo y D'Angelo (2015) en su artículo *The relationship between the number of authors of a publication, its citations and the impact factor of the publishing journal: Evidence from Italy* examinaron las publicaciones indexadas en Web of Science (2004-2010) a nivel de país. Cuyo objetivo principal fue probar la correlación entre el número de autores y el impacto, medido a través de las citas recibidas. Los resultados de correlación mostraron un crecimiento lineal y significativo entre el número de coautores y el número de citas. Por lo mismo, concluyeron que las publicaciones en coautoría lograron mayor visibilidad e impacto científico.

Larivière et al. (2015) en su artículo *Team size matters: Collaboration and scientific impact since 1900,* realizaron un análisis histórico de la relación entre la colaboración con el impacto en las publicaciones científicas. Para determinar la colaboración, los autores emplearon tres indicadores: número de autores, número de afiliaciones institucionales y número de países. Se tomaron datos de *Science Citation Index Expanded* (SCIE), el *Social Science Citation Index* (SSCI) y el *Arts and Humanities Citation Index* (AHCI) de *Thomson Scientific* correspondientes al periodo 1900-2011. Además, se consideraron como unidades de análisis a artículos, notas y revisiones. El impacto medido en términos de citas se contabilizó desde el año de publicación hasta finales de 2011 y tomaron en cuenta las citas con y sin autocitas. Los resultados demostraron que el aumento en el número de autores implicó el aumento en el número de citas a lo largo del periodo analizado. Un caso similar sucedió con el análisis del número de afiliaciones y países.

Hsu y Huang (2011) en su artículo *Correlation between impact and collaboration* determinaron la correlación de la colaboración con el impacto de las publicaciones científicas.

Para lo cual, extrajeron datos de 8 revistas publicadas entre 1995 al 2004 e indexadas en *ISI Web of Knowledge.* Al respecto, la colaboración se examinó a través del número de coautores y el impacto mediante el número de citas acumuladas. Entre los resultados mostraron que aquellas publicaciones con autoría única obtuvieron menor número de citas que aquellas en coautoría. Por lo cual, sostuvieron que la colaboración científica conlleva a un mayor impacto de las publicaciones.

Romaní (2020) en su artículo *Análisis bibliométrico de las publicaciones científicas originales del Instituto Nacional de Salud del Perú en el periodo 1998-2018*, analizó el desempeño de la actividad científica de la institución señalada mediante indicadores bibliométricos de producción, colaboración e impacto. Entre las conclusiones más importantes destacó el aumento progresivo de publicaciones realizadas por investigadores del INS. Sin embargo, los valores más altos del índice de productividad de autores se centraron en un grupo reducido. Asimismo, el autor sostuvo que en las últimas dos décadas las publicaciones se enfocaron en la investigación de enfermedades infecciosas, por lo que sugirió consolidar las recientes líneas temáticas abordadas para el fortalecimiento del instituto de investigación estudiado.

El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica en sus informes titulados *Principales indicadores bibliométricos de la actividad científica peruana (2006-2011 y 2012-2017)*, caracterizó la producción científica, indexada en Scopus, de las diferentes instituciones del país mediante indicadores de visibilidad, colaboración, impacto, excelencia y liderazgo. En los informes mencionados se incluyó el análisis de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú, al superar el mínimo de publicaciones establecidas para el estudio. El resultado del primer informe arrojó que para el periodo 2006-2011, el IGP desarrolló 88

documentos, de los cuales se destacó por el alto porcentaje de colaboración internacional. Por otro lado, el segundo informe correspondiente a los años 2012-2017, evidenció un total de 174 publicaciones. En ese ese periodo de estudio se destacó nuevamente la colaboración científica con instituciones internacionales. Asimismo, el impacto normalizado de publicaciones superó la media mundial de citación. Si bien es cierto, el estudio elaborado por el Concytec permite conocer el volumen y características que predominan en los resultados de investigación del IGP, es necesario documentar la evolución de la producción científica desarrollada desde sus inicios. Del mismo modo, se requiere un estudio detallado que permita el análisis por investigadores. Además, los estudios realizados por Concytec no abordaron la relación entre indicadores bibliométricos, lo que se pretende examinar en esta tesis.

En síntesis, en el contexto peruano no existe un estudio específico que aborde el análisis de la producción científica del Instituto Geofísico del Perú. Asimismo, a nivel nacional son escasos los estudios bibliométricos aplicados a institutos de investigación. A diferencia del ámbito internacional, donde se han desarrollado, en mayor medida, diferentes investigaciones.

2.2 Bases teóricas, marco teórico

2.2.1 Ciencia e investigación

A lo largo de la historia se han dado muchas definiciones sobre la ciencia, algunas de ellas son las siguientes:

- Francis Bacon (1620) “La ciencia, es una adquisición de la humanidad por medio de la observación, la experimentación y la verificación”.
- Albert Einstein (1934) “La ciencia es un intento por hacer que las caóticas diversidades percibidas en la naturaleza se ajusten a un conjunto de ideas que son precisas y que pueden ser expresadas matemáticamente”.

- Mario Bunge (1960) “La ciencia es un esfuerzo colectivo y colaborativo que busca descubrir y explicar los fenómenos naturales a través de la observación, la experimentación y la teoría”.
- Richard Feynman (1965) “La ciencia es el conocimiento obtenido mediante la observación y la experimentación sistemáticas, y la formulación de principios generales que explican los fenómenos observados”.

De ahí que la ciencia es el conocimiento que busca hallar soluciones a problemas o fenómenos que se generan en el medio a través de la observación y experimentación. Este conocimiento se caracteriza por ser “racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible” (Bunge, 1989, p. 3). La ciencia e investigación están ampliamente relacionadas, siendo esta última “un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema” (Hernández et al., 2014, p. 4). De esa manera, la investigación se entiende como el medio para la generación de la ciencia.

Los resultados que se desencadenan a partir de la investigación reciben el nombre de producción científica, que es llevada a cabo “por científicos a través de la comunicación escrita y difundidos mediante canales formales y públicos” (Sancho, 1990, p. 848). Los productos científicos se plasman en informes, artículos, ponencias en congresos, manuales, tesis, libros, entre otros. También, existen productos más concretos como los desarrollos tecnológicos o innovaciones. Sin embargo, el principal medio para la difusión de los resultados de investigación son los artículos en revistas científicas o actas oficiales de congresos ya que son sometidas a una rigurosa revisión de expertos en la temática abordada (Maletta, 2009).

2.2.2 Bibliometría

Se considera que el primer trabajo de origen bibliométrico fue el que desarrollaron Cole y Eales en 1917, donde realizaron un análisis estadístico del crecimiento de las publicaciones sobre anatomía comparada entre los años 1550 a 1860, según su distribución geográfica, categorías y divisiones del reino animal (Gregorio, 2004; Sancho, 1990). El estudio realizado por los autores es considerado también como una de las primeras investigaciones con base teórica. Esto, debido a tres supuestos, el primero de ellos fue su objeto de estudio: las publicaciones; el segundo, los objetivos planteados: la evaluación del desempeño y áreas científicas; y el tercero, las limitaciones del estudio ya que los datos numéricos obtenidos no eran suficientes para conocer por completo la literatura científica abordada (de Bellis, 2009).

Ya en la década de los sesenta del siglo XX se inició el desarrollo de la denominada "Ciencia de la ciencia". Uno de los autores que impulsó esta corriente fue Price con la publicación de su libro *Little Science, Big Science,* traducido más adelante por López Piñero con el título Hacia una ciencia de la ciencia. El libro abordaba y discutía el estudio de la actividad científica con métodos científicos. Dentro de ese marco, se proponía el uso de modelos matemáticos y la estadística para entender el desarrollo científico (Aleixandre, 2016).

De acuerdo con Spinak (1996) el término "bibliografía estadística" era empleado para referirse a aquellos estudios estadísticos del conocimiento registrado. Sin embargo, por entenderse como bibliografía sobre la estadística, Pritchard sugirió el cambio a "bibliometría" por considerarlo un término más adecuado y de mejor comprensión. Es así que en el año 1969 Pritchard empezó a utilizar el término bibliometría definiéndola como "la aplicación de las matemáticas y los métodos estadísticos a los libros y otros medios de comunicación." (Pritchard

y Wittig, 1981, p. 3). Es decir, la medición cuantitativa de las publicaciones y sus características para su análisis. Asimismo, Spinak (1996) mencionó otras formas de definir a la bibliometría:

- Aplicación de análisis estadísticos para estudiar las características del uso y creación de documentos.
- Estudio cuantitativo de la producción de documentos como se refleja en las bibliografías.
- Aplicación de métodos matemáticos y estadísticos al estudio del uso que se hace de los libros y otros medios dentro y entre los sistemas de bibliotecas.
- Estudio cuantitativo de las unidades físicas publicadas, o de las unidades bibliográficas, o de sus sustitutos (p. 34).

Por su parte, Araújo (2006) sostiene que la bibliometría inicialmente se centró en el estudio cuantitativo del libro y su uso; así como en los procesos relacionados con la gestión bibliotecaria. Y con el paso del tiempo abordó el estudio de otros formatos de producción bibliográfica, tales como artículos científicos y similares, así como la productividad de autores y el estudio de citas.

Okubo (1997) indica que la bibliometría puede definirse como la disciplina que mide y analiza la producción derivada de la ciencia, manifestada en artículos, publicaciones, citas, patentes, entre otros derivados. Para Lopez-Lopez citado en Gorbea (2005), la bibliometría hace referencia a los “estudios cuantitativos de diversos aspectos de la literatura científico-técnica”. En esa misma línea, Carrizo (2000) sostiene que la bibliometría es el “conjunto de conocimientos metodológicos para la aplicación de técnicas cuantitativas, destinadas al estudio de los procesos de producción, comunicación y uso de la información científica, con el objeto de contribuir al análisis y evaluación de la ciencia e investigación” (p. 9).

Si bien las definiciones sobre la bibliometría son diversas, Gorbea (2005) sostiene que existe un consenso en torno a las mismas. Al respecto, se coincide en los métodos estadístico-matemáticos que se aplican y en sus objetivos, que buscan analizar las publicaciones, así como a quienes las producen y consumen. Por otro lado, aunque inicialmente se entendía a la bibliometría como el análisis cuantitativo de los libros, con el pasar de los años su unidad de análisis ha ido cambiando a todos los formatos de producción de la ciencia.

2.2.3 Indicadores bibliométricos

Los indicadores bibliométricos son herramientas de la bibliometría para la medición y evaluación de la producción científica en las diferentes ramas del conocimiento (Peralta et al., 2015). Su uso es necesario, dado que las políticas científicas actuales toman en cuenta las publicaciones de los investigadores para evaluarlos y conocer su desempeño científico (Moed, 2009). Aquellos indicadores más utilizados son los conteos de publicaciones, el número de citas que estas alcanzan, así como el impacto de las revistas donde se publican los artículos científicos (Bordons y Zulueta, 1999).

Gómez y Bordons (1996) definen a los indicadores bibliométricos como “datos estadísticos deducidos de las publicaciones científicas. Su uso se apoya en el importante papel que desempeñan las publicaciones en la difusión de los nuevos conocimientos, papel asumido a todos los niveles del proceso científico” (p. 21). De esta forma, se entiende que los indicadores bibliométricos se basan en las características y datos que proporcionan las publicaciones científicas, cuyo análisis además permite la obtención de nueva información y conocimiento.

El empleo de indicadores bibliométricos para la medición de la actividad científica permite “analizar el tamaño, el crecimiento y la distribución de la bibliografía científica, analizar sus procesos de generación, propagación y uso, e identificar a los agentes implicados en su

producción y utilización (autores, grupos de investigación, redes de colaboración, organismos, revistas, etc.)" (Aleixandre, 2016, p. 365). Asimismo, permite conocer las relaciones existentes entre las características que se desprenden de las publicaciones (Ardanuy, 2012).

Es importante tener en consideración que el uso de indicadores bibliométricos es válido mayormente para las ciencias básicas ya que en estos campos del conocimiento predomina la publicación científica (Bordons y Zulueta, 1999). Respecto a los indicadores de citación, Moed (2017) sostiene que estos no miden la calidad de la investigación sino más bien el impacto científico. Otra limitación de los indicadores bibliométricos es que miden las publicaciones indexadas en bases de datos, cuya cobertura se reduce, por lo general, a países de habla inglesa (Gómez y Bordons, 1996). Pese a sus limitaciones, los indicadores bibliométricos resultan ser de utilidad para la evaluación de los de resultados de investigación, dado su carácter objetivo (Bordons y Zulueta, 1999).

Tabla 1

Clasificación general de indicadores bibliométricos según varios autores

López y Terrada	Callon y Coutial	Bordons y Zulueta	Maltrás	Camps
Producción	Actividad	Actividad científica	Producción	Actividad científica
Circulación	Relación	Impacto	Calidad	Impacto
Dispersión			Colaboración	
Consumo				
Repercusión				

Nota. Tomado de Peralta et al. (2015).

Según la Tabla 1, todos los autores consideran a los indicadores de producción o actividad dentro de la clasificación general de indicadores bibliométricos, ya que estos indicadores son la base para el cálculo de indicadores más complejos (Sancho, 1990). Asimismo, dos autores coinciden en el indicador de impacto y solo uno estima el indicador de colaboración. En esa línea, esta investigación empleó los indicadores de producción, impacto y colaboración para el análisis de las publicaciones científicas con afiliación IGP. Adicionalmente, se analizó el indicador liderazgo científico que es usado en estudios bibliométricos actuales, lo cual permite una medición y análisis más integral de las publicaciones (Gregorio-Chaviano et al., 2020; Liberatore et al., 2021).

2.2.4 Bases de datos bibliográficas

López de la Teja et al. (2017) sostienen que una base de datos es "el conjunto de datos relacionados que se encuentran agrupados o estructurados" (p. 144). Cuya definición pone énfasis en la organización de los datos. De forma más específica una base de datos académica o científica es un "sistema de información que registra documentos y sus propiedades, resultantes de actividades académico-científicas, tales como artículos, actas de congresos y capítulos de libros, que tienen como objetivo apoyar la producción de nuevo conocimiento y proporcionar métricas e informaciones sobre la producción científica que permita a los gestores de la ciencia tomar decisiones informadas" (Codina, citado en Espinoza Freire, 2020, p. 33). En ese sentido, las bases de datos constituyen una fuente esencial y necesaria para el desarrollo de la investigación científica, así como para su seguimiento y monitoreo. Asimismo, son consideradas fuentes primarias para el desarrollo de estudios en bibliometría, así como para la evaluación del quehacer investigativo (Rodríguez, 2008).

a) Web of Science

Fue la primera base de datos bibliográfica de alcance mundial, fundada por Eugene Garfield en la década de 1960. Actualmente es una de las bases de datos más influyentes que provee información de las investigaciones en los diferentes campos científicos. WoS tiene tres índices principales: *Science Citation Index Expanded*, *Art & Humanities Citation Index* y *Social Science Citation Index,* los cuales incluyen contenido de revistas que pasan por un proceso de selección (Li et al., 2018).

b) Scopus

Scopus, lanzada en 2004, es una base de datos de citas y resúmenes de la literatura científica que cubre alrededor de 77 millones de publicaciones. Sus funcionalidades permiten consultar la producción científica de autores e instituciones, así como realizar el seguimiento y análisis de citas de documentos (Elsevier, 2020). Considerada como una de las principales bases de datos bibliográficas a nivel mundial, es ampliamente utilizada para estudios y análisis bibliométricos (Pranckutė, 2021).

De acuerdo con Mongeon y Paul-Hus (2016) la base de datos Scopus presenta una mayor cobertura que WoS debido a la proporción de revistas que indexa. El estudio desarrollado por los autores arrojó que mientras Scopus contaba con 20.346 revistas, WoS cubría un número reducido (13.605). Por tanto, Scopus refleja un panorama más amplio de la producción científica al tener un mayor número de revistas indexadas.

Desde una perspectiva latinoamericana, Baiget (2020) señala que la base de datos Scopus tiene algunas ventajas sobre Web of Science. Por ejemplo, Scopus indexa un mayor número de revistas, tiene mayor cobertura para el área de Ciencias Sociales, mayor proporción de documentos en idiomas no inglés e incluye más del 92% de las revistas indexadas en WoS.

2.2.5 Uso responsable de las métricas para la evaluación

a) Declaración de San Francisco

En el año 2012 fue firmada la "Declaración sobre la evaluación de la investigación" por directores y editores de revistas científicas durante la Reunión Anual de la *American Society for Cell Biology* (ASCB) llevada a cabo en San Francisco (California). Esta declaración surgió debido a la necesidad de mejorar la forma en que se evalúa la investigación. Por tanto, el grupo que encabezó la declaración propuso recomendaciones dirigidas a agencias de financiación, instituciones, editoriales y organizaciones que proveen métricas.

Los principales temas en los que giran las recomendaciones de la Declaración sobre la evaluación de la investigación (DORA, por sus siglas en inglés) son los siguientes:

- La necesidad de eliminar el uso de métricas basadas en revistas, tales como el factor de impacto, en consideraciones de financiamiento, nombramiento y promoción,
- la necesidad de evaluar la investigación por sus propios méritos en lugar de basarse en la revista en la que se publica la investigación, y
- la necesidad de capitalizar las oportunidades que ofrece la publicación en línea (como flexibilizar los límites innecesarios en el número de palabras, figuras y referencias en los artículos, y explorar nuevos indicadores de importancia e impacto) (DORA (Declaration on Research Assessment) y Pardal-Peláez, 2018, p. 297).

Como recomendación general, se exhorta a que los criterios para la asignación de subvenciones económicas y decisiones para la contratación o promoción de investigadores rechacen el factor de impacto o las métricas de publicación como sustituto de la calidad de los documentos científicos.

Las recomendaciones dirigidas a agencias de financiación e instituciones enfatizan que el contenido de una publicación debe ser considerado antes que las métricas que se desprenden de la misma. Asimismo, sugiere el uso de indicadores cualitativos para medir el valor y el impacto que producen los resultados de la investigación, así como en la práctica misma. Con respecto a las recomendaciones para editoriales, se enfatiza la reducción del factor de impacto como un parámetro de promoción y más bien sugiere dejar de promover su uso. A las organizaciones que proveen métricas insta a ser transparentes al proporcionar datos, así como también, dar a conocer los métodos empleados para el cálculo de dichas métricas. Por último, alienta a los investigadores a promover prácticas que enfaticen el valor e impacto de la investigación.

En resumen, la Declaración de San Francisco es una iniciativa que busca mejorar la forma en que se evalúa la investigación actualmente. Aborda el uso indebido de métricas basadas en el factor de impacto y cómo estas pueden afectar las decisiones de contratación y promoción de investigadores, así como la financiación de investigaciones. Desde la perspectiva de Dora no es conveniente usar solamente las métricas de las revistas o el factor de impacto para tomar decisiones en torno a los procesos que involucran la investigación. Por lo mismo, fomenta el uso de otros criterios para la evaluación de la investigación, tales como el uso de indicadores cualitativos que permitan conocer los cambios que se desprenden en la práctica misma a partir de las investigaciones.

b) Manifiesto de Leiden

El Manifiesto de Leiden, cuyo nombre se debe a la ciudad donde se expuso y reunieron los firmantes del mismo, se dio por la preocupación en la aplicación generalizada de indicadores para medir la ciencia (Delgado-López-Cózar y Martín-Martín, 2019). En el manifiesto se indican diez principios para guiar la evaluación de la investigación:

1. La evaluación cuantitativa tiene que apoyar la valoración cualitativa por expertos.
2. El desempeño debe ser medido de acuerdo con las misiones de investigación de la institución, grupo o investigador.
3. La excelencia en investigación de relevancia local debe ser protegida.
4. Los procesos de recopilación y análisis de datos deben ser abiertos, transparentes y simples.
5. Los datos y análisis deben estar abiertos a verificación por los evaluados.
6. Las diferencias en las prácticas de publicación y citación entre campos científicos deben tenerse en cuenta.
7. La evaluación individual de investigadores debe basarse en la valoración cualitativa de su portafolio de investigación.
8. Debe evitarse la concreción improcedente y la falsa precisión.
9. Deben reconocerse los efectos sistémicos de la evaluación y los indicadores.
10. Los indicadores deben ser examinados y actualizados periódicamente (Hicks et al., 2015, p. 430).

Estos principios declaran que las decisiones en torno a la ciencia no deben basarse solo en números o índices, sino que más bien deben complementarse con indicadores cualitativos a fin de fortalecer la evaluación del rendimiento científico. Asimismo, se evidencia un rechazo al factor de impacto, aunque no se indica de manera explícita (Delgado-López-Cózar y Martín-Martín, 2019). Otro punto interesante del manifiesto de Leiden es la reflexión sobre la excelencia en la investigación, que se asocia en muchos países a las publicaciones redactadas en inglés. Sin embargo, se sostiene que las publicaciones nacionales poseen un valor científico en su mismo contexto. Por tanto, insta a tener en cuenta tales publicaciones por ser de relevancia en su

localidad y no descartarlas de las métricas. El manifiesto también alude que no todas las áreas del conocimiento deben medirse de la misma manera porque tienen diferentes características y dinámicas. Por ejemplo, en el área de ciencias sociales y humanidades, estas se ven afectadas ante las metodologías de evaluación donde predominan los índices y el factor de impacto. Por consecuencia, sus índices resultan más bajos. Finalmente, otro punto que se destaca es que la evaluación del rendimiento científico se ejerza a través del perfil completo del investigador y no, únicamente, a través del índice h ya que este presenta sesgos en los campos de estudio de los científicos.

c) Coara

Uno de los más recientes avances para la evaluación de la investigación científica a nivel global es la Coalición para el Avance de la Evaluación de la Investigación (CoARA, por sus siglas en inglés) conformada, en diciembre de 2022, por instituciones ligadas al desarrollo de la ciencia. Esta iniciativa está compuesta por 10 compromisos. Entre ellos se encuentra, principalmente, la evaluación de la investigación con enfoque cualitativo, para ello se sostiene que la revisión por pares juega un papel fundamental. Asimismo, se recomienda el uso de indicadores cuantitativos para medir el desempeño de la ciencia, pero de forma responsable. Por lo cual, en esa línea, se insta a evitar el uso del factor de impacto, así como de rankings internacionales (Coalition for Advancing Research Assessment [CoARA], 2022).

Estos cambios en las prácticas de evaluación para la investigación buscan ser efectuados en conjunto y desde las experiencias de cada una de las instituciones que conforman la coalición, a través de las diferentes contribuciones en la investigación y tomando en cuenta la naturaleza de las mismas (CoARA, 2022).

2.2.6 Políticas científicas nacionales desde la bibliometría

De acuerdo con la Ley N ° 31250, Ley del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Sinacti), el Concytec "es el ente rector del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – Sinacti". Por tanto, dicha entidad es la encargada de establecer las políticas y lineamientos para la evaluación de la investigación científica en el Perú.

En el año 2015, como primer paso en la evaluación del rendimiento científico de los investigadores peruanos y tomando como referencia a sus pares a nivel de América Latina, el Concytec aprobó el "Reglamento de Calificación y Registro de Investigadores en Ciencia y Tecnología del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - SINACYT" (Estrada-Cuzcano y Alfaro-Mendives, 2017). Aquellos investigadores que cumplían los criterios de evaluación pasaron a formar parte del Registro Nacional de Investigadores en Ciencia y Tecnología, conocido como REGINA.

En el mencionado reglamento se contemplaron siete criterios para la calificación y registro de investigadores peruanos. Los cuales se mantuvieron en las dos actualizaciones que tuvo el citado reglamento en el año 2017.

Es así que en el reglamento aprobado por Resolución de Presidencia No 198-2017-CONCYTEC-P se contempló como uno de los criterios de evaluación el título profesional y grado académico del investigador. En este ítem se debía cumplir como mínimo el grado de bachiller, el cual otorgaba dos puntos (2) y para el grado de doctor, un puntaje máximo de 15 puntos. En cuanto a los indicadores bibliométricos se consideraron las publicaciones indexadas en Scopus, *Web of Science* (WoS) o Scielo. Las dos primeras otorgaban el mismo puntaje por cada publicación (3 puntos), mientras que Scielo, un punto (1). Cabe destacar que los investigadores debían contar con al menos una publicación en cualquiera de las bases de datos

indicadas para formar parte del REGINA. Por otro lado, se consideraron también libros y capítulos de libros, a los cuales se otorgaban 5 puntos. En cuanto al índice h de los investigadores, el puntaje era equivalente al valor del mismo. Es decir, si el índice h del investigador era 5, obtenía 5 puntos, además este valor era el puntaje máximo que se otorgaba. Cabe mencionar que en este criterio de calificación el valor del índice h no era excluyente a diferencia de los otros 6 criterios (ver Tabla 2).

Tabla 2

Requisitos, criterios y puntajes para la calificación y registro en REGINA

Ítems	Periodo/Descripción	Puntaje	Indicadores
Título profesional y grado académico	Título profesional/Bachiller/ Maestro/ Doctor	15	Título profesional (3), maestro (7) y doctor (15)
Artículo científico en revista indizada, patentes, registro de obtentor otorgado por autoridad competente	7 últimos años	30	Scopus (3), Web of Science (3), SciELO (1). Patente de modelo de utilidad otorgada (2), Patente de invención otorgada (5), Certificado de obtentor otorgado (5).
Libros o capítulos de libro producto de una investigación científica	7 últimos años	5	ISBN de editorial en investigación especializada. Libro internacional (3), libro nacional (1), capítulo (1)
Formación de RRHH	7 últimos años	10	Asesor principal de tesis defendidas para obtener: título profesional (1), grado de maestro (2), grado de doctor (5)
Índice h	-	5	Si h < 5, el puntaje igual a h; para h>5, se otorga el máximo puntaje, i.e., puntaje = 5
Proyectos de investigación	7 últimos años	25	Investigador principal (Fondo Concursable Internacional - 6), investigador principal (Fondo Concursable Nacional - 3), investigador asociado (coinvestigador) y post-

			doctorando (2), tesista de doctorado (1)
Ponencias en congresos de su especialidad de alcance nacional o internacional	7 últimos años	10	De alcance internacional (3), de alcance nacional (1)
TOTAL	---	100	-

Nota. Tomado de Reglamento de Calificación y Registro de Investigadores en Ciencia y Tecnología del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - SINACYT (2017).

Como parte de las mejoras en el sistema nacional de ciencia y tecnología, en los años posteriores se establecieron nuevos reglamentos de calificación. Es así que en el año 2018 se aprobó el Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica – Reglamento Renacyt y fue puesto en marcha en 2019. Dicho reglamento establecía dos grupos de investigadores denominados "María Rostworowski" y "Carlos Monge Medrano", cada uno con tres y cuatro niveles respectivamente. Asimismo, permitía la equivalencia entre criterios de calificación y la postulación se realizaba en las fechas que establecía el Concytec.

Poco tiempo después, en el año 2021, se modificó y aprobó el nuevo Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica – Reglamento Renacyt. Este nuevo reglamento trajo cambios notables en los criterios de evaluación y calificación a los investigadores. Entre los principales cambios se destacan:

- La eliminación de los grupos Carlos Monge Medrano y María Rostworowski: en su lugar se establecieron 7 niveles de clasificación y uno adicional denominado "Investigador distinguido" (ver Tabla 3).

- Inclusión de estudiantes de pregrado: a diferencia del antiguo reglamento, en la normativa vigente se considera a los estudiantes en proceso de formación. Cabe señalar que el cumplimiento del criterio producción total, en al menos uno de sus indicadores (artículos científicos, libros y/o capítulos de libro, patentes) es imprescindible para calificar como investigador Renacyt.
- Publicaciones en Scopus, WoS o Scielo: solo se permiten aquellas publicaciones científicas (artículos, *Conference Proceedings*) indexadas en las bases de datos señaladas.
- Cuartiles: los documentos científicos obtienen un puntaje diferenciado, dependiendo del cuartil al que pertenece la revista de publicación. Existen cuatro cuartiles, el cuartil 1 (Q1) otorga mayor puntaje (5 puntos). Mientras que, en el otro extremo, el cuartil 4 (Q4), 2 puntos. Los cuartiles intermedios 2 y 3 (Q2 y Q3) otorgan 4 y 3 puntos respectivamente.
- Limitación de puntaje: los *Conference Proceedings* indexados en Scopus o WoS y artículos indexados en Scielo reciben un punto por cada publicación. Cuya sumatoria no debe exceder los 10 puntos. Asimismo, el puntaje máximo para libros y capítulos de libros es 10, así como las asesorías de tesis. Por tanto, la limitación de puntaje en los documentos señalados busca promover la publicación de artículos indexados en Scopus o WoS, así como la mayor producción en patentes y similares.
- Índice h: el valor del índice h debe ser mayor o igual a 10, requisito solo para el nivel investigador distinguido.

Tabla 3

Niveles y puntaje para la calificación y clasificación en Renacyt

Niveles de Clasificación	Puntaje requerido por Nivel de Clasificación
Investigador Distinguido	200 a más
Nivel I	160-199
Nivel II	100 – 159
Nivel III	70 – 99
Nivel IV	50 – 69
Nivel V	35 – 49
Nivel VI	25 -34
Nivel VII	10 -24

Nota. Tomado de Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - Reglamento Renacyt (2021).

En síntesis, las normativas establecidas por Concytec para la evaluación a investigadores peruanos han presentado cambios en el transcurrir de los años. El reglamento más reciente aprobado en el 2021 se compone de indicadores más rigurosos que buscan promover la investigación conforme a estándares internacionales. Por lo que en el reglamento no se contemplan tipos documentales como cartas al editor o similares que no sigan la estructura de un artículo científico. Así también, se fomenta la producción en patentes y demás para la promoción del investigador. Asimismo, es claro que los criterios de evaluación del desempeño científico en

el ámbito nacional están ampliamente relacionados con la bibliometría dado su carácter cuantitativo.

2.2.7 Institutos públicos de investigación

La Ley N ° 31250, Ley del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, establece que los institutos públicos de investigación (IPI) son "aquellos que tienen entre sus principales funciones, dadas por sus leyes de creación, la investigación científica y el desarrollo tecnológico". Asimismo, la mencionada ley contempla como institutos públicos de investigación, de manera referencial mas no limitativa, a las siguientes instituciones:

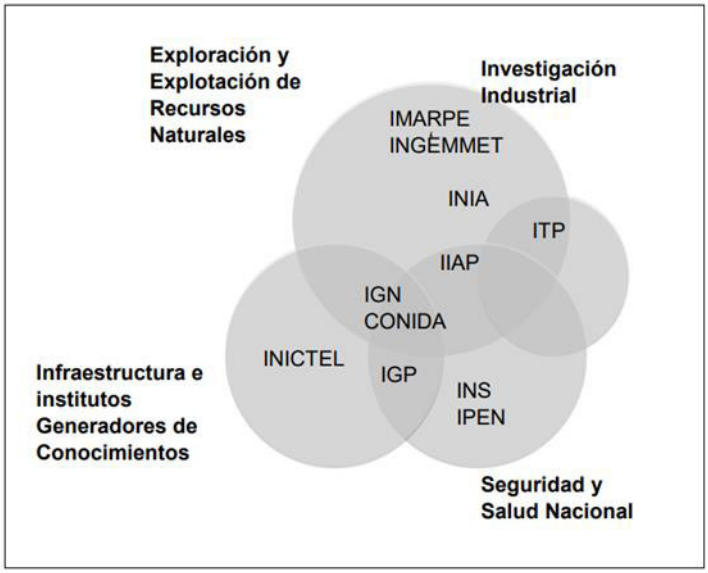
a) La Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial – CONIDA
b) El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP
c) El Instituto del Mar del Perú – IMARPE
d) El Instituto Geofísico del Perú – IGP
e) El Instituto Geográfico Nacional – IGN
f) El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET
g) El Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña – INAIGEM
h) El Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA
i) El Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones – INICTEL
j) El Instituto Nacional de Salud – INS
k) El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI
l) El Instituto Peruano de Energía Nuclear – IPEN
m) El Instituto Tecnológico de la Producción – ITP

En relación a los IPI, Advansis (2011) en su informe titulado *Diagnóstico del desempeño y necesidades de los institutos públicos de investigación y desarrollo del Perú*, abordó la situación de estas instituciones, cuyo objetivo fue brindar herramientas que permitan mejorar, a nivel individual o en conjunto, su impacto económico y social en el país. En el informe se señala a los IPI como "depósito único de habilidades y conocimientos técnicos y, junto con las universidades, son responsables por una proporción importante de la más avanzada infraestructura de investigación y desarrollo del Perú" (Advansis, 2011, p. 55). Del cual, se alude el trabajo especializado que realizan estas instituciones en sus campos y disciplinas científicas; asimismo, se destaca el importante papel que desempeñan en beneficio del país.

De acuerdo con la evaluación realizada por Advansis, los institutos públicos de investigación tienen historias con características particulares y que por tanto "se organizan, financian y administran de formas muy distintas". Otro aspecto que se señaló es que los IPI principalmente se dedican a "proveer servicios, sean tecnológicos o no, tareas administrativas varias y a la recolección, procesamiento y distribución de información" (Advansis, 2011, p. 56) . En la Figura 1 se muestran los ámbitos de acción en los que se desempeñan los IPI a nivel nacional. Al respecto, las actividades del IGP se encuentran en la intersección del área infraestructura e institutos generadores de conocimiento y seguridad y salud nacional, junto a instituciones como el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA).

Figura 1

Ámbitos de acción de las actividades de los IPI



Nota. Tomado de Advansis (2011).

Los resultados del diagnóstico y evaluación realizados por Advansis señalaron que el escaso financiamiento afecta las capacidades de investigación científica en los institutos públicos de investigación, principal rol por el que fueron creados. Por lo cual, se sostuvo la necesidad de mejorar la calidad, relevancia y eficiencia de las actividades en los IPI. Como medida para el mejoramiento de estos aspectos se propuso la modernización en la organización y gobernabilidad de los institutos, así como el aumento de financiamiento.

2.2.8 La investigación científica en el Instituto Geofísico del Perú

El Instituto Geofísico del Perú es un organismo público ejecutor, adscrito al Ministerio del Ambiente, que se rige por su propia Ley N ° 31733 oficializada por el Congreso de la República en mayo de 2023. Su historia se remonta al año 1922, cuando la *Carnegie Institution of Washington* estableció el Observatorio Magnético de Huancayo. Posteriormente, en 1947, este observatorio fue transferido al gobierno peruano y se creó el Instituto Geofísico de Huancayo

(IGH). Donde se crearon observatorios y estaciones geofísicas, uno de ellos el Observatorio de Ancón, construido en colaboración con la NASA en 1959, el cual se encargó del rastreo de satélites en el Perú. En 1962, el IGH cambió de nombre a Instituto Geofísico del Perú (IGP). En ese mismo año se inauguró el Radio Observatorio de Jicamarca (ROJ) a cargo del *National Bureau of Standards* para el estudio de las ciencias espaciales de la ionósfera. El radar que opera en el ROJ es un instrumento que permite medir los campos eléctricos en la ionósfera y contribuye a un mejor entendimiento del espacio cercano a la tierra y a mejorar las tecnologías de comunicación satelital. En 1969, el Radio Observatorio de Jicamarca fue transferido al IGP (IGP, 1998).

En la década de los 70, como producto del terremoto en Yungay (Áncash), una de las peores catástrofes en el país, la sismología adquiere prioridad en los asuntos del país, es así que el IGP asume un rol protagónico en este campo. Mas aún, al ser un país con intensa actividad sísmica, dada su ubicación geográfica. En tanto, en la década del 80 el IGP participó y realizó aportes en el estudio de El Niño. Asimismo, esta década afrontó una situación de crisis nacional que se vio reflejada también en el IGP. Sin embargo, en la década de los 90 esta situación fue superándose progresivamente. En 1994, se iniciaron investigaciones sobre la deformación de los Andes centrales con tecnología GPS. Por otro lado, en 1998 se realizaron los primeros pronósticos del tiempo a través del uso de sistemas de modelamiento numérico (IGP, 2009).

En tanto, a partir del 2000 se incluyeron nuevas líneas temáticas como la geodesia espacial, que permitió el estudio de lagunas sísmicas en el Perú. Además, se estudió el campo científico de la vulcanología con la vigilancia de la actividad volcánica en el sur del país (IGP, 2009).

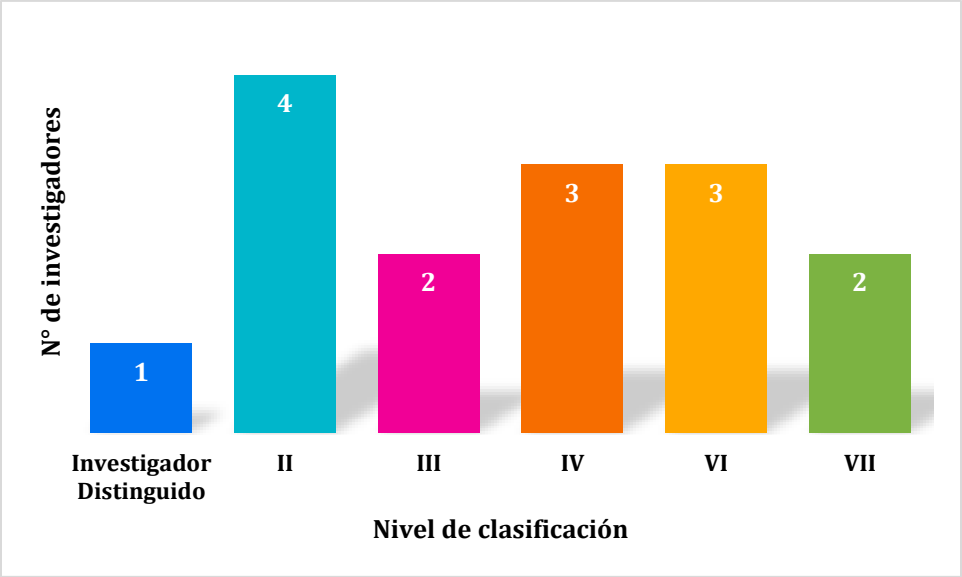
En la actualidad, el Instituto Geofísico del Perú estudia 30 temáticas geofísicas que se agrupan en tres programas de investigación, cuyos aportes generan valor público en el territorio nacional (IGP, 2022).

- **Ciencias de la Tierra Sólida (CTS):** investiga y monitorea los sismos y erupciones volcánicas; así como el estudio de la estructura y parámetros físicos de los suelos. Tiene dos subprogramas de investigación: procesos de dinámica interna y procesos físicos de los suelos (IGP, 2023b).
- **Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera (CAH):** se encarga de estudiar "los fenómenos físicos que ocurren en el sistema climático (atmósfera, océano, suelo, criósfera y biósfera), los cuales interactúan entre sí, produciendo variaciones climáticas en diferentes escalas espaciales y temporales" (IGP, 2023, párr. 1). Este programa de investigación tiene 3 subprogramas denominados: El Niño - Oscilación del Sur (ENSO), variabilidad y cambio climático en el Perú y eventos meteorológicos e hidroclimáticos extremos.
- **Ciencias del Geoespacio y Astronomía (CGA):** este programa de investigación estudia **"**los fenómenos que ocurren en las capas más altas de la atmósfera terrestre (particularmente en la ionósfera), así como, sobre la variabilidad del clima del espacio que rodea la Tierra" (IGP, 2023c, párr. 1).

Para el cumplimiento de sus funciones, el IGP cuenta con 30 profesionales e investigadores reconocidos. En la actualidad, quince se encuentran calificados como investigadores Renacyt, los cuales representan un 50% del total de investigadores vigentes (ver Figura 2, Anexo 2).

Figura 2

Investigadores del IGP en Renacyt por niveles de clasificación



Nota. Datos extraídos en junio 2023 de la plataforma Renacyt: https://servicio-renacyt.concytec.gob.pe/

2.3 Definición de términos o categorías de análisis

2.3.1 Indicadores de producción

Los indicadores de producción miden el número de publicaciones de autores, instituciones, áreas, países, entre otras unidades de análisis, lo cual permite conocer su dinamismo por periodos de tiempo, así como otros elementos identificados a partir del conteo de publicaciones. Son indicadores que sirven de base para el cálculo de indicadores más complejos (Aleixandre, 2016). Los indicadores de producción también son llamados indicadores de actividad (Peralta et al., 2015).

Mediante el análisis de publicaciones se identifica y obtiene información sobre los tipos documentales, idiomas, tipos de acceso, las revistas en que se divulgan los artículos científicos,

las tendencias en investigación, así como los autores que participan en los documentos (Ospina Rúa, 2009).

Entre los indicadores de producción se encuentran:

- **Número de publicaciones:** se refiere al conteo de publicaciones conforme al nivel de agregación que corresponda. Su distribución por años permite determinar el dinamismo de la investigación en el tiempo (Aleixandre, 2016; Sancho, 1990).
- **Dispersión de las publicaciones:** "análisis de las publicaciones sobre un tema o área entre las diversas fuentes de información. Permite descubrir núcleos de autores o revistas" (Camps, 2008, p. 75).
- **Productividad científica:** conteo del número de documentos científicos por autor (Rodríguez Gutiérrez et al., 2017).
- **Índice de productividad:** logaritmo del número de trabajos publicados por cada autor. Los autores son distribuidos en tres niveles de acuerdo con su índice de productividad (Aleixandre, 2016; Romaní, 2020) (Ver Tabla 4).

Tabla 4

Niveles e índice de productividad de autores

Niveles de productividad	Índice de productividad	N ° de artículos
Pequeños productores	(log n = 0)	1
Medianos productores	(0 < log n < 1)	2 a 9
Grandes productores	(log n ≥ 1)	10 a más

Nota. Elaboración propia a partir de Aleixandre (2016).

2.3.2 Indicadores de impacto

El impacto o visibilidad que poseen las publicaciones dentro de la comunidad científica se mide a través del número de citas que recibe un documento publicado (Suárez & Pérez-Anaya, 2018). Por medio de estas se conoce la influencia o repercusión que tiene un documento científico para la generación de otras investigaciones (Aleixandre, 2016). Si bien los indicadores basados en citas brindan información sobre el impacto de publicaciones individuales, en mayor medida proveen información sobre el impacto de unidades de análisis como investigadores, grupos de investigación, instituciones, países o revistas (Waltman, 2016).

Lopez-Piñero (citado en Aleixandre-Benavent et al., 2017) plantea algunas de las razones para citar un documento:

- Rendir homenaje a los pioneros de la disciplina de estudio.
- Dar crédito al trabajo referido (homenaje a los iguales).
- Identificar la metodología, el equipo, los instrumentos de medida, las variables, etc.
- Suministrar una bibliografía de base.
- Corregir el propio trabajo o el trabajo de otros.
- Criticar trabajos previos.
- Alertar o advertir sobre circunstancias que tener en cuenta en próximos trabajos (p. e77).

Por otro lado, Smith (citado en Arencibia, 2010) señala otros supuestos que influyen en el investigador a citar a otro:

- El contenido del documento citado se relaciona con el que hace la referencia.
- La referencia que hace un autor a otro documento supone que éste lo está usando, lo cual implica dos cosas:

a) Todos los documentos citados se usaron por el autor.

b) Los documentos citados son los más importantes que se usaron al preparar un trabajo.

- La referencia a un documento refleja el mérito de este.
- Las referencias se hacen a los mejores documentos disponibles sobre el tema (p. 28).

De acuerdo con los autores citados líneas arriba, son diversas las razones por las que un autor puede citar a otro, lo cual no garantiza la calidad de la investigación científica. Por tanto, el número de citas atribuidas a un trabajo es más bien un indicador de "visibilidad, uso, difusión o impacto" (Aleixandre-Benavent et al., 2017, p. e77) .

Entre los indicadores de impacto se encuentran:

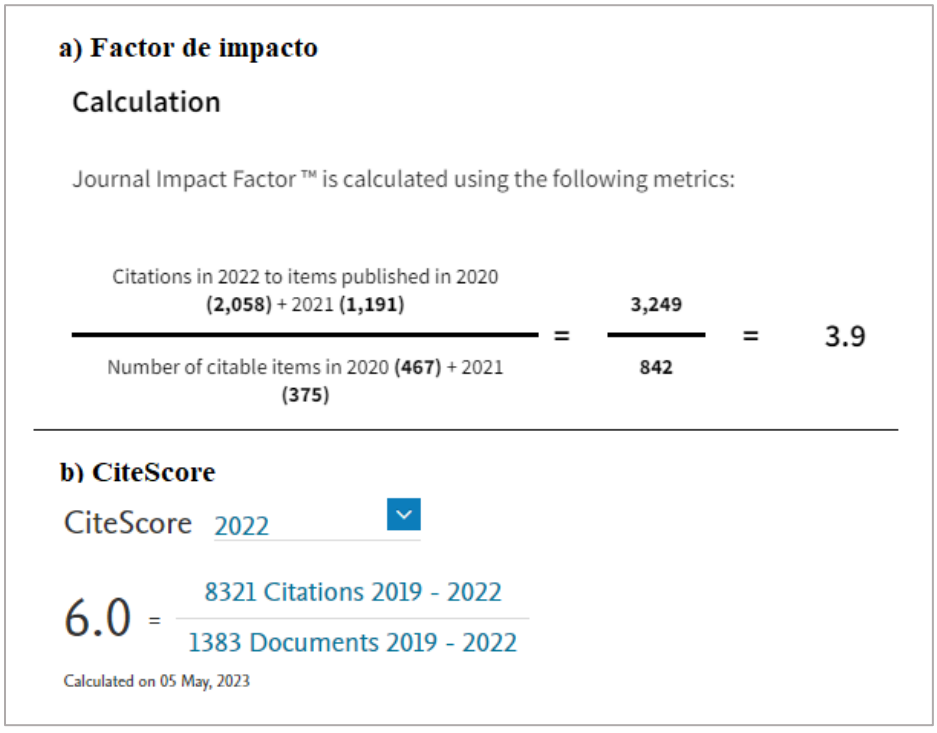
- **Número total de citas:** sumatoria de las citas que alcanzan las publicaciones según su unidad de investigación (investigador, un grupo, una institución o un país) (Aleixandre-Benavent et al., 2017).
- **Índice h:** desarrollado por Jorge Hirsch en 2005, permite medir tanto la producción (publicaciones) como el impacto científico (citas) en un solo valor (Hirsch, 2005). Aunque al principio fue aplicable solo para el análisis de las publicaciones de autores, posteriormente fue adaptado a diferentes niveles de agregación (Arencibia & Carvajal, 2008).

Asimismo, existen también otros indicadores para medir el impacto de las revistas científicas. Entre los más conocidos están el factor de impacto, también llamado *Journal Impact Factor* (JIF), empleado por la base de datos *Web of Science*; *CiteScore*, desarrollado por Scopus y el SJR (*Scimago Journal & Country Rank*) que toma como fuente de datos a Scopus, creado por el grupo Scimago.

Con respecto al factor de impacto “es una medida de la frecuencia con la que el “artículo promedio” de una revista ha sido citado en un año o período en particular” (Clarivate, 2023, párr. 4). El cálculo del factor de impacto de una revista se obtiene de la división del número de citas del año actual entre el número de artículos publicados en la revista durante los dos años anteriores (ver Figura 3a). En cuanto al CiteScore, su cálculo se realiza a través del número de citas de documentos (artículos, revisiones, ponencias de congresos, capítulos de libros y artículos de datos) de una revista durante cuatro años, dividido por el número de los mismos tipos de documentos indexados en Scopus y publicados en esos mismos cuatro años (Elsevier, 2023, párr. 1) (ver Figura 3b).

Figura 3

Ejemplos del cálculo del factor de impacto y CiteScore



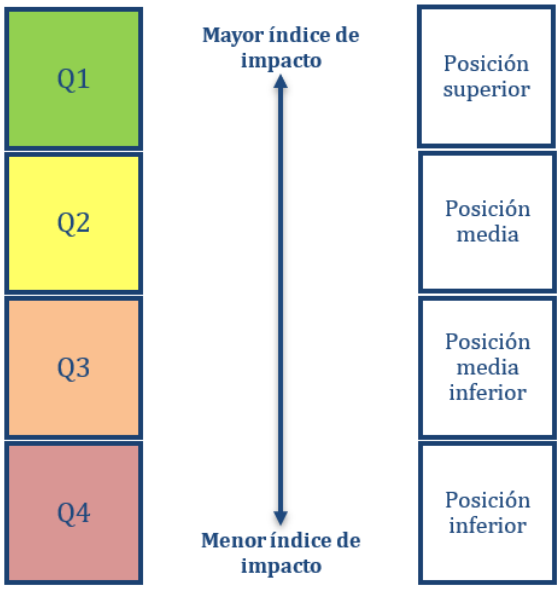
Nota. Datos tomados de *Journal Citation Reports* (JCR) y Scopus Sources, 2023 para la revista *Scientometrics*.

Por su parte el indicador SJR “expresa el número promedio de citas ponderadas recibidas en el año seleccionado por los documentos publicados en la revista seleccionada en los tres años anteriores; es decir, citas ponderadas recibidas en el año X a documentos publicados en la revista en los años X-1, X-2 y X-3” (Scimago, 2023b, párr. 12). Por tanto, el SJR se calcula a través de las citas que reciben las revistas en un periodo de 3 años. Asimismo, se otorga un mayor peso a las citas procedentes de revistas de alto prestigio y del mismo o similar campo temático (Guerrero-Bote & Moya-Anegón, 2012). Donde “el valor del prestigio depende del campo, la calidad y la reputación de las revistas, fuente en las que se publica el artículo que cita” (Marín Velásquez & Arriojas Tocuyo, 2021).

De los indicadores que miden el impacto de las revistas científicas se desprenden los cuartiles. Para el indicador SJR, las revistas de una categoría temática son ordenadas en conformidad al valor de este indicador de impacto, las cuales se dividen en cuatro partes iguales y a cada grupo de revistas se les asigna un cuartil. Las revistas con mayor valor SJR estarán ubicadas en el cuartil 1 (Baiget, 2020; Lucas-Domínguez et al., 2018). Es decir, están en el cuarto superior de las revistas con mayor impacto (ver Figura 4).

Figura 4

Cuartiles de las revistas científicas



Nota. Elaboración a partir de Baiget (2020) y Pajić (2015).

2.3.3 Indicadores de colaboración

La colaboración científica en la investigación es un hecho que se viene dando con mayor frecuencia en la actualidad, situación que trae cambios en la ciencia y en las formas de realizar investigación (Concytec, 2014). En ese sentido, "el trabajo en equipo y la colaboración se han convertido en los vehículos para la integración del conocimiento, esfuerzos y capacidades para los procesos de investigación" (Bermeo Andrade et al., 2009, p. 301).

Algunos factores que determinan la colaboración en investigación son la disposición de recursos y equipos; así como la obtención de financiación (Gómez-Ferri & González-Alcaide, 2018). Por su parte Aleixandre-Benavent et al. (2017) sostiene otros factores como: la productividad, ya que trabajar en colaboración permite que los investigadores aumenten el número de sus publicaciones científicas. Asimismo, "la presión por publicar, el conocimiento de

idiomas y la naturaleza de los problemas que se investigan" (p. 109) pueden influir en el trabajo colaborativo con otros investigadores y sus instituciones.

Los indicadores que miden la colaboración científica permiten establecer las relaciones que se dan entre dos o más investigadores que generan en forma conjunta un producto de investigación (Peralta et al., 2015). Cuyo análisis se establece a partir de las coautorías de las publicaciones científicas. Algunos de los indicadores de colaboración son:

- **Índice de colaboración (IC):** número promedio de autores que participan en un documento. Su cálculo es aplicable para disciplinas, revistas, instituciones, países (Lawani, 1981; Salas et al., 2018).

$$IC = \frac{\sum_{j=1}^{A} j\, f_j}{\mathrm{N}}$$

Donde:

f_j = Número de documentos con j autores

N = Número total de documentos

A = El mayor número de autores por documento

- **Grado de colaboración (GC):** indica el porcentaje de documentos en colaboración (Salas et al., 2018; Subramanyam, 1983).

$$\mathrm{GC} = 1 - \frac{f1}{N}$$

Donde:

f_1 = Número de documentos con 1 solo autor

N = Número total de documentos

- **Tipo de colaboración:** permite categorizar las publicaciones de una institución en colaboración o coautoría internacional, nacional, institucional y autoría única. A este indicador se le conoce también como colaboración geográfica. (Elsevier, 2019).

2.3.4 Indicador de liderazgo científico

El indicador liderazgo científico permite conocer la capacidad científica y contribución destacada que ejerce un determinado autor en la investigación que se materializa en un documento científico (De-Moya-Anegón, 2012). En esa misma línea, el liderazgo científico se mide a través del número de publicaciones cuyo autor de correspondencia pertenece a la institución objeto de análisis (Scimago, 2023). Generalmente, a los autores de correspondencia se les atribuye mayor responsabilidad en la investigación ya que son los que direccionan el proyecto de investigación, aseguran su financiamiento mediante agencias de subvenciones y se encargan de la revisión final del manuscrito (Man et al., 2004). Por tanto, representan a la institución como garante de la investigación científica realizada (Moya-Anegón et al., 2013).

Por otro lado, la primera autoría en una publicación científica también es considerada como un indicador de liderazgo científico por su aporte significativo en las actividades de investigación (González-Alcaide et al., 2017; Hilário et al., 2022). En ese sentido, los autores se enumeran por orden descendente de contribución (Verhagen et al., 2003).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

- Existe relación entre la colaboración (nro. de autores) e impacto (nro. de citas) de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú indexadas en Scopus (1961-2021).
- El impacto difiere en las publicaciones científicas realizadas con y sin liderazgo del Instituto Geofísico del Perú indexadas en Scopus (1961-2021).

3.2 Variables

- **Colaboración científica:** "Los indicadores de colaboración miden las relaciones que se establecen entre los productores en la elaboración de un resultado que surge del esfuerzo cooperativo" (Peralta et al., 2015).
- **Impacto científico:** Indicador que se basa en las citas, las cuales reflejan la visibilidad, uso y difusión que alcanzan las publicaciones (Aleixandre-Benavent et al., 2017).
- **Liderazgo científico:** "El liderazgo indica el monto de la producción de una institución como contribuyente principal, es decir, la cantidad de artículos en los que el autor de correspondencia pertenece a la institución" (Scimago, 2023a).

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 5

Operacionalización de variables e indicadores

Variable	Dimensión	Indicadores
Indicadores bibliométricos	Producción	Número de publicaciones por año
		Porcentaje por tipo de documento
		Porcentaje de documentos por revista / tipo de edición
		Porcentaje de documentos por tipo de acceso
		Porcentaje de documentos por idioma
		Porcentaje de documentos por programa de investigación
		Productividad de autores
	Colaboración	Índice de colaboración
		Grado de colaboración
		Número de autores por documento
		Porcentaje de documentos sin colaboración
		Porcentaje de documentos con colaboración institucional
		Porcentaje de documentos con colaboración nacional
		Porcentaje de documentos con colaboración internacional
	Impacto	Número total de citas por documento
		Porcentaje de documentos citados y no citados
		Porcentaje de publicaciones distribuidas por cuartil de revistas según SJR
	Liderazgo	Porcentaje de publicaciones lideradas y no lideradas

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

El estudio abarca los indicadores bibliométricos de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú, cuya ubicación se encuentra en el distrito de Ate, provincia y departamento de Lima.

4.2 Tipo de investigación

Esta investigación sigue una metodología bibliométrica de alcance descriptivo-correlacional ya que en primera instancia se describieron los indicadores bibliométricos de las publicaciones científicas del IGP. Posteriormente, se analizó la relación entre la colaboración (número de autores por documento) con el impacto (número de citas por documento) y la comparación del impacto según el liderazgo científico de las publicaciones.

4.3 Población y muestra

La población de la presente investigación estuvo constituida por las publicaciones científicas firmadas con afiliación del Instituto Geofísico del Perú e indexadas en Scopus. Es decir, cada publicación analizada debió contar con al menos un autor del IGP.

Las unidades de análisis consideradas para el estudio fueron: artículos, artículos de revisión y artículos de conferencia, ya que son los principales medios de difusión de los resultados de investigación (Maletta, 2009). El periodo de análisis inició con la publicación más antigua indexada en Scopus (1961) teniendo como fecha límite el año 2021. Por tanto, los resultados que se obtuvieron a partir de las búsquedas en la base de datos mencionada sirvieron como muestra para esta investigación.

4.4 Fuentes de información, procedimientos y recolección de datos

4.4.1 Fuentes de información

La fuente principal de información que empleó este estudio fue la base de datos bibliográfica Scopus, debido a que permite obtener una mayor representatividad de las publicaciones científicas en comparación con otras bases de datos (Guerrero-Bote & Moya-Anegón, 2012). Asimismo, ya que permite la búsqueda de publicaciones a través del nombre de afiliación institucional. Los registros obtenidos a partir de la búsqueda en Scopus fueron exportados en formato CSV. Cada registro incluyó los siguientes datos: título, autor(es), año de publicación, nombre de revista/recurso, tipo e idioma del documento, número de citas (contabilizadas desde la fecha de publicación de cada documento hasta febrero de 2023, fecha en que se extrajeron los datos) y autor de correspondencia.

Adicionalmente, se consultó el sitio web de *Scimago Journal & Country Rank* - SJR (https://www.scimagojr.com/), el cual permitió la identificación y categorización de cuartiles para cada una de las revistas donde fueron publicados los artículos científicos bajo afiliación IGP.

4.4.2 Procedimientos y recolección de datos

Los procedimientos ejecutados para la recolección de datos se dividieron en 3 fases: (1) búsqueda y recuperación; (2) cruce de información y (3) depuración de registros y normalización de datos (ver Figura 5). Con respecto a la primera fase, la búsqueda y recuperación de registros se realizó en febrero de 2023. Asimismo, esta fase empleó 3 formas de búsqueda para la obtención de registros con afiliación IGP. En primer lugar, se empleó el campo afiliación (*Affiliations*). Cabe recalcar que el IGP cuenta con un código de institución en Scopus, lo mismo sucede con el Radio Observatorio de Jicamarca, sede que forma parte de

la institución analizada. Por tal motivo, la ecuación de búsqueda se empleó de la siguiente manera: AF-ID ("Instituto Geofisico del Peru" 60071233) OR AF-ID ("Radio Observatorio de Jicamarca Lima" 60071234). Con esta consulta en Scopus se obtuvo como resultado 624 registros, al cual se denominó dataset 1. Es necesario precisar que esta primera forma para la recolección de datos, arrojó registros desde el año 1963 y se tomaron en cuenta todos los tipos documentales para posteriormente en la etapa de depuración de registros eliminar aquellos que no formaban parte de las unidades de análisis. Esto permitió dar cuenta de la presencia de otros tipos documentales en la producción científica del IGP.

La segunda forma que se empleó para la recuperación de registros fue mediante una búsqueda avanzada con las distintas denominaciones que ha tenido el Instituto Geofísico del Perú a lo largo de su historia, así como los nombres de sus sedes u observatorios a nivel nacional que forman parte de la institución. En tanto, la ecuación de búsqueda insertada fue la siguiente: (AFFIL ("observatorio magnetico de huancayo") OR AFFIL ("instituto geofisico de huancayo") OR AFFIL ("observatorio de huancayo") OR AFFIL ("jicamarca radar observatory") OR AFFIL ("observatorio de ancón") OR AFFIL ("observatorio vulcanologico del sur")). Cabe precisar que las afiliaciones indicadas no contaban con identificador de afiliación. En total la búsqueda arrojó 23 registros, a los cuales se denominó dataset 2. Un dato interesante en los resultados de esta segunda búsqueda fue la obtención de registros desde el año 1961. Es decir, se sumaron registros a los obtenidos en la búsqueda por código de afiliación.

La tercera forma de recuperación de registros consistió en realizar búsquedas independientes por autor, desde los más antiguos a los más recientes, conforme al listado de investigadores que proporcionó la entidad objeto de estudio (ver Anexo 2). Los resultados de

cada búsqueda por autor fueron compilados en un solo dataset, el cual estuvo constituido por 849 registros, denominados como dataset 3. Esta última búsqueda se realizó con la finalidad de obtener la mayor cantidad de publicaciones con afiliación IGP indexadas en Scopus.

En la segunda fase de recolección de datos se cruzó la información de cada dataset. Es así que del cruce del dataset 1 con el dataset 2 se obtuvieron 632 registros. Al resultado de este cruce de información se denominó dataset 4, el cual fue contrastado con el dataset 3, del cual resultaron 780 registros (ver Figura 5).

Finalmente, los 780 registros pasaron por un proceso de depuración. Al respecto, se eliminaron 128 registros ya que no contaban con la autoría de investigadores con afiliación del IGP. Asimismo, 1 registro fue excluido por repetición. De igual manera fueron eliminados: 7 capítulos de libro; 10 cartas al editor; 7 erratas y 3 *data papers* ya que no formaban parte de las unidades de análisis. El dataset final estuvo conformado por 624 registros. Algunos datos de estos registros fueron normalizados, tal fue el caso del nombre de autores dado que figuraban de múltiples formas. Un caso similar se dio en el nombre de revistas, ya que algunas de estas actualizaron su denominación, por ello fueron normalizadas con el nombre actual de la revista.

Es importante precisar que la búsqueda por las afiliaciones que presentó el IGP a lo largo de su trayectoria, así como la búsqueda por autores permitió sumar 41 registros que no se recuperaron a través de la búsqueda por código de afiliación.

Asimismo, el dataset final de los datos recabados se encuentra disponible en la plataforma Zenodo, a través de la siguiente dirección electrónica: https://doi.org/10.5281/zenodo.8150708.

4.4.3 Indicadores bibliométricos analizados

Los indicadores de producción analizados fueron: número de documentos, documentos por revista, por idioma y tipo de documento. Estos datos fueron proporcionados por la misma base de datos Scopus. No obstante, en algunos registros el campo idioma figuraba vacío o en dos idiomas (English; French – English; Spanish). Por tanto, esta información fue llenada manualmente y para el caso de registros que aparecían en dos idiomas se cotejó el idioma que correspondía, ya que el título figuraba en dos idiomas más no el contenido de los documentos. Asimismo, para la identificación del área de edición de las revistas (nacional/internacional), se consultó el recurso en línea Sherpa Romeo ya que brinda información del país de origen de la editorial de la revista.

En tanto, el análisis del indicador documentos por programa de investigación se realizó de forma manual, para lo cual se tomaron en cuenta las temáticas y líneas de investigación que establece el IGP para cada una de ellas. Asimismo, se tomó como referencia el título, resumen y palabras clave del documento. Para el indicador tipo de acceso se revisó la disponibilidad de cada documento utilizando la dirección de acceso DOI.

Con relación a los indicadores de colaboración, se realizó el conteo del número de autores por cada documento, para posteriormente estimar el índice y grado de colaboración, propuestos por Lawani (1981) y Subramanyam (1983) respectivamente. Asimismo, se analizaron los tipos de colaboración geográfica basada en la metodología Scival de Elsevier.

En cuanto a los indicadores de impacto, el número de citas totales a lo largo del periodo de análisis, se obtuvo a través de la exportación de registros desde Scopus. En tanto, los cuartiles de las revistas donde se publicaron los artículos científicos fueron categorizados según el año de publicación. Es preciso señalar que las revistas con publicación previa al año

1999 no fueron consideradas en la distribución porcentual de revistas por cuartiles ya que estas no cuentan con asignación de cuartil SJR, por lo mismo fueron categorizadas como “sin cuartil”.

Finalmente, para el indicador liderazgo científico se identificó la afiliación del autor de correspondencia de cada publicación. Cuando la publicación no indicaba esta información se tomó en cuenta la afiliación del primer autor del documento. Asimismo, se respetó la información de la autoría de correspondencia, al existir casos donde el primer autor del documento pertenecía al IGP, pero el autor de correspondencia era de otra institución.

4.5 Análisis de datos

Los archivos CSV exportados desde Scopus fueron procesados en hojas de cálculo en línea de *Google Sheets.* Posteriormente, el dataset final fue tabulado en Excel para la construcción de tablas y generación de gráficos. Por otro lado, para someter a prueba las hipótesis planteadas se utilizaron las pruebas de normalidad para luego optar por las pruebas no paramétricas de la correlación de Spearman[1] y la prueba de comparación U de Mann-Whitney mediante el programa SPSS versión 29.

[1] Fórmula del coeficiente de correlación de Spearman $r_s = 1 - \frac{6\Sigma D^2}{n(n^2-1)}$

Tabla 6

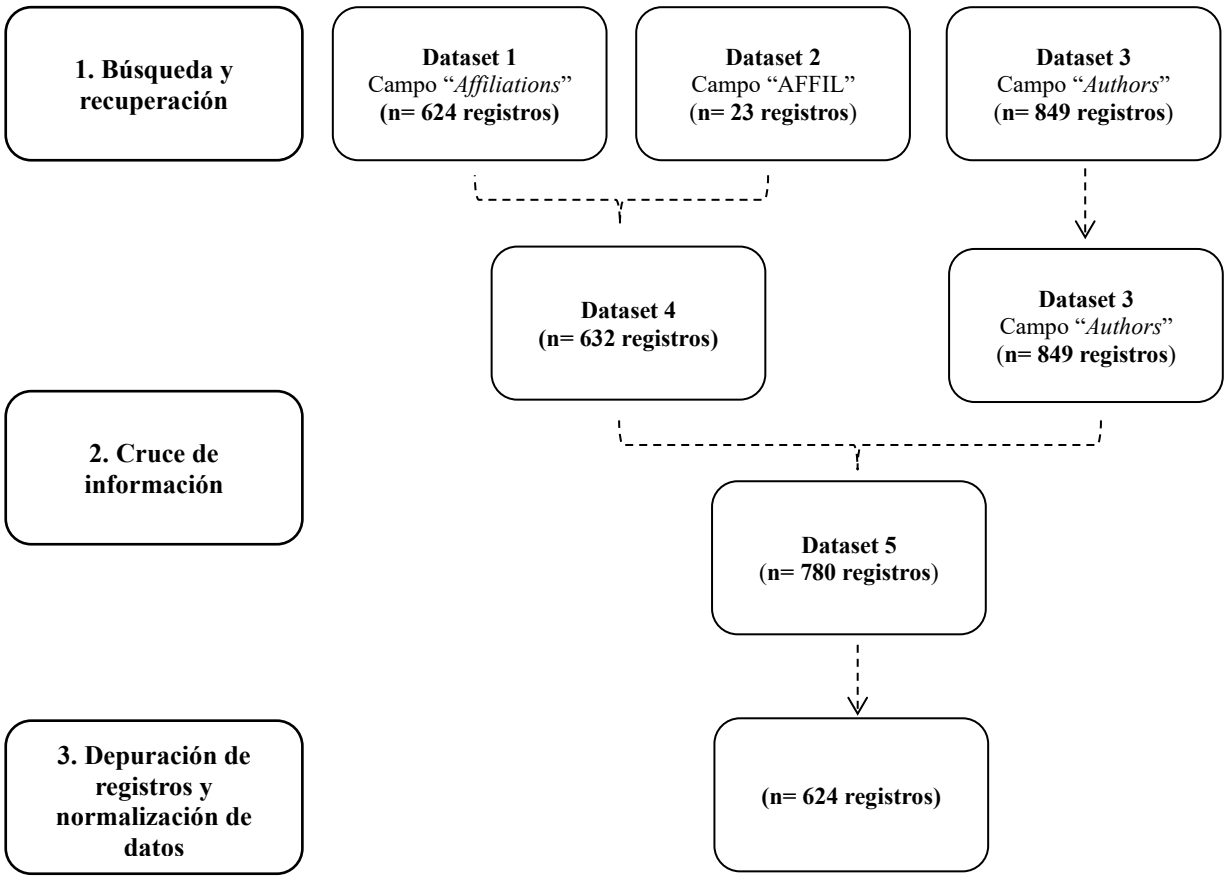
Descripción de indicadores analizados

Indicadores	Descripción
Producción	**Número de publicaciones por año:** documentos científicos distribuidos por año de publicación, en los que al menos un autor figura con afiliación del Instituto Geofísico del Perú. **Porcentaje por tipo de documento:** distribución porcentual de las publicaciones por tipología de documentos (artículos, artículos de revisión y artículos de conferencia) **Porcentaje de documentos por revista/tipo de edición:** representación porcentual de las revistas donde se publicaron los artículos científicos con afiliación IGP y por tipo de edición, es decir a nivel nacional o internacional. **Porcentaje de documentos por tipo de acceso:** representación porcentual del número de publicaciones según el tipo de acceso: abierto o cerrado. **Porcentaje de documentos por idioma:** distribución porcentual de documentos conforme a su idioma original. **Porcentaje de documentos por programa de investigación (PI):** describe la proporción de documentos por cada PI que se desarrolla en el IGP. **Productividad de autores:** número de documentos científicos por cada autor con afiliación IGP.
Colaboración	**Índice de colaboración (índice de Lawani):** Promedio del número de autores por documento. **Grado de colaboración (índice de Subramanyam):** Proporción de documentos realizados en colaboración. **Número de autores por documento:** cantidad de autores que intervienen en un documento.

	Porcentaje de documentos sin colaboración: documentos con autoría única bajo afiliación IGP. **Porcentaje de documentos con colaboración institucional:** documentos donde los todos los autores figuran con afiliación IGP. **Porcentaje de documentos con colaboración nacional:** documentos con afiliación IGP realizado en coautoría de investigadores que pertenecen a otras instituciones peruanas. **Porcentaje de documentos con colaboración internacional:** documentos donde al menos un autor firma bajo afiliación de una institución internacional.
Impacto	**Número total de citas:** número total de citas que recibieron los documentos con afiliación IGP, a lo largo del periodo 1961-2021. **Porcentaje de documentos citados y no citados:** representación porcentual del número de documentos con afiliación IGP que obtuvieron al menos una cita y aquellos que no recibieron citas. **Porcentaje de publicaciones distribuidas por cuartil de revistas según SJR:** Proporción de documentos distribuidos por el cuartil (Q1, Q2, Q3, Q4) al que pertenece la revista donde se publicó un artículo científico firmado con afiliación IGP.
Liderazgo	**Porcentaje de publicaciones lideradas y no lideradas:** Se atribuyó liderazgo científico al IGP cuando el autor de correspondencia señaló vínculo con la institución. Al no encontrar registro del autor de correspondencia, se consideró al primer autor para determinar liderazgo. (González-Alcaide et al., 2017).

Figura 5

Procedimiento de recolección de datos



CAPÍTULO V

RESULTADOS

En este apartado se muestran, en primera instancia, los resultados de los indicadores bibliométricos de producción, colaboración, impacto y liderazgo que describen y caracterizan las publicaciones científicas del IGP. En segunda instancia, se presentan los resultados del análisis inferencial de la colaboración, impacto y liderazgo científico.

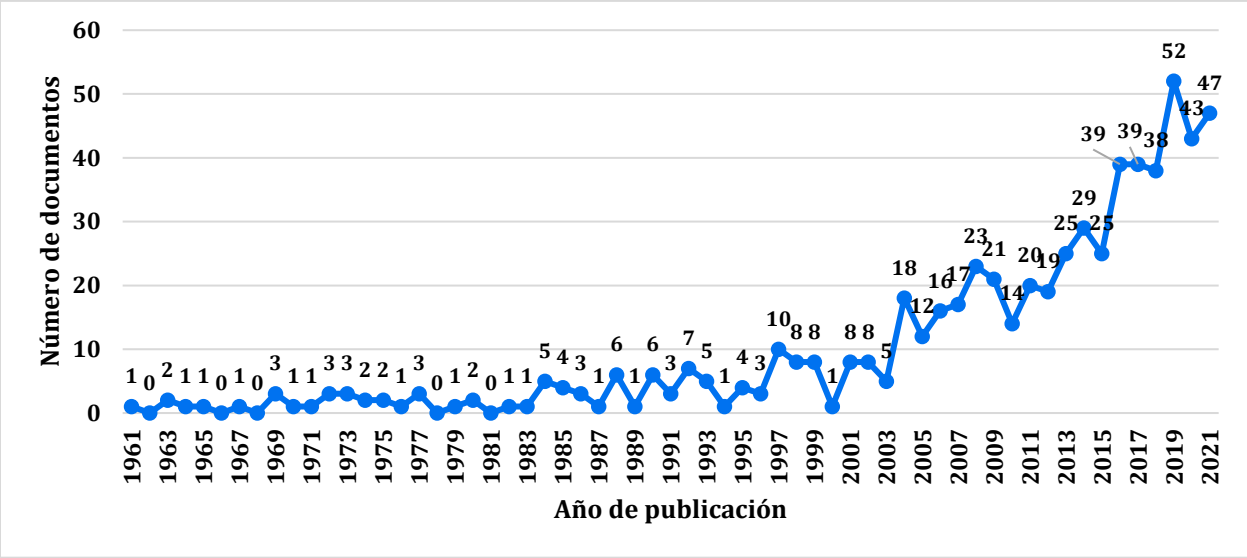
5.1 Indicadores de producción

5.1.1 Número de publicaciones por año

Entre 1961 y 2021, el número total de publicaciones con afiliación del Instituto Geofísico del Perú, indexadas en Scopus, fue 624. En la Figura 6 se muestra la distribución del número de documentos por año de publicación. Al respecto, se observa que, en los años 1962, 1966, 1968, 1978 y 1981, la producción de documentos científicos fue nula. Por otro lado, desde 1961 a 1996 no se superaron las 7 publicaciones por año. En tanto, en 1997 se superó dicha cifra con 10 documentos, a partir de esa fecha se presentó un incremento de las publicaciones. Sin embargo, este no fue constante ya que se evidencia una caída considerable en el año 2000 donde solo fue publicado 1 documento. Desde el 2001 en adelante se muestra una tendencia al crecimiento. Cabe precisar que la mayor producción de documentos se concentró en el periodo 2004-2021 con 79.6% del total, donde todas las publicaciones por año fueron superiores a 10. Asimismo, en el año 2019 se alcanzó el pico más alto con 52 publicaciones. En los dos años siguientes se evidencia un decrecimiento ligero en el número de publicaciones.

Figura 6

Evolución del número de publicaciones por año



5.1.2 Porcentaje por tipo de documento

En la Tabla 7 se presenta la distribución de documentos científicos según su tipología. Se evidencia un alto predominio de artículos científicos (*article*), representados con un 90%. Mientras que los artículos de revisión (*review*) y conferencia (*conference paper*) suman un 10%. Asimismo, en la Figura 7 se observa la presencia de artículos desde los primeros años, cuya permanencia es constante pese a que en el año 1994 no se produjeron documentos de este tipo. El valor más alto se alcanzó en 2019 con 46 artículos. Por otro lado, la mayor producción de artículos de conferencia se presentó a partir del 2001 hacia adelante, cuyo valor más alto se obtuvo en el 2017 con 7 documentos. Por su parte, los artículos de revisión tuvieron una menor frecuencia de publicación, es así que el número más alto de publicaciones de esta tipología se presentó en 2018 con solo 4 documentos.

Tabla 7

Distribución porcentual por tipo de documento

Tipo de documento	N ° de artículos	%
Artículo	563	90
Artículo de conferencia	42	7
Revisión	19	3
Total	**624**	**100**

Figura 7

Evolución comparativa por tipo de documento



5.1.3 Porcentaje de documentos por revista

Los 582 artículos científicos (sin contar artículos de conferencia) con afiliación del Instituto Geofísico del Perú fueron publicados en 167 revistas. En la Tabla 8 se muestran las revistas donde se publicaron 8 o más artículos científicos. Se destaca la revista *Geophysical Research Letters* con 46 publicaciones que representa el 7.9% del total. Dicha revista es editada en Estados Unidos y publica temáticas relacionadas a las principales disciplinas de las geociencias, que involucra a la geofísica.

Las revistas número dos (2) y tres (3) con mayor número de artículos fueron *Journal of Geophysical Research: Space Physics* y *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* con 44 (7.6%) y 35 (6.0%) documentos respectivamente. Al igual que la revista *Geophysical Research Letters*, ambas son de carácter internacional y son editadas en el mismo país. La segunda revista aborda el campo de la física espacial, donde se incluye la aeronomía, la física magnetosférica, entre otras disciplinas (American Geophysical Union, 2023). Por su parte, la tercera revista con mayor frecuencia de publicación trata los procesos físicos que se desarrollan en la tropósfera, estratósfera, mesósfera, termósfera, ionósfera, magnetósfera y relacionados (Elsevier, 2022). Estas temáticas son abordadas específicamente en el Radio Observatorio de Jicamarca, sede que forma parte del IGP. Por lo mismo, todas las publicaciones asociadas a las dos revistas señaladas serían realizadas desde esta sede.

Por otro lado, los 293 artículos categorizados en otros comprendieron 6 o menos publicaciones por revista, por lo que su representación porcentual fue igual o por debajo del 1.0%. Por último, se observó que ninguna de las revistas de publicación fue editada en el país.

Tabla 8

Distribución porcentual de artículos por revista

Revista	Edición	N ° de artículos	%
Geophysical Research Letters	Internacional	46	7.9%
Journal of Geophysical Research: Space Physics	Internacional	44	7.6%
Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics	Internacional	35	6.0%
Radio Science	Internacional	31	5.3%
Annales Geophysicae	Internacional	28	4.8%
Climate Dynamics	Internacional	13	2.2%
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Internacional	11	1.9%
Bulletin of the American Meteorological Society	Internacional	10	1.7%
Earth and Planetary Science Letters	Internacional	10	1.7%
International Journal of Climatology	Internacional	10	1.7%
Tectonophysics	Internacional	10	1.7%
Atmosphere	Internacional	9	1.5%
Advances in Geosciences	Internacional	8	1.4%
Advances in Space Research	Internacional	8	1.4%
Geophysical Journal International	Internacional	8	1.4%
Journal of South American Earth Sciences	Internacional	8	1.4%
Otros	Internacional	293	50.3%
Total	**-**	**582**	**100.0%**

5.1.4 Porcentaje de documentos por tipo de acceso

Con respecto al tipo de acceso, se obtuvo que el 56% (349) de las publicaciones científicas se encuentra en acceso abierto, el cual se refiere a la "disponibilidad gratuita de los documentos a través de internet" (Baiget, 2020, p. 37). Por el lado contrario, el 44% (275) se halla en acceso cerrado, es decir se requiere suscripción o pago para el acceso completo al documento (ver Figura 8). Asimismo, en la Figura 9 se observa que desde las primeras décadas hasta el año 1996, las publicaciones en acceso cerrado superaron en cantidad a las de acceso abierto. Sin embargo, desde 1997 esta situación se revierte y las publicaciones en acceso abierto ganan un mayor impulso y posicionamiento en los años sucesivos. En líneas generales, el porcentaje de documentos científicos en acceso abierto supera el 50% del total. Este panorama es positivo ya que la disponibilidad de las publicaciones en acceso abierto promueve la generación de más investigaciones y por tanto el avance del conocimiento.

Figura 8

Distribución porcentual de documentos por tipo de acceso

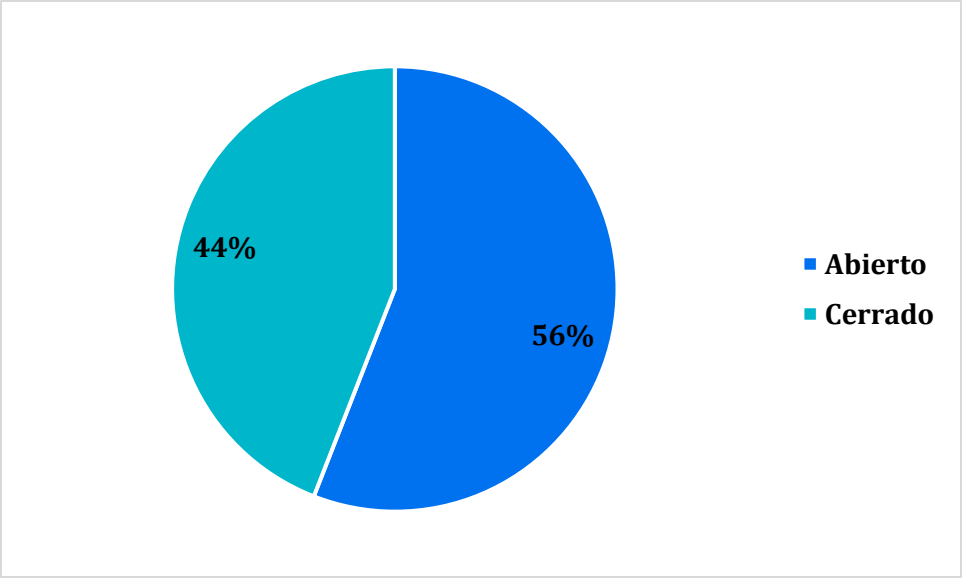
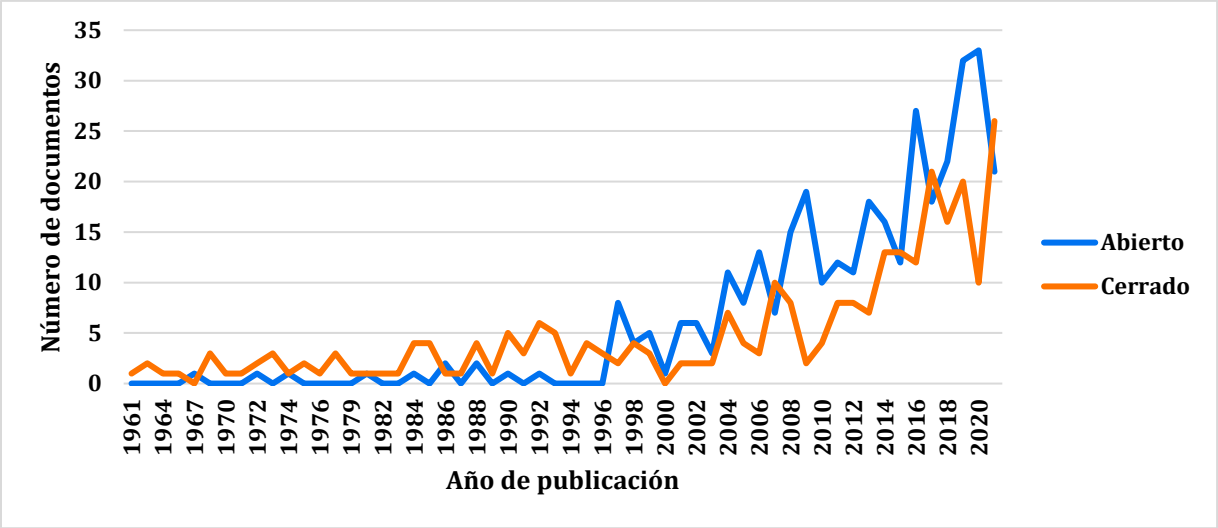


Figura 9

Evolución comparativa de documentos por tipo de acceso

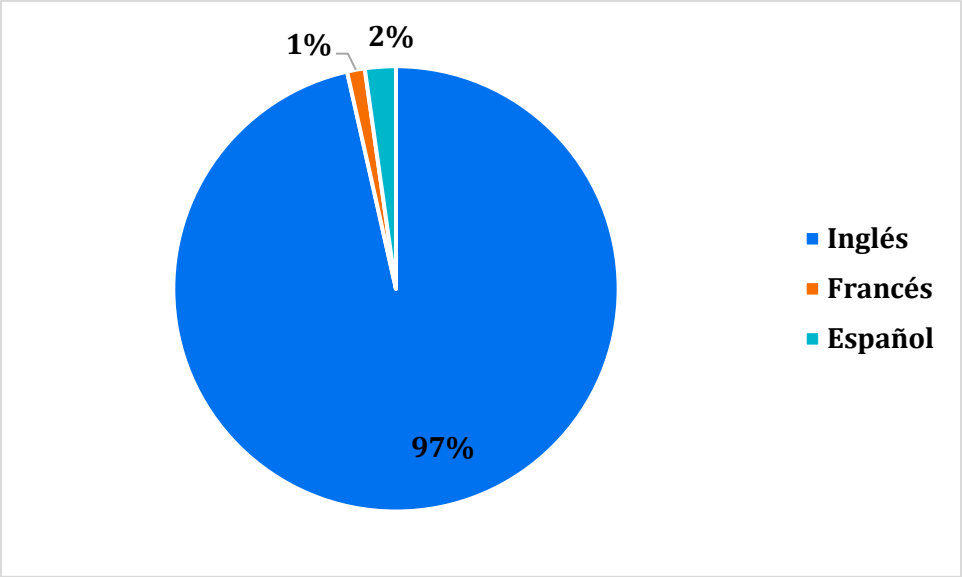


5.1.5 Porcentaje de documentos por idioma

En la Figura 10 se presenta la distribución porcentual de documentos por idioma, se observa que el inglés tiene mayor predominio en los documentos científicos asociados al Instituto Geofísico del Perú, el cual representa el 97% del total (602). Por otro lado, el idioma español y francés con 14 y 8 documentos respectivamente, suman solo un 3%. La mayor presencia de publicaciones en inglés se puede atribuir a que las revistas donde se publicaron los documentos fueron editadas en el extranjero. Asimismo, la base de datos Scopus si bien recoge publicaciones de revistas latinoamericanas, la mayor cantidad de revistas que indexa se encuentran en idioma inglés (Baiget, 2020).

Figura 10

Distribución porcentual de documentos por idioma



5.1.6 Porcentaje de documentos por programa de investigación

En la Tabla 9 se observa que el programa de investigación, llevado a cabo en el IGP, con mayor publicación de documentos científicos fue Ciencias del Geoespacio y Astronomía (CGA) con 44.7% del total, seguido de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera (CAH) y Ciencias de la Tierra Sólida (CTS) con 32.5% y 22.8% respectivamente. Al respecto, el mayor número de publicaciones en CGA se puede atribuir a que las temáticas de investigación que involucra este programa estuvieron vigentes desde los orígenes del IGP, y por ende presentes a partir del periodo de análisis (1961-2021). Cabe precisar que CGA ha tenido por lo menos una publicación en el lapso señalado, con excepción del año 1975 donde no se registraron publicaciones. Por consiguiente, esto le ha permitido sumar publicaciones a lo largo del tiempo (ver Figura 11). En tanto, el número más alto de documentos que obtuvo este programa fue 17 en el 2009. Sin embargo, en los años posteriores se evidencia un decrecimiento. Esto podría ser producto del retiro de grandes productores del programa señalado, y por ende de la institución.

En el caso del programa CAH, el primer documento afín a este campo fue escrito en 1993, y desde el 2006 hacia adelante cobra mayor predominio en la publicación de documentos científicos. Un dato interesante es que en los últimos seis años del periodo de análisis (2016-2021) este programa ha producido la mayor cantidad de documentos. Una explicación de este panorama es la generación de proyectos de investigación que trajo como resultado la publicación de documentos científicos. Desde el programa Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera se han ejecutado varios proyectos de investigación. Sin embargo, el proyecto MAGNET fue el que contribuyó con la mayor generación de publicaciones científicas, dicho proyecto inició en 2017 y culminó en 2020 (IGP, 2017, 2020, 2023a). El año más productivo de este programa fue en el 2019 donde se produjeron 40 publicaciones. Siendo esta cifra la más alta en comparación con los otros programas de investigación.

En relación al programa CTS, la primera publicación ligada a esta temática fue en 1972, y el año con mayor producción de documentos fue el 2016 con 12 artículos, en los años posteriores se observa un descenso en el número de publicaciones. Asimismo, en los últimos tres años (2019-2021) este programa es el que menos publicaciones científicas ha realizado. Este bajo número de publicaciones en comparación con los otros dos programas puede atribuirse a que la mayoría de sus investigaciones se publican en informes técnicos cuya difusión es nacional; y por tanto, escritos en idioma español, los cuales pese a no estar indexados en bases de datos internacionales cumplen un rol importante en el ámbito nacional.

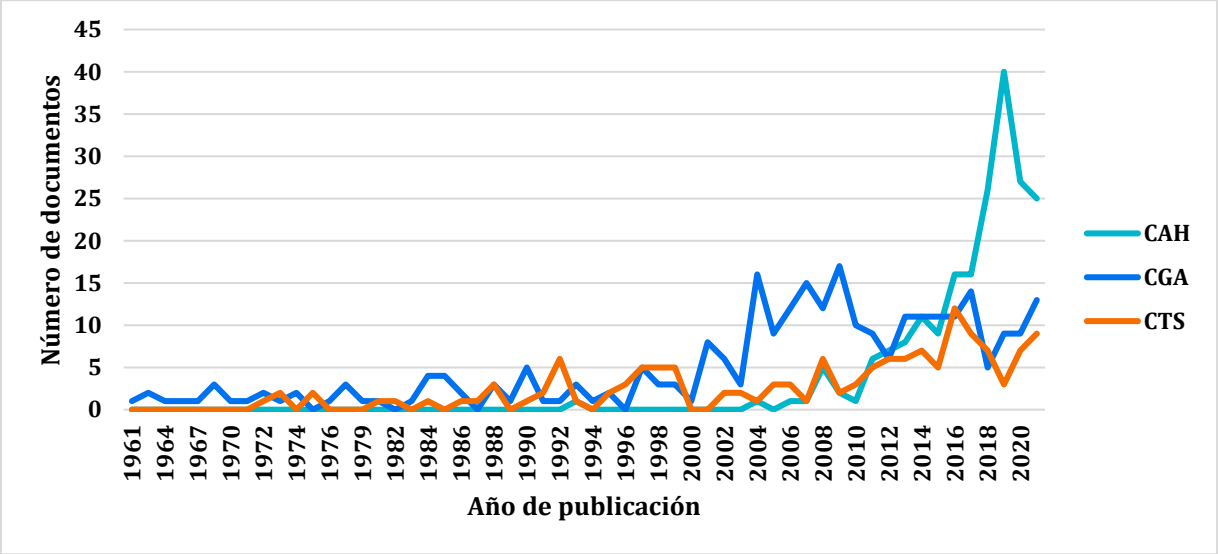
Tabla 9

Distribución de publicaciones por programa de investigación

Programa de investigación	Nro. de Publicaciones	%
Ciencias del Geoespacio y Astronomía	279	44.7%
Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera	203	32.5%
Ciencias de la Tierra Sólida	142	22.8%
Total	**624**	**100.0%**

Figura 11

Evolución comparativa de documentos por programa de investigación



Nota. CAH: Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera; CGA: Ciencias del Geoespacio y Astronomía; CTS: Ciencias de la Tierra Sólida.

5.1.7 Productividad de autores

Se identificaron 197 autores con afiliación del Instituto Geofísico del Perú, los cuales fueron distribuidos de acuerdo con el número de documentos publicados. Al respecto, en la Tabla 10 se observa que solo un autor superó 100 documentos en el periodo de análisis. Asimismo, 93 autores publicaron 1 solo documento, lo que es equivalente al 47% del total. Este último valor indica que casi el 50% de autores está compuesto por investigadores transitorios o también llamados ocasionales (Aleixandre, 2016). Esto pone de manifiesto que este grupo de autores participó en un solo documento científico, pero los mismos no volvieron a intervenir en otra publicación, lo cual no permite la consolidación de la investigación, así como de investigadores (Urbizagástegui-Alvarado, 2014).

Tabla 10

Distribución del número de documentos por autor con afiliación IGP

Número de documentos	Número de autores	% Autores
1	93	47%
2	31	16%
3	17	9%
4	8	4%
5	6	3%
6	8	4%
7	2	1%
8	4	2%
9	4	2%
10	3	2%
11	4	2%
13	1	1%
15	3	2%
17	1	1%

18	1	1%
19	2	1%
20	1	1%
21	1	1%
32	1	1%
38	1	1%
50	1	1%
51	1	1%
60	1	1%
72	1	1%
102	1	1%
Total	**197**	**100%**

Para corroborar si se cumple la ley de Lotka[2], se analizaron los datos correspondientes al número de documentos por autor, cuyo coeficiente de determinación (R^2) arrojó un valor de 80.6%[3] (ver Figura 12). Sin embargo, la pendiente obtuvo un valor de 0.97, el cual no es cercano a -2 por lo que no se puede afirmar que el modelo de Lotka se ajusta a los datos del contexto de estudio (Lotka, citado en Rau, 2011). Asimismo, se realizó la aplicación de la distribución del poder inverso generalizado por el método de los mínimos cuadrados, para lo cual se siguieron las indicaciones del artículo de Urbizagástegui-Alvarado (2005) tal como se muestra en el siguiente procedimiento.

Modelo del poder inverso generalizado

$$y_x = C\left(\frac{1}{x^n}\right)$$

[2] Modelo estimado de Lotka $y = \frac{a}{x^b}$ $y = \frac{33.98}{x^{0.97}}$

[3] Fórmula del coeficiente de determinación a partir del modelo transformado de Lotka mediante logaritmos:

$$R^2 = r^2 = \left(\frac{\sum wz - \frac{(\sum w)(\sum z)}{n}}{\sqrt{\sum w^2 - \frac{(\sum w)^2}{n}} * \sqrt{\sum z^2 - \frac{(\sum z)^2}{n}}}\right)^2$$

Cálculo de "n"

Para determinar "n" se aplica el método de los mínimos cuadrados, previa linealización aplicando logaritmos de los valores observados "x" e "y". (ver Tabla del Anexo 3).

$$\boldsymbol{n = \frac{N\sum W * Z - \sum W * \sum Z}{N\sum W^2 - (\sum W)^2}}$$

Donde: W = log(x), Z = log(y), N: Número de pares ordenados.

Reemplazando valores:

$$n = \frac{102 * 6.249186 - 161.982925 * 10.6371}{102 * 273.679351 - 161.982925^2} = -0.6474$$

Cálculo de "C"

Se usa la función inversa Zeta de Riemann cuya fórmula lo brindó Pao en 1985, 1986.

$$\boldsymbol{C = \frac{1}{\sum_{x=1}^{P-1}\frac{1}{x^n} + \frac{1}{(n-1)P^{n-1}} + \frac{1}{2P^n} + \frac{n}{24(P-1)^{n+1}}}}$$

Donde:

x = es el número de 1, 2, 3, … n contribuciones por autor.

n = es el valor del parámetro b estimado. En este caso, n es igual a -0.6474

P = es el número de pares de datos observados. Como se muestran en la Tabla del Anexo 3. En este caso, el valor de P es igual a 102

Reemplazando valores:

$$C = \frac{1}{12.17587 - 14.48605 + 0.02504 + 0.0000134599} = -0.4376$$

Hipótesis

H0: La distribución representa los conteos de x = 1, 2, 3 ... artículos (Ley de Lotka)

H1: La distribución no representa los conteos de x = 1, 2, 3 ... artículos (Ley de Lotka)

Valor crítico para n > 40 en Kolmogórov-Smirnov con 1% de significación

$$\frac{1.63}{\sqrt{n}} = \frac{1.63}{\sqrt{197}} = 0.1161 = 0.12$$

Según la Tabla del Anexo 3, la Dmax = 6.3502 = 6.35

Se compara 6.35 > 0.12. Por ello, se rechaza la hipótesis nula y no se concluye que esta distribución se ajusta a la Ley de Lotka a un 0.01 nivel de significación.

Por otro lado, la distribución del número de documentos por autor permitió, a su vez, identificar a aquellos con mayor producción de publicaciones científicas, los cuales se encuentran ubicados en la Tabla 11. Debido a que se produjo un empate entre los investigadores José Luis Flores y Shailendra Kumar con 19 publicaciones cada uno, se consideró a ambos autores en el puesto 10 (Scimago, 2023a). Se observó que los cinco primeros autores tienen al menos 50 publicaciones, de los cuales los autores Marco Milla y Jhan Carlo Espinoza se encuentran registrados como investigadores Renacyt en el nivel investigador distinguido con un índice h de 14 y 40 respectivamente. Asimismo, de los 11 autores que se encuentran en la Tabla 11, a la fecha (2023) 4 autores son investigadores vigentes del Instituto Geofísico del Perú: Hernando Tavera, Yamina Silva, Ken Takahashi y José Luis Flores (ver Anexo 2).

Figura 12

Productividad de autores según la ecuación del modelo inverso de Lotka

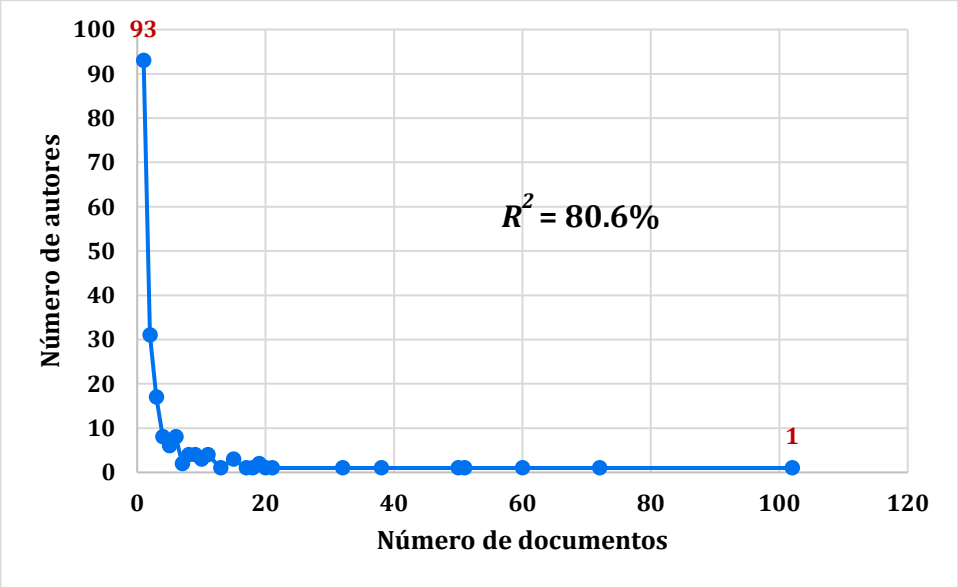


Tabla 11

Top 10 de autores con más publicaciones

Nro.	Autores	Nro. publicaciones	Investigador Renacyt	Nivel	Índice h	Estado de vigencia en IGP
1	Chau, Jorge	102	No	-	37	Investigador no vigente
2	Woodman, Ronald	72	No	-	34	Investigador no vigente
3	Milla, Marco	60	Sí	Investigador Distinguido	14	Investigador no vigente
4	Tavera, Hernando	51	No	-	23	Investigador vigente al 2023
5	Espinoza, Jhan Carlo	50	Sí	Investigador Distinguido	40	Investigador no vigente
6	Silva, Yamina	38	Sí	Grupo: CM; Nivel: II	17	Investigadora vigente al 2023
7	Takahashi, Ken	32	Sí	Investigador Distinguido	31	Investigador vigente al 2023
8	Martinez, Daniel	21	No	-	15	Investigador no vigente
9	Moya, Aldo	20	Sí	III	10	Investigador no vigente
10	Flores, José Luis	19	Sí	II	9	Investigador vigente al 2023

10	Kumar, Shailendra	19	No	-	14	Investigador no vigente

Nota. Índice h tomado de Scopus.

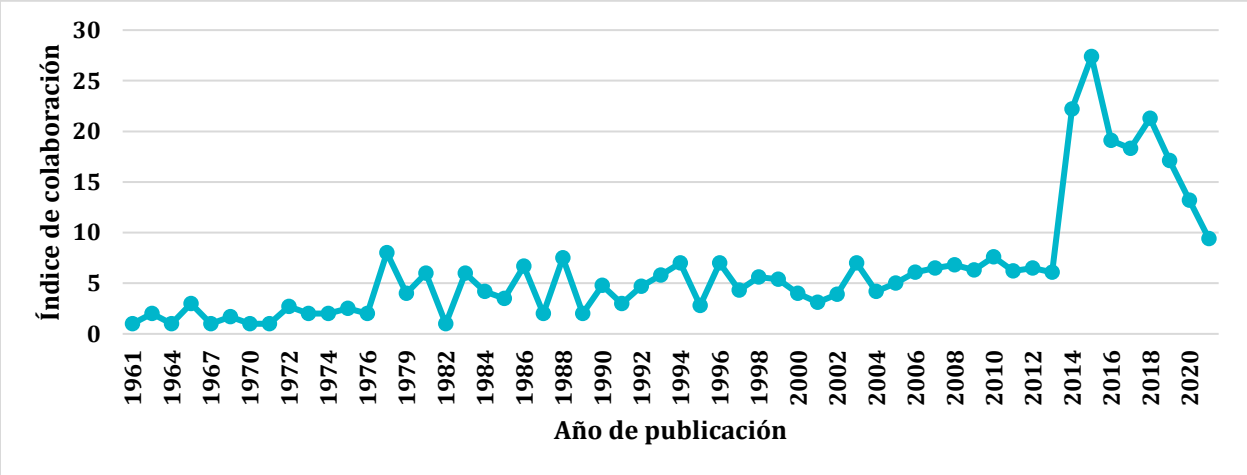
5.2 Indicadores de colaboración

5.2.1 Índice de colaboración

El índice de colaboración general para el periodo de análisis (1961-2021) refleja que el promedio del número de autores que participó en un documento fue 11.5. En tanto, en la Figura 13 se muestra la evolución del índice de colaboración en las publicaciones, siendo el año 2015 donde presentó un mayor valor con 27.4 autores por publicación.

Figura 13

Índice de colaboración de las publicaciones



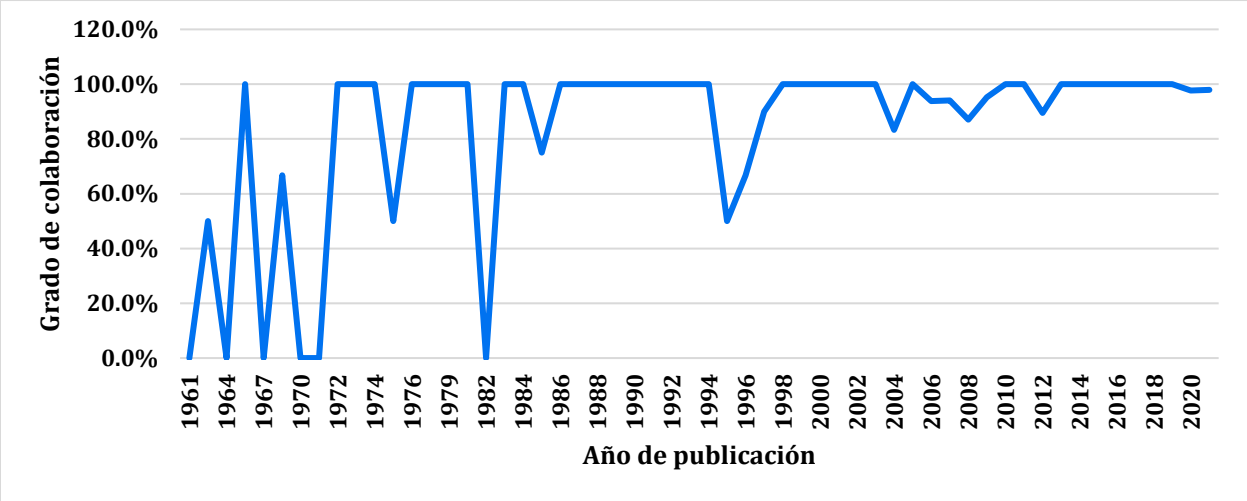
5.2.2 Grado de colaboración de las publicaciones

Por su parte, el grado de colaboración general para el periodo de análisis (1961-2021) revela que el 95.2% de las publicaciones científicas se realizó en colaboración, es decir intervinieron dos o más autores en su elaboración. Por lo mismo, es evidente la concentración de la colaboración científica en las investigaciones. En la Figura 14 se evidencia, además, que desde

1997 la colaboración en las publicaciones superó sostenidamente el 80%. Y del 2013 al 2019 el 100% de las publicaciones se desarrollaron en colaboración.

Figura 14

Grado de colaboración de las publicaciones



5.2.3 Porcentaje de documentos por tipo de colaboración

La Figura 15 muestra que el 82.7% (516) de publicaciones se desarrollaron en colaboración internacional; mientras que la colaboración institucional y nacional obtuvieron 8.5% (53) y 4.5% (28) respectivamente. En tanto, las publicaciones en autoría única (sin colaboración) alcanzaron el 4.3% (27). Por tanto, es evidente que la colaboración internacional presenta un mayor predominio frente a los otros tipos de colaboración geográfica. Asimismo, en la Figura 16 se evidencia que las publicaciones en colaboración internacional se produjeron durante casi todo el periodo de análisis y en las dos últimas décadas presentaron una marcada tendencia al crecimiento. Por otro lado, si bien la colaboración institucional y nacional mantuvieron un valor mínimo a lo largo del periodo analizado, se observa que ambos tipos de colaboración tuvieron un aumento desde el 2017 al 2021. Por su parte las publicaciones con un

solo autor, es decir sin colaboración, obtuvieron valores con un rango de 0 a 3 publicaciones a lo largo de los años. Asimismo, del 2013 al 2019 no se produjeron documentos con autoría única.

Figura 15

Distribución porcentual de documentos por tipo de colaboración

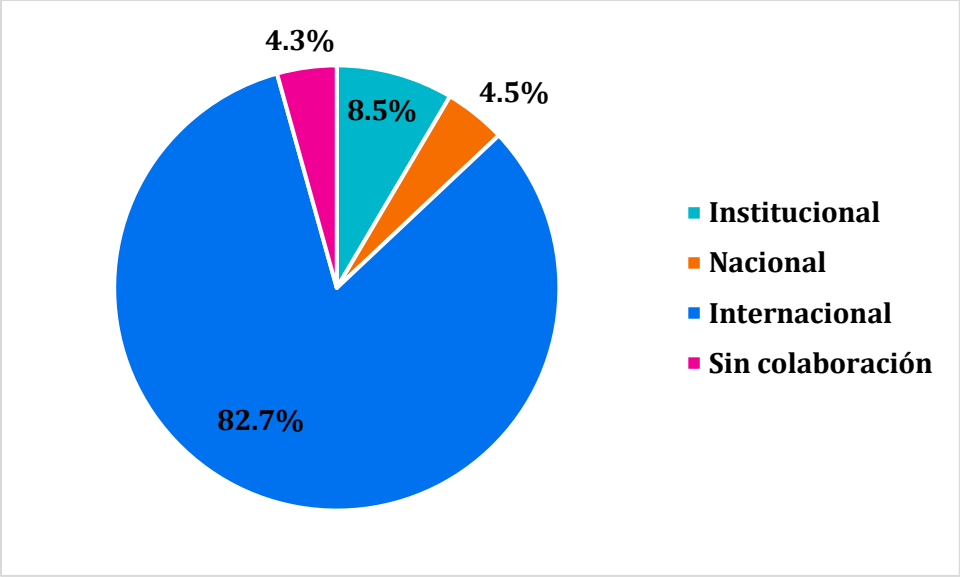


Figura 16

Evolución de documentos por tipo de colaboración



5.3 Indicadores de impacto

5.3.1 Número total de citas

Las publicaciones con afiliación IGP, correspondientes al periodo 1961-2021, recibieron en total 22 mil 399 citas. En la Figura 17 se aprecian las citas totales por año que recibieron los documentos desde su publicación. Al respecto, los primeros documentos científicos tienen un bajo número de citas, luego en los años 1974 y 1976 las cifras aumentan con 356 y 723 citas respectivamente. Sin embargo, dichas citas disminuyen en los años 1977 al 2006 con valores entre 100 y 564. Asimismo, del 2007 al 2018, las citas tuvieron un aumento sostenido pero irregular ya que se observan picos y caídas en los valores. Los tres últimos años del periodo de análisis (2019-2021) muestran un decrecimiento del número de citas, lo cual puede explicarse por la corta ventana de citación en comparación con el resto de las publicaciones. Otro aspecto por resaltar es que del 2008 al 2020 las citas para cada año de dicho periodo superaron las 500 citas desde su publicación.

En la Tabla 12 se muestran las 10 publicaciones con mayor impacto científico en términos de citas acumuladas. El artículo que encabeza la lista obtuvo 1156 citas y fue publicado en la reconocida revista *Science* en el año 2018. La autora con afiliación IGP de dicho documento fue Ivonne Montes, quien ocupó el orden número 13 de 22 autores. Por otro lado, 9 de las 10 publicaciones que se señalan en la tabla recibieron más de 300 citas y solo un artículo tuvo como autor de correspondencia a un investigador del IGP (Ronald Woodman). Asimismo, se destaca el autor Ken Takahashi al ubicarse en el top de 10 de publicaciones más citadas, donde 5 publicaciones son de su autoría.

Figura 17

Evolución del número total de citas por año de publicación



Nota. Citas recibidas hasta febrero de 2023.

Tabla 12

Top 10 de publicaciones más citadas

Nro.	Título	Autor(es) IGP	Nro. de orden de firma	Año	Número de citas	Revista	Cuartil SJR
1	Declining oxygen in the global ocean and coastal waters	Montes, Ivonne	13	2018	1156	Science	Q1
2	Radar observations of F region equatorial irregularities	La Hoz, Cesar	2	1976	723	Journal of Geophysical Research	-
3	El Niño–Southern Oscillation complexity	Takahashi, Ken	36	2018	495	Nature	Q1
4	ENSO and greenhouse warming	Takahashi, Ken	13	2015	494	Nature Climate Change	Q1
5	Increased frequency of extreme La Niña events under greenhouse warming	Takahashi, Ken	13	2015	392	Nature Climate Change	Q1

6	Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: Causes, trends and impacts	Espinoza, Jhan Carlo	2	2016	387	International Journal of Climatology	Q1
7	Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015-2016	Takahashi, Ken	5	2016	351	Scientific Reports	Q1
8	Probing the fast and slow components of global warming by returning abruptly to preindustrial forcing	Takahashi, Ken	3	2010	322	Journal of Climate	Q1
9	Radar Observations of Winds and Turbulence in the Stratosphere and Mesosphere	Woodman, Ronald; Guillen, Alberto	1, 2	1974	314	Journal of the Atmospheric Sciences	-
10	Estimating daytime vertical ExB drift velocities in the equatorial F-region using ground-based magnetometer observations	Ishitsuka, Mutsumi	4	2002	252	Geophysical Research Letters	Q1

5.3.2 Porcentaje de documentos citados y no citados

De las 624 publicaciones del IGP, reflejadas en Scopus, el 92% (572) fue citada al menos una vez, mientras que el 8% (52) de documentos no obtuvo citas hasta el periodo de extracción de datos (ver Figura 18). Asimismo, el comportamiento de las publicaciones citadas y no citadas se presenta en la Figura 19, se observa que a lo largo del periodo de análisis la mayor cantidad de publicaciones atrajo citas, en tanto es mínimo el número de publicaciones sin citas. Estos resultados son favorables ya que demuestran que la mayor cantidad de publicaciones tiene repercusión en la generación de nuevos documentos científicos.

Figura 18

Distribución porcentual de documentos citados vs no citados

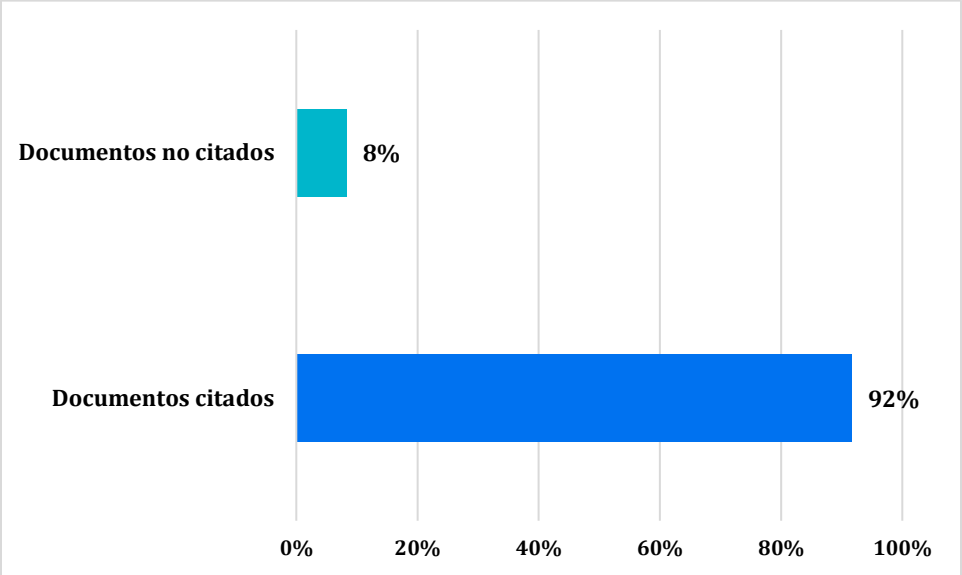
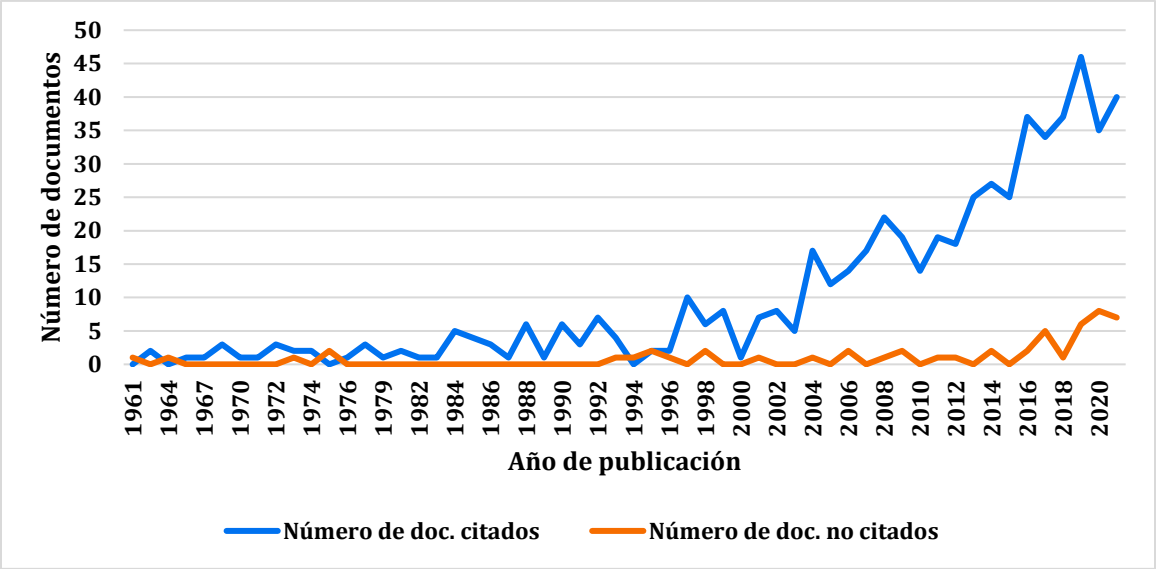


Figura 19

Evolución de documentos citados vs. no citados



5.3.3 Porcentaje de publicaciones distribuidas por cuartil de revista

El análisis del impacto científico de documentos según el cuartil de las revistas de publicación, basado en el índice SJR, muestra la concentración de publicaciones en el cuartil 1 (Q1) con una representación porcentual del 71.9% del total, seguidas de las publicaciones en los cuartiles 2 (Q2) y 3 (Q3), con 20.7 % y 4.6 %, respectivamente. El porcentaje más bajo corresponde al cuartil 4 (Q4), con 2.8%. (ver Figura 20). Ahora bien, en la Figura 21 se observa que las publicaciones en cuartil 1 se han posicionado, a lo largo de los años, por encima de los otros cuartiles; lo cual se encuentra en correspondencia con el alto porcentaje de publicaciones en este cuartil. Por tanto, se evidencia que la mayor proporción de publicaciones obtuvieron un buen desempeño en términos de impacto y visibilidad ya que las revistas categorizadas en el cuartil 1 son reconocidas como las más importantes en sus campos de conocimiento.

Figura 20

Publicaciones por cuartil de revista según SJR (Q1, Q2, Q3, Q4)

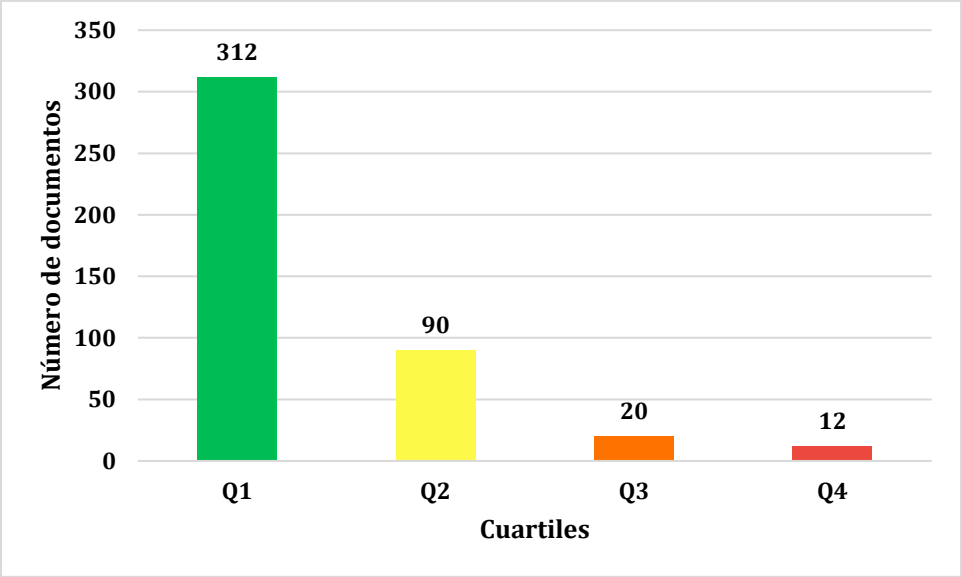
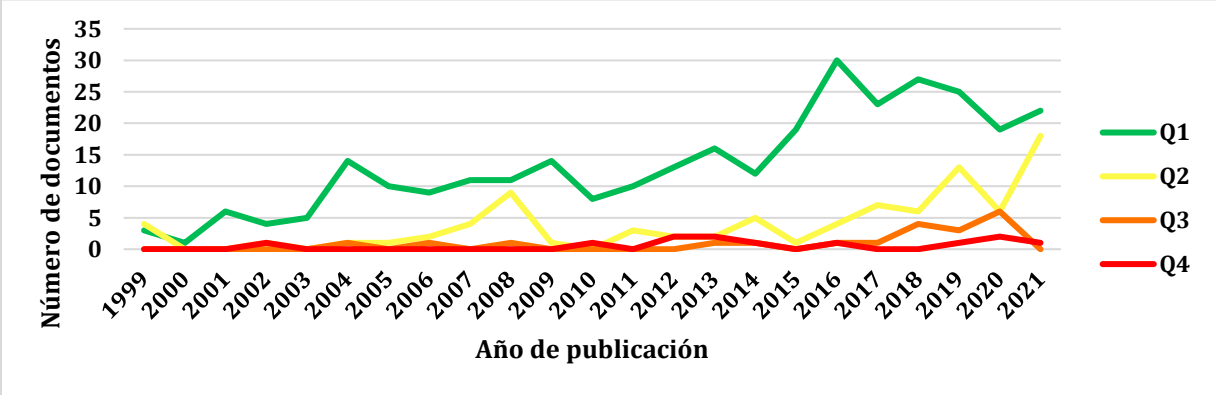


Figura 21

Evolución de publicaciones por cuartil de revista (Q1, Q2, Q3, Q4)



5.4 Indicador de liderazgo

5.4.1 Porcentaje de publicaciones lideradas y no lideradas

En la Figura 22 se muestra que las publicaciones con liderazgo científico del Instituto Geofísico del Perú obtuvieron un 33% del total, mientras que el 67% de publicaciones fueron lideradas por investigadores de otras instituciones. Siendo este último el porcentaje más alto a nivel de liderazgo científico. Si bien, dentro de todo el periodo de análisis, el valor obtenido en la medición del liderazgo científico ejercido por el IGP no fue alto, es importante destacar que los valores con liderazgo institucional en los últimos años (2017-2021) han ido en aumento (ver Figura 23). Esto muestra que el desempeño del IGP a nivel del liderazgo científico está en avance y se debe seguir trabajando en esa misma línea.

Figura 22

Distribución porcentual de documentos según liderazgo científico

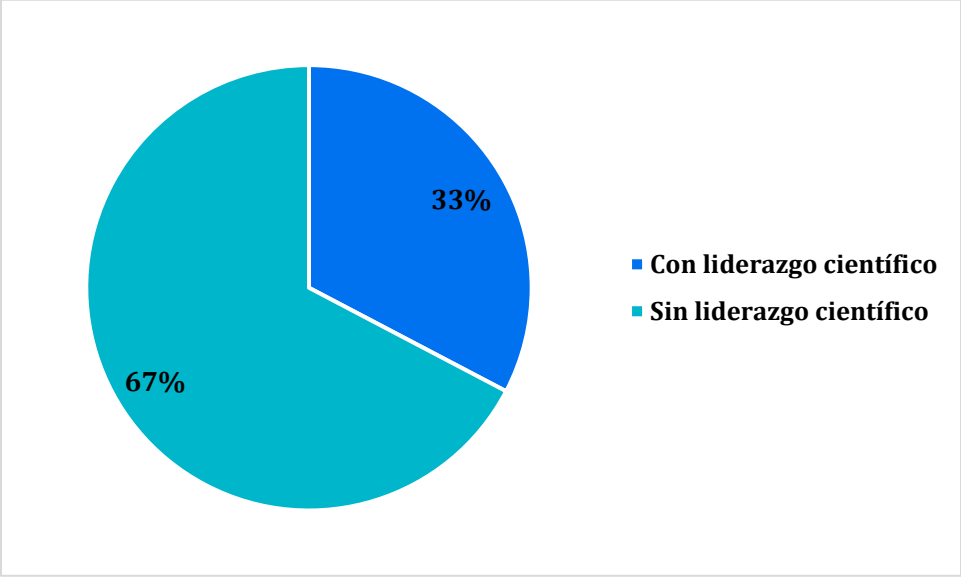
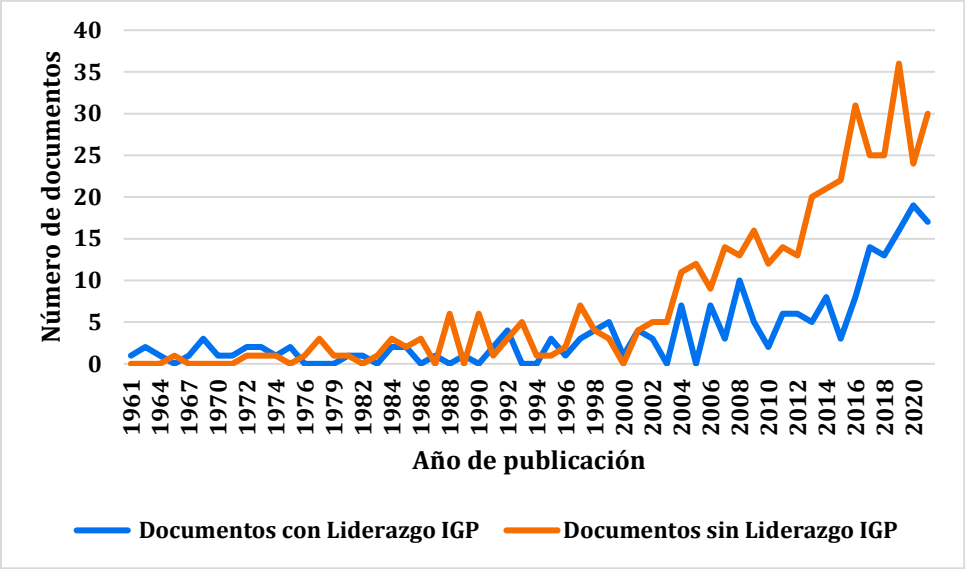


Figura 23

Evolución de publicaciones con y sin liderazgo del IGP



5.5 Análisis inferencial de la colaboración, liderazgo e impacto científico

5.5.1 Relación de colaboración e impacto científico

En la Figura 24 se muestra el diagrama de dispersión entre la colaboración (nro. de autores) y el impacto científico (nro. de citas). Se observa un comportamiento no lineal ya que hay pocos documentos que tienen un alto número de autores (superior a 400 autores por documento) con citas entre 44 y 220, mientras que la mayoría de los trabajos presentan pocos autores (rango de 1 a 38 autores por documento) con citas entre 29 a 1156. Moed (2017) señala que la falta de correlación lineal no necesariamente significa una falta de correlación como tal, y que una correlación entre dos variables puede ser no lineal, como se observa en este caso. Por tanto, para probar si la relación entre las variables analizadas es estadísticamente significativa se sometió a prueba la hipótesis de investigación H_1 a través de correlación estadística.

H_0: No existe relación entre la colaboración (nro. de autores) e impacto (nro. de citas) de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú indexadas en Scopus (1961-2021).

H_1: Existe relación entre la colaboración (nro. de autores) e impacto (nro. de citas) de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú indexadas en Scopus (1961-2021).

Al respecto, previamente se realizó la prueba de normalidad de datos Shapiro–Wilk (ver Tabla 13). Al obtener que los datos no se aproximaron a una distribución normal se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman[4]. El resultado mostró que el cálculo de rho fue estadísticamente significativo igual a 0.177 ($p < 0.05$). Sin embargo, este valor refleja niveles muy bajos de asociación entre ambas variables, por lo que no se podría concluir que la colaboración (número de autores) y el impacto (número de citas) están relacionados.

[4] Fórmula del coeficiente de correlación de Spearman

$$r_s = 1 - \frac{6\Sigma D^2}{n(n^2-1)}$$

Figura 24

Diagrama de dispersión entre la colaboración (nro. de autores) e impacto (nro. de citas) por documento

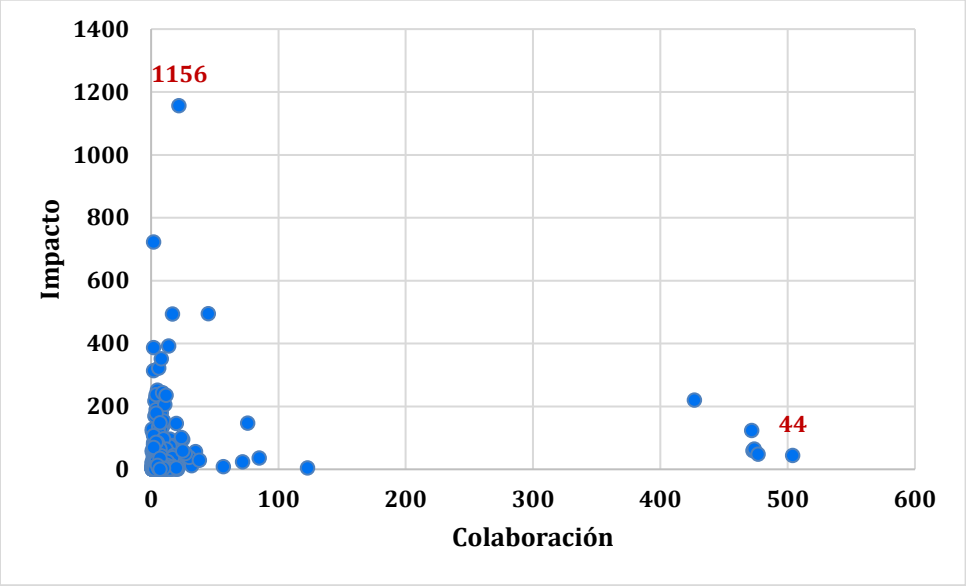


Tabla 13

Pruebas de normalidad y correlación Rho de Spearman de la colaboración (nro. de autores) e impacto (nro. de citas) por documento

Documentos con afiliación IGP	**N**	**Prueba de normalidad Shapiro–Wilk (valor *p*)**		**Coeficiente de correlación Rho de Spearman**
		Número de autores	Número de citas	
Total de documentos	624	.001	.001	.177*

Nota. * La correlación es significativa en el nivel 0.05.

5.5.2 Comparación entre liderazgo e impacto científico

La Figura 25 muestra que las publicaciones con liderazgo científico del IGP tienen menos citas y las publicaciones lideradas por otras instituciones alcanzaron un mayor valor. Para determinar si la diferencia del número de citas en las publicaciones con y sin liderazgo del IGP es estadísticamente significativa se probó la hipótesis de investigación H_1 a través de la prueba de comparación U de Mann Whitney.

H_0: El impacto no difiere en las publicaciones científicas realizadas con y sin liderazgo del Instituto Geofísico del Perú indexadas en Scopus (1961-2021).

H_1: El impacto difiere en las publicaciones científicas realizadas con y sin liderazgo del Instituto Geofísico del Perú indexadas en Scopus (1961-2021).

El resultado de la prueba estadística U de Mann-Whitney para la hipótesis planteada arrojó que el p valor fue 0.020 ($p < 0.05$) (ver Tabla 14). Por lo tanto, las publicaciones realizadas con liderazgo del Instituto Geofísico del Perú, indexadas en Scopus, fueron menos citadas; y por ende obtuvieron menor impacto científico en comparación con aquellas publicaciones con liderazgo de otras instituciones. Este panorama puede atribuirse a que la mayor parte de las publicaciones lideradas por investigadores del IGP buscan solucionar principalmente problemas a nivel local o nacional, por lo mismo tienen mayor relevancia en estos contextos que a nivel internacional. A este respecto, los temas de alcance internacional o global son más amplios, por tanto, suelen atraer mayor número de citas por parte de la comunidad científica (Gómez & Bordons, 1996).

Por otro lado, los resultados podrían dar cuenta, también, que existe una dependencia a la colaboración internacional para obtener impacto científico, esto teniendo en cuenta que el 82.7 % de las publicaciones fue realizada bajo ese tipo de colaboración. Por lo mismo, es importante

generar capacidades para el desarrollo de la investigación científica, así como mejorar el acceso a los recursos para la investigación a fin de que las publicaciones lideradas por investigadores del IGP sigan en aumento. Y de esa forma los investigadores obtengan presencia y sean destacados también en el ámbito internacional, lo cual permitiría incrementar el impacto y visibilidad de las publicaciones científicas.

Figura 25

Diagrama de cajas entre liderazgo e impacto

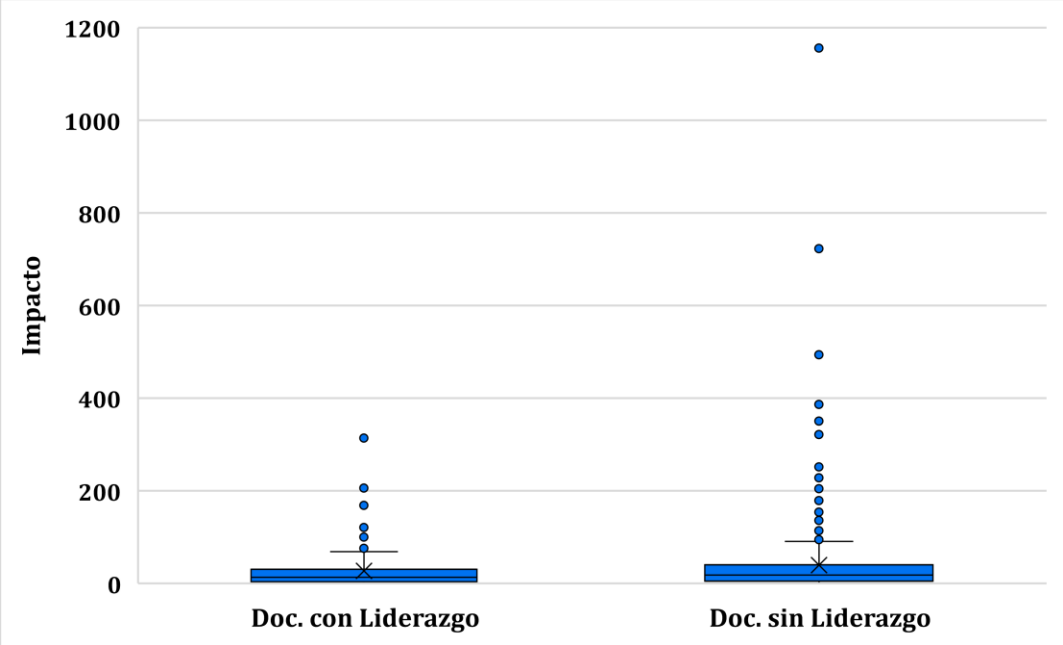


Tabla 14

Prueba de comparación U de Mann Whitney

Grupo		Prueba de normalidad Shapiro–Wilk (Valor *p)*	Tipo de prueba	Mediana	Valor *p*
Citas	Doc. con liderazgo	.000	U de Mann Whitney	13.500	.020 *
	Doc. sin liderazgo	.000		18.000	

Nota: * *p* valor < 0.05.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

6.1.1 Análisis de indicadores bibliométricos

a) En principio, este estudio tuvo por objetivo caracterizar las publicaciones científicas con afiliación del Instituto Geofísico del Perú, para su posterior análisis, desde el documento más antiguo indexado en Scopus hasta la actualidad. Por lo mismo, las búsquedas para la obtención de registros estuvieron conformadas por las diferentes denominaciones del IGP e investigadores que formaron parte de la institución a lo largo de su trayectoria. Por tanto, el periodo de análisis comprendió desde el año 1961 al 2021. En ese lapso se produjeron en total 624 publicaciones científicas, las cuales mostraron un patrón creciente, donde la concentración del volumen se manifestó en los últimos 18 años. Los indicadores de producción analizados permitieron conocer que los artículos científicos (*article*) predominan frente a la producción de revisiones (*review*) y artículos de conferencia (*conference paper*). Asimismo, las publicaciones en acceso abierto superan el 50% de publicaciones en comparación con las de acceso cerrado. Así también, casi el 100% de las publicaciones fueron escritas en idioma inglés. Otro aspecto a destacar es que todos los artículos científicos fueron publicados en revistas internacionales. En tanto, la distribución porcentual de publicaciones según los programas de investigación desarrollados en el IGP, mostró que el programa Ciencias del Geoespacio y Astronomía posee mayor cantidad de publicaciones. Sin embargo, el análisis del comportamiento a través de los años dio cuenta que el programa Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera produjo el mayor número de trabajos en los últimos seis años.

Por su parte, el análisis de productividad de autores evidenció que 93 autores fueron transitorios u ocasionales ya que solo publicaron 1 documento a lo largo del periodo de análisis, lo que es equivalente al 47% del total. Asimismo, los resultados del estudio indicaron que el modelo del cuadrado inverso de Lotka no se ajusta a los datos analizados. De igual manera sucedió al corroborar los datos para el modelo del poder inverso generalizado por el método de los mínimos cuadrados.

b) En relación a los indicadores de colaboración, las publicaciones producidas por investigadores del IGP tienen una marcada tendencia a la colaboración o coautoría. Asimismo, la distribución porcentual por tipo de colaboración geográfica demuestra que existe tendencia a la colaboración internacional, la cual ha ido en aumento en las dos últimas décadas.

c) Conforme a los resultados de los indicadores de impacto, las publicaciones científicas del IGP obtuvieron un buen desempeño ya que más del 90% de documentos científicos fue citado por lo menos una vez. Asimismo, el alto porcentaje de artículos científicos publicados en revistas de cuartil (Q1) frente a los otros cuartiles refleja que las investigaciones tienen buen impacto en términos de citas, además se encuentran en las revistas de mayor circulación a nivel mundial.

d) Con respecto a los indicadores de liderazgo científico, se evidenció que, del total de publicaciones analizadas, el 33% se produjeron con liderazgo de investigadores del Instituto Geofísico del Perú. Si bien el valor indicado se encuentra por debajo del 50% es importante señalar que el número de publicaciones lideradas por el IGP ha ido en aumento en los últimos años, lo cual es un aspecto positivo que se debe continuar en los años sucesivos.

6.1.3 Análisis inferencial

La relación entre la colaboración y el impacto científico fue estadísticamente significativa; sin embargo, tal relación fue baja por lo que no se podría concluir que existe asociación entre las variables analizadas. Por su parte, la comparación del impacto según liderazgo científico evidenció que el impacto es mayor cuando las investigaciones son lideradas por investigadores de otras instituciones, mientras que las publicaciones con liderazgo del IGP obtuvieron menor impacto científico. Por tanto, es importante que los investigadores del IGP alcancen reconocimiento en la comunidad científica internacional. Para lo cual se deben generar y promover capacidades internas para la investigación científica, así como dotar de recursos que permitan su fortalecimiento, de esta manera se podría obtener un mejor desempeño en términos de impacto y visibilidad de la producción científica.

6.1 Recomendaciones

a) Las publicaciones de los investigadores del Instituto Geofísico del Perú, a lo largo de su trayectoria, forman parte de la institución, por lo mismo es imprescindible darles un seguimiento exhaustivo, así como de toda la producción científica generada. Se recomienda el desarrollo de una plataforma interna donde se puedan mostrar de manera integrada todos los indicadores analizados en esta investigación. De manera que su consulta sirva como insumo para la toma de decisiones a nivel institucional. Asimismo, es importante, también, que los investigadores brinden información de los documentos realizados bajo afiliación IGP. De manera que esta información interna pueda ser contrastada con las bases de datos científicas que indexan publicaciones. Se insta, también, al desarrollo de políticas institucionales que promuevan la correcta asignación de la afiliación institucional de manera que las bases de datos reflejen correctamente

todas las publicaciones en las que los autores señalan vínculo con la institución. En relación con lo señalado, contar con una Unidad de Bibliometría en la institución permitiría un adecuado seguimiento y monitoreo de la producción científica institucional. Por otro lado, si bien la identificación de investigadores en Renacyt no formó parte del análisis de esta investigación, se observó que el 50% de investigadores de la institución se encuentran calificados como investigadores Renacyt, mientras que el resto (en su mayoría) pese a contar con los requisitos para la calificación, no figura en el registro nacional de investigadores. Por lo mismo, se recomienda a los investigadores a llevar el registro oportuno y la actualización correspondiente para la promoción de nivel en Renacyt. La información actualizada permite visibilizar el trabajo de los investigadores, asimismo posibilita la generación de redes de colaboración científica.

b) A lo largo del periodo 1961-2021, las publicaciones científicas se han caracterizado por realizarse en colaboración, independientemente del tipo de colaboración geográfica, es importante continuar el desarrollo de la ciencia con esfuerzo colaborativo, esto supone el intercambio de conocimientos, recursos, equipos, entre otros, los cuales permiten fortalecer las investigaciones científicas. Cabe destacar que los resultados del liderazgo científico señalaron que este indicador va en aumento en los últimos años. Por lo mismo, la participación colaborativa en las publicaciones no debe descuidar el liderazgo institucional.

c) Son necesarios más estudios que analicen en profundidad las dinámicas de las publicaciones científicas del Instituto Geofísico del Perú desde diferentes bases de datos bibliográficas para tener un panorama más amplio del volumen de las investigaciones. Asimismo, resulta interesante el análisis del impacto de las publicaciones científicas de

acuerdo con los diferentes tipos de colaboración geográfica, así como la identificación de aquellas publicaciones con enfoque local o nacional y cómo estas se relacionan con el liderazgo ejercido por investigadores del IGP. Sin duda, permitirán complementar los resultados de este estudio. Por otro lado, es necesario llevar a cabo una evaluación bibliométrica de la producción científica institucional, de forma periódica. Esto serviría de insumo para la toma de decisiones a fin de optimizar los resultados de la investigación científica. De igual modo, estos estudios deben ser considerados también por las instituciones que forman parte de los IPI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramo, G., & D'Angelo, C. A. (2015). The relationship between the number of authors of a publication, its citations and the impact factor of the publishing journal: Evidence from Italy. *Journal of Informetrics*, *9*(4), 746–761. https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.07.003

Advansis. (2011). *Diagnóstico del desempeño y necesidades de los institutos públicos de investigación y desarrollo del Perú*.

Aleixandre, R. (2016). Bibliometría e indicadores de actividad científica. In J. Jiménez Villa, J. M. Argimon Pallas, A. Martín Zurro, & M. Vilardell Tarrés (Eds.), *Publicación científica biomédica: cómo escribir y publicar un artículo de investigación* (2nd ed.). Elsevier.

Aleixandre-Benavent, R., González de Dios, J., Castelló Cogollos, L., Navarro Molina, C., Alonso-Arroyo, A., Vidal-Infer, A., & Lucas-Domínguez, R. (2017). Bibliometría e indicadores de actividad científica (III). Indicadores de impacto basados en las citas (1). *Acta Pediátrica Española*, *75*(5–6), e75–e84.

Aleixandre-Benavent, R., González de Dios, J., Castelló Cogollos, L., Navarro Molina, C., Alonso-Arroyo, A., Vidal-Infer, A., Lucas-Domínguez, R., & Sixto-Costoya, A. (2017). Bibliometría e indicadores de actividad científica (V). Indicadores de colaboración (1). *Acta Pediátrica Española*, *75*(9–10), 108–113. www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28118559

American Geophysical Union. (2023). *Journal of Geophysical Research: Space Physics*. https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/journal/21699402

Araújo, C. A. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em Questão*, *12*(1), 11–32. https://www.seer.ufrgs.br/index.php/EmQuestao/article/view/16

Ardanuy, J. (2012). *Breve introducción a la bibliometría*. Universitat de Barcelona.

Arencibia, R. (2010). *Visibilidad internacional de la ciencia y educación superior cubanas: desafíos del estudio de la producción científica* [Tesis de Doctorado, Universidad de Granada]. http://hdl.handle.net/10481/15414

Arencibia, R., & Carvajal, R. (2008). Los índices H, G y R: su uso para identificar autores líderes en el área de la comunicación durante el período 2001-2006. *ACIMED*, *17*(4), 0–0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008000400007&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Baiget, T. (2020). *Manual SCImago de revistas científicas, creación, gestión y publicación*. Ediciones Profesionales de la Información SL.

Barrera, V. S., & Benetti, G. P. (2019). *Estudio bibliométrico de la producción científica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – Centro de Investigaciones Agropecuarias (ex Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal) INTA – CIAP (ex IFFIVE) 2010-2015* [Trabajo final de grado de Licenciatura en Bibliotecología y Documentación, Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades. Escuela de Bibliotecología]. https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/10966#

Belter, C. W., Garcia, P. J., Livinski, A. A., Leon-Velarde, F., Weymouth, K. H., & Glass, R. I. (2019). The catalytic role of a research university and international partnerships in building research capacity in Peru: A bibliometric analysis. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *13*(7), e0007483. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007483

Bermeo Andrade, H., De los Reyes López, E., & Bonavia Tomas, M. (2009). Dimensions of scientific collaboration and its contribution to the academic research groups' scientific quality. *Research Evaluation*, *18*(4), 301–311. https://doi.org/10.3152/095820209X451041

Bordons, M., & Zulueta, Á. M. (1999). Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. *Revista Española de Cardiología*, *52*(10), 790–800. https://doi.org/10.1016/s0300-8932(99)75008-6

Bunge, M. (1989). *La ciencia. Su método y su filosofía*. Ediciones Siglo XX.

Camps, D. (2008). Limitaciones de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la actividad científica biomédica. *Colombia Médica*, *39*(1), 74–79.

Carrizo, G. (2000). Hacia un concepto de bibliometría. *Revista de Investigación Iberoamericana En Ciencia de La Información y Documentación*, *1*(2), 1–10.

Clarivate. (2023). *Impact Factor*. https://clarivate.com/webofsciencegroup/essays/impact-factor/

Coalition for Advancing Research Assessment (CoARA). (2022). *Agreement on reforming research assessment*. https://coara.eu/app/uploads/2022/09/2022_07_19_rra_agreement_final.pdf

Concytec. (2014). *Principales indicadores bibliométricos de la actividad científica peruana, 2006-2011*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/93

Concytec. (2019). *Principales indicadores bibliométricos de la actividad científica peruana, 2012-2017*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2191

D'Albuquerque, M. V. (2016). *Análisis bibliométrico de la producción científica del Instituto Nacional de Epidemiología: "Dr. Juan H. Jara" de la ciudad de Mar del Plata". Período 1980-2014* [Tesis de Licenciatura en Bibliotecología y Documentación, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Humanidades. Departamento de Documentación]. http://humadoc.mdp.edu.ar:8080/handle/123456789/160

de Bellis, N. (2009). *Bibliometrics and Citation Analysis: From the Science Citation Index to Cybermetrics*. Scarecrow Press.

Delgado-López-Cózar, E., & Martín-Martín, A. (2019). El Factor de Impacto de las revistas científicas sigue siendo ese número que devora la ciencia española: ¿hasta cuándo? *Anuario ThinkEPI*, *13*, e13e09. https://doi.org/10.3145/THINKEPI.2019.E13E09

De-Moya-Anegón, F. (2012). Liderazgo y excelencia de la ciencia española. *El Profesional de La Información*, *21*(2), 125–128. https://doi.org/10.3145/EPI.2012.MAR.01

DORA (Declaration on Research Assessment), & Pardal-Peláez, B. (2018). Declaración de San Francisco sobre la evaluación de la investigación. *Revista ORL*, *9*(4), 295–299. https://doi.org/10.14201/orl.17845

Elsevier. (2019). *Research Metrics Guidebook*. https://elsevier.widen.net/s/chpzk57rqk/acad_rl_elsevierresearchmetricsbook_web

Elsevier. (2020). *Scopus: content coverage guide*. https://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0007/69451/Scopus_ContentCoverage_Guide_WEB.pdf

Elsevier. (2022). *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-atmospheric-and-solar-terrestrial-physics

Elsevier. (2023). *How are CiteScore metrics used in Scopus?* https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/14880/supporthub/scopus/

Espinoza Freire, E. E. (2020). La búsqueda de información científica en las bases de datos académicas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, *3*(1), 31–35. http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/219

Estrada-Cuzcano, A., & Alfaro-Mendives, K. L. (2017). *A propósito de REGINA: los investigadores de la Facultad de Letras y Ciencias Humanas*.

Gauthier, É. (1998). *Bibliometric analysis of scientific and technological research: a user's guide to the methodology*.

Gómez, I., & Bordons, M. (1996). Limitaciones en el uso de los indicadores bibliométricos para la evaluación científica. *Política Científica*, *46*, 21–26.

Gómez-Ferri, J., & González-Alcaide, G. (2018). Patrones y estrategias en la colaboración científica: la percepción de los investigadores. *Revista Española de Documentación Científica*, *41*(1), e199. https://doi.org/10.3989/redc.2018.1.1458

González-Alcaide, G., Park, J., Huamaní, C., & Ramos, J. M. (2017). Dominance and leadership in research activities: Collaboration between countries of differing human development is reflected through authorship order and designation as corresponding authors in scientific publications. *PLOS ONE*, *12*(8), e0182513. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182513

Gorbea, S. (2005). *Modelo teórico para el estudio métrico de la información documental*. Ediciones Trea.

Gregorio, O. (2004). Algunas consideraciones teórico-conceptuales sobre las disciplinas métricas. *ACIMED*, *12*(5).

Gregorio-Chaviano, O., Limaymanta, C. H., & Lopez-Mesa, E. K. (2020). Análisis bibliométrico de la producción científica latinoamericana sobre COVID-19. *Biomédica*, *40*(Supl. 2), 104–115. https://doi.org/10.7705/biomedica.5571

Guerrero-Bote, V. P., & Moya-Anegón, F. (2012). A further step forward in measuring journals' scientific prestige: The SJR2 indicator. *Journal of Informetrics*, *6*(4), 674–688. https://doi.org/10.1016/j.joi.2012.07.001

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Hicks, D., Wouters, P., Waltman, L., de Rijcke, S., & Rafols, I. (2015). Bibliometrics: The Leiden Manifesto for research metrics. *Nature*, *520*, 429–431. https://doi.org/10.1038/520429a

Hilário, C. M., Grácio Cabrini, M. C., Martínez-Ávila, D., & Wolfram, D. (2022). Is There a Rationale for Author Byline Order? A Case Study of the Journal of Informetrics. *Revista Española de Documentación Científica*, *45*(3), e335. https://doi.org/10.3989/redc.2022.3.1890

Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *102*(46), 16569–16572. https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102

Hsu, J., & Huang, D. (2011). Correlation between impact and collaboration. *Scientometrics*, *86*(2), 317–324. https://doi.org/10.1007/s11192-010-0265-x

Instituto Geofísico del Perú. (1998). *Ciencia en sociedad: Instituto Geofísico del Perú*.

Instituto Geofísico del Perú. (2009). *Presente y futuro: Instituto Geofísico del Perú*.

Instituto Geofísico del Perú. (2017). *Boletín Institucional*. http://hdl.handle.net/20.500.12816/4343

Instituto Geofísico del Perú. (2020). *IGP: Proyecto MAGNET culmina con información útil para mitigar eventos meteorológicos adversos en los Andes*. https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/318973-igp-proyecto-magnet-culmina-con-informacion-util-para-mitigar-eventos-meteorologicos-adversos-en-los-andes

Instituto Geofísico del Perú. (2022). *IGP: investigaciones geofísicas desde 1922*. https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/594902-columna-de-opinion-igp-investigaciones-geofisicas-desde-1922

Instituto Geofísico del Perú. (2023a). *Información institucional*. https://www.gob.pe/institucion/igp/institucional

Instituto Geofísico del Perú. (2023b). *Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera*. https://www.igp.gob.pe/programas-de-investigacion/ciencias-de-la-atmosfera-e-hidrosfera/

Instituto Geofísico del Perú. (2023c). *Ciencias de la Tierra Sólida*. https://www.igp.gob.pe/programas-de-investigacion/ciencias-de-la-tierra-solida/

Instituto Geofísico del Perú. (2023d). *Ciencias del Geoespacio y Astronomía*. https://www.igp.gob.pe/programas-de-investigacion/ciencias-del-geoespacio-y-astronomia/

Larivière, V., Gingras, Y., Sugimoto, C. R., & Tsou, A. (2015). Team size matters: Collaboration and scientific impact since 1900. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, *66*(7), 1323–1332. https://doi.org/10.1002/asi.23266

Lawani, S. M. (1981). Bibliometrics: Its Theoretical Foundations, Methods and Applications. *Libri*, *31*(4), 294–315. https://doi.org/https://doi.org/10.1515/libr.1981.31.1.294

Lenzo, N. (2011). *Tres décadas de producción científica del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) (1978-2007): un estudio cuantitativo de su actividad científica* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Humanidades. Departamento de Documentación]. https://aquadocs.org/handle/1834/14841

Li, K., Rollins, J., & Yan, E. (2018). Web of Science use in published research and review papers 1997–2017: a selective, dynamic, cross-domain, content-based analysis. *Scientometrics*, *115*(1), 1–20. https://doi.org/10.1007/s11192-017-2622-5

Liberatore, G., Sleimen, S., Vuotto, A., Di Césare, V., & Pallotta, N. (2021). Estudio de la internacionalización de la Universidad Nacional de Mar del Plata desde la perspectiva de la producción científica: Análisis de la colaboración y liderazgo. *Información, Cultura y Sociedad*, *44*, 13–32. https://doi.org/10.34096/ics.i44.8665

López de la Teja, L. J., Sarría Stuart, Á., & Fernández Álvarez, D. C. (2017). La formación de conceptos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los sistemas de gestión de bases de datos. *Revista Conrado*, *13*(57), 139–145. https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/451

Lucas-Domínguez, R., Sixto-Costoya, A., Castelló Cogollos, L., González de Dios, J., & Aleixandre-Benavent, R. (2018). Bibliometría e indicadores de actividad científica (X). Indicadores cienciométricos en Scimago Journal and Country Rank. Análisis de la categoría temática «Pediatrics, Perinatology and Child Health». *Acta Pediátrica Española*, *76*(7–8), e103–e108.

Maldonado, J., & Montesi, M. (2018). Análisis bibliométrico comparativo de la actividad científica del CSIC y cuatro homólogos europeos: CNRS, HG, MPG Y CNR (2006-2015). *Revista General de Información y Documentación*, *28*(1), 163–191. https://doi.org/10.5209/RGID.60807

Maletta, H. (2009). *Epistemología aplicada: metodología y técnica de la producción científica*. Consorcio de Investigación Económica y Social, CIES.

Man, J. P., Weinkauf, J. G., Tsang, M., & Sin, D. D. (2004). Why do Some Countries Publish More Than Others? An International Comparison of Research Funding, English Proficiency and Publication Output in Highly Ranked General Medical Journals. *European Journal of*

Epidemiology 2004 19:8, *19*(8), 811–817. https://doi.org/10.1023/B:EJEP.0000036571.00320.B8

Marín Velásquez, T. D., & Arriojas Tocuyo, D. D. J. (2021). Ubicación de revistas científicas en cuartiles según SJR: predicción a partir de estadística multivariante. *Anales de Documentación*, *24*(1). https://doi.org/10.6018/analesdoc.455951

Moed, H. F. (2009). New developments in the use of citation analysis in research evaluation. *Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis*, *57*(1), 13–18. https://doi.org/10.1007/S00005-009-0001-5

Moed, H. F. (2017). *Applied Evaluative Informetrics*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60522-7

Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics*, *106*(1), 213–228. https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5

Moya-Anegón, F., Guerrero-Bote, V. P., Bornmann, L., & Moed, H. F. (2013). The research guarantors of scientific papers and the output counting: a promising new approach. *Scientometrics 2013 97:2*, *97*(2), 421–434. https://doi.org/10.1007/S11192-013-1046-0

Okubo, Y. (1997). *Indicateurs bibliométriques et analyse des systèmes de recherche: Méthodes et exemples*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/233811774611

Ospina Rúa, D. N. (2009). *Caracterización de la producción científica y visibilidad de los investigadores de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín en la ISI Web of Science (1990-2007)* [Trabajo de investigación para optar al Título de "Magíster en Ingeniería Administrativa," Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Escuela de Ingeniería de la Organización]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/70274

Pajić, D. (2015). On the stability of citation-based journal rankings. *Journal of Informetrics*, *9*(4), 990–1006. https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.08.005

Paz, S., Alonso, M. Á., & Mérida, F. (2006). Evolución de la producción científica del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (1990-2005). *Scire: Representación y Organización Del Conocimiento*, *12*(2), 119–135. https://doi.org/10.54886/SCIRE.V12I2.1701

Peralta, M. J., Frías, M., & Gregorio, O. (2015). Criterios, clasificaciones y tendencias de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la ciencia. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud*, *26*(3), 290–309. https://acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/744

Pranckutė, R. (2021). Web of Science (WoS) and Scopus: The Titans of Bibliographic Information in Today's Academic World. *Publications*, *9*(1), 12. https://doi.org/10.3390/publications9010012

Pritchard, A., & Wittig, G. R. (1981). *Bibliometrics: a bibliography and index, volume 1: 1874-1959*. ALLM Books. https://www.researchgate.net/publication/257314004

Rau, J. R. (2011). ¿Sigue la producción de artículos ISI de los ecólogos chilenos (sensu lato) la ley de Lotka (1926)? *Revista Chilena de Historia Natural*, *84*, 213–216. https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnat/v84n2/art07.pdf

Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - Reglamento Renacyt, (2021).

Reglamento de Calificación y Registro de Investigadores en Ciencia y Tecnología del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - SINACYT, (2017).

Rodríguez Gutiérrez, J. K., Gómez Velasco, N. Y., & Herrera-Martínez, Y. (2017). Técnicas bibliométricas en dinámicas de producción científica en grupos de investigación. Caso de

estudio: Biología- UPTC. *Revista Lasallista de Investigación*, *14*(2), 73–82. https://doi.org/10.22507/rli.v14n2a7

Rodríguez, Y. (2008). Trilogía para la visión científica: las publicaciones científicas, las bases de datos y la bibliometría. *Biblios: Revista de Bibliotecnología y Ciencias de La Información*, *31*, 1–9.

Romaní, F. (2020). Análisis bibliométrico de las publicaciones científicas originales del Instituto Nacional de Salud del Perú en el periodo 1998-2018. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, *37*(3), 485–494. https://doi.org/10.17843/RPMESP.2020.373.5470

Ruiz-Coronel, A., Jiménez-Andrade, J. L., & Carrillo-Calvet, H. (2019). Análisis cienciométrico de la producción científica del Instituto Nacional de Cancerología. *Gaceta de México*, *156*(1). https://doi.org/10.24875/GMM.19005103

Salas, G., Ravelo-Contreras, E. L., Mejía, S., Andrades, R., Acuña, E., Espinoza, F., Núñez, M., Barboza-Palomino, M., Ventura-León, J., Caycho-Rodríguez, T., & Pérez-Acosta, A. M. (2018). Dos décadas de Acta Colombiana de Psicología: un análisis bibliométrico. *Acta Colombiana de Psicología*, *21*(2), 13–25. https://doi.org/http://www.dx.doi.org/10.14718/ACP.2018.21.2.2

Sancho, R. (1990). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. *Revista Española de Documentación Científica*, *13*(3–4), 842–865. https://doi.org/10.3989/redc.1990.v13.i3.842

Scimago. (2023a). *SCImago Institutions Rankings (SIR) Methodology*. https://www.scimagoir.com/methodology.php

Scimago. (2023b). *Scimago Journal and Country Rank - Help*. https://www.scimagojr.com/help.php

Spinak, E. (1996). *Diccionario enciclopédico de bibliometría, cienciometría e informetría*. Unesco.

Suárez, Y., & Pérez-Anaya, O. (2018). La evaluación de la actividad científica: indicadores bibliométricos. In *El estudio de la producción científica: Métodos, enfoques y aplicaciones en el estudio de las Ciencias Sociales* (pp. 95–118). Ediciones Corporación Universitaria Reformada.

Subramanyam, K. (1983). Bibliometric studies of research collaboration: A review. *Journal of Information Science*, *6*(1), 33–38. https://doi.org/10.1177/016555158300600105

Tavera, H. (2022a). *IGP y su contribución científica en el Perú*. Instituto Geofísico Del Perú. https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/635419-columna-de-opinion-igp-y-su-contribucion-cientifica-en-el-peru

Tavera, H. (2022b). *Perú, un país altamente sísmico*. Instituto Geofísico Del Perú. https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/663894-columna-de-opinion-peru-un-pais-altamente-sismico

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*, 51–73. http://www.scielo.org.ar/pdf/ics/n12/n12a04.pdf

Urbizagástegui-Alvarado, R. (2014). La bibliometría en el Perú. *Letras*, *85*(122), 247–269. https://doi.org/10.30920/letras.85.122.8

Velasco, B., Eiros, J. M., Pinilla, J. M., & San Román, J. A. (2012). La utilización de los indicadores bibliométricos para evaluar la actividad investigadora. *Aula Abierta*, *40*(2), 75–84.

Verhagen, J. V., Wallace, K. J., Collins, S. C., & Scott, T. R. (2003). QUAD system offers fair shares to all authors. *Nature 2003 426:6967*, *426*, 602–602. https://doi.org/10.1038/426602a

Viera-Arroyo, W., Sánchez-Arizo, V., Merino-Toro, J., & Domínguez-Andrade, J. (2020). Producción científica del Ecuador en el ámbito agropecuario: caso del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, periodo 2014-2019. *Revista Española de Documentación Científica*, *43*(4), e280. https://doi.org/10.3989/redc.2020.4.1722

Waltman, L. (2016). A review of the literature on citation impact indicators. *Journal of Informetrics*, *10*(2), 365–391. https://doi.org/10.1016/J.JOI.2016.02.007

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de recolección de datos

Producción													Colaboración				Impacto					Liderazgo	
N°	Autor(es)	Título	Año	Nombre de revista/recurso	Tipo de edición	Tipo de documento	Idioma	Programa de Investigación *			Tipo de acceso		Tipo de colaboración				Cuartil de revista (SJR)					Autor de corresponden cia IGP	
								CTS	CAH	CGA	Abierto	Cerrado	Sin col.	Col. Inst.	Col. Nac.	Col. Inst.	N° citas totales	Q1	Q2	Q3	Q4	SI	NO

* CTS: Ciencias de la Tierra Sólida; CAH: Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera; CGA: Ciencias del Geoespacio y Astronomía

Anexo 2. Investigadores del Instituto Geofísico del Perú

N°	Investigador(a)	Estado de vigencia	N°	Investigador(a)	Estado de vigencia
1	Apaéstegui James	Vigente al 2023	**18**	Flores Jose	Vigente al 2023
2	Armijos Elisa	Vigente al 2023	**19**	Giesecke Alberto	No vigente
3	Baella Nobar	Vigente al 2023	**20**	Gómez Juan Carlos	Vigente al 2023
4	Bernal Isabel	Vigente al 2023	**21**	Heraud Jorge	No vigente
5	Berrocal Jesús	No vigente	**22**	Huaco Daniel	No vigente
6	Calderón Carlos	No vigente	**23**	Inza Adolfo	Vigente al 2023
7	Casaverde Mateo	No vigente	**24**	Ishitsuka José	No vigente
8	Centeno Riky	Vigente al 2023	**25**	Ishitsuka Mutsumi	No vigente
9	Chang Manuel	No vigente	**26**	Junquas Clementine	No vigente
10	Chau Jorge	No vigente	**27**	Kumar Shailendra	No vigente
11	Cóndor Percy	Vigente al 2023	**28**	Lagos Pablo	No vigente
12	Del Carpio José	Vigente al 2023	**29**	Mabres Antonio	No vigente
13	Elías Luis	No vigente	**30**	Macedo Luisa	No vigente
14	Espinoza Jhan-Carlo	No vigente	**31**	Macedo Orlando	No vigente
15	Espinoza Raúl	No vigente	**32**	Macharé José	No vigente
16	Estevan René	Vigente al 2023	**33**	Martínez Daniel	No vigente
17	Figueroa Nilo	No vigente	**34**	Martínez Alejandra	Vigente al 2023

35	Milla Marco	No vigente	**52**	Sarango Martin	No vigente
36	Montes Ivonne	Vigente al 2023	**53**	Scipión Danny	Vigente al 2023
37	Montes Hernan	No vigente	**54**	Silva Yamina	Vigente al 2023
38	Morera Sergio	Vigente al 2023	**55**	Suarez Luis	Vigente al 2023
39	Mosquera Kobi	Vigente al 2023	**56**	Sulca Juan	Vigente al 2023
40	Moya Aldo	No vigente	**57**	Takahashi Ken	Vigente al 2023
41	Norabuena Edmundo	Vigente al 2023	**58**	Tavera Hernando	Vigente al 2023
42	Ocola Leonidas	No vigente	**59**	Torres Liliana	Vigente al 2023
43	Pacheco Edgardo	Vigente al 2023	**60**	Trasmonte Grace	No vigente
44	Pardo Federico	No vigente	**61**	Trigoso Hugo	Vigente 2023
45	Pereyra Antonio	Vigente al 2023	**62**	Velásquez Ángel	No vigente
46	Pomalaza José	No vigente	**63**	Villanueva Lucía	No vigente
47	Prieto Eva	No vigente	**64**	Villegas Juan Carlos	Vigente al 2023
48	Puma Nino	No vigente	**65**	Woodman Ronald	No vigente
49	Quijano Julio	No vigente	**66**	Yauri Sheila	No vigente
50	Quiroz Wendy	Vigente al 2023	**67**	Zubieta Ricardo	Vigente al 2023
51	Rivera Marco	Vigente al 2023			

Anexo 3. Valores “x” e “y” y los cálculos necesarios para probar la hipótesis nula de la distribución que representa los conteos de x = 1, 2, 3 ... artículos (Ley de Lotka) con el modelo del poder inverso generalizado.

x	y	W=logx	Z=logy	WZ	W2	y/total	Acum	C*(1/xn)	Acum	Desviación
1	93	0.00000	1.96848	0.00000	0.00000	0.47208	0.47208	-0.43761	-0.43761	0.90969
2	31	0.30103	1.49136	0.44894	0.09062	0.15736	0.62944	-0.27938	-0.71700	1.34644
3	17	0.47712	1.23045	0.58707	0.22764	0.08629	0.71574	-0.21488	-0.93188	1.64761
4	8	0.60206	0.90309	0.54371	0.36248	0.04061	0.75635	-0.17837	-1.11024	1.86659
5	6	0.69897	0.77815	0.54390	0.48856	0.03046	0.78680	-0.15437	-1.26462	2.05142
6	8	0.77815	0.90309	0.70274	0.60552	0.04061	0.82741	-0.13719	-1.40181	2.22922
7	2	0.84510	0.30103	0.25440	0.71419	0.01015	0.83756	-0.12416	-1.52596	2.36353
8	4	0.90309	0.60206	0.54371	0.81557	0.02030	0.85787	-0.11387	-1.63984	2.49771
9	4	0.95424	0.60206	0.57451	0.91058	0.02030	0.87817	-0.10551	-1.74535	2.62353
10	3	1.00000	0.47712	0.47712	1.00000	0.01523	0.89340	-0.09856	-1.84391	2.73731
11	4	1.04139	0.60206	0.62698	1.08450	0.02030	0.91371	-0.09266	-1.93657	2.85028
12	0	1.07918	0.00000	0.00000	1.16463	0.00000	0.91371	-0.08758	-2.02415	2.93786
13	1	1.11394	0.00000	0.00000	1.24087	0.00508	0.91878	-0.08316	-2.10732	3.02610
14	0	1.14613	0.00000	0.00000	1.31361	0.00000	0.91878	-0.07927	-2.18658	3.10536
15	3	1.17609	0.47712	0.56114	1.38319	0.01523	0.93401	-0.07580	-2.26238	3.19639
16	0	1.20412	0.00000	0.00000	1.44990	0.00000	0.93401	-0.07270	-2.33509	3.26910
17	1	1.23045	0.00000	0.00000	1.51400	0.00508	0.93909	-0.06990	-2.40499	3.34407
18	1	1.25527	0.00000	0.00000	1.57571	0.00508	0.94416	-0.06736	-2.47235	3.41651
19	2	1.27875	0.30103	0.38494	1.63521	0.01015	0.95431	-0.06505	-2.53740	3.49171
20	1	1.30103	0.00000	0.00000	1.69268	0.00508	0.95939	-0.06292	-2.60032	3.55971
21	1	1.32222	0.00000	0.00000	1.74826	0.00508	0.96447	-0.06097	-2.66129	3.62575
22	0	1.34242	0.00000	0.00000	1.80210	0.00000	0.96447	-0.05916	-2.72044	3.68491
23	0	1.36173	0.00000	0.00000	1.85430	0.00000	0.96447	-0.05748	-2.77792	3.74239
24	0	1.38021	0.00000	0.00000	1.90498	0.00000	0.96447	-0.05592	-2.83384	3.79830
25	0	1.39794	0.00000	0.00000	1.95424	0.00000	0.96447	-0.05446	-2.88830	3.85276
26	0	1.41497	0.00000	0.00000	2.00215	0.00000	0.96447	-0.05309	-2.94139	3.90586
27	0	1.43136	0.00000	0.00000	2.04880	0.00000	0.96447	-0.05181	-2.99320	3.95767
28	0	1.44716	0.00000	0.00000	2.09427	0.00000	0.96447	-0.05061	-3.04381	4.00827
29	0	1.46240	0.00000	0.00000	2.13861	0.00000	0.96447	-0.04947	-3.09327	4.05774
30	0	1.47712	0.00000	0.00000	2.18189	0.00000	0.96447	-0.04839	-3.14167	4.10614
31	0	1.49136	0.00000	0.00000	2.22416	0.00000	0.96447	-0.04738	-3.18905	4.15351
32	1	1.50515	0.00000	0.00000	2.26548	0.00508	0.96954	-0.04641	-3.23546	4.20501
33	0	1.51851	0.00000	0.00000	2.30588	0.00000	0.96954	-0.04550	-3.28096	4.25050
34	0	1.53148	0.00000	0.00000	2.34543	0.00000	0.96954	-0.04463	-3.32559	4.29513
35	0	1.54407	0.00000	0.00000	2.38415	0.00000	0.96954	-0.04380	-3.36939	4.33893
36	0	1.55630	0.00000	0.00000	2.42208	0.00000	0.96954	-0.04301	-3.41239	4.38194

37	0	1.56820	0.00000	0.00000	2.45926	0.00000	0.96954	-0.04225	-3.45465	4.42419
38	1	1.57978	0.00000	0.00000	2.49572	0.00508	0.97462	-0.04153	-3.49617	4.47079
39	0	1.59106	0.00000	0.00000	2.53149	0.00000	0.97462	-0.04084	-3.53701	4.51163
40	0	1.60206	0.00000	0.00000	2.56660	0.00000	0.97462	-0.04017	-3.57718	4.55180
41	0	1.61278	0.00000	0.00000	2.60107	0.00000	0.97462	-0.03953	-3.61671	4.59133
42	0	1.62325	0.00000	0.00000	2.63494	0.00000	0.97462	-0.03892	-3.65564	4.63025
43	0	1.63347	0.00000	0.00000	2.66822	0.00000	0.97462	-0.03833	-3.69397	4.66859
44	0	1.64345	0.00000	0.00000	2.70094	0.00000	0.97462	-0.03777	-3.73174	4.70636
45	0	1.65321	0.00000	0.00000	2.73311	0.00000	0.97462	-0.03722	-3.76896	4.74358
46	0	1.66276	0.00000	0.00000	2.76476	0.00000	0.97462	-0.03670	-3.80565	4.78027
47	0	1.67210	0.00000	0.00000	2.79591	0.00000	0.97462	-0.03619	-3.84184	4.81646
48	0	1.68124	0.00000	0.00000	2.82657	0.00000	0.97462	-0.03570	-3.87754	4.85216
49	0	1.69020	0.00000	0.00000	2.85676	0.00000	0.97462	-0.03523	-3.91277	4.88739
50	1	1.69897	0.00000	0.00000	2.88650	0.00508	0.97970	-0.03477	-3.94754	4.92723
51	1	1.70757	0.00000	0.00000	2.91580	0.00508	0.98477	-0.03432	-3.98186	4.96663
52	0	1.71600	0.00000	0.00000	2.94467	0.00000	0.98477	-0.03390	-4.01576	5.00053
53	0	1.72428	0.00000	0.00000	2.97313	0.00000	0.98477	-0.03348	-4.04924	5.03401
54	0	1.73239	0.00000	0.00000	3.00119	0.00000	0.98477	-0.03308	-4.08231	5.06709
55	0	1.74036	0.00000	0.00000	3.02886	0.00000	0.98477	-0.03269	-4.11500	5.09977
56	0	1.74819	0.00000	0.00000	3.05616	0.00000	0.98477	-0.03231	-4.14731	5.13208
57	0	1.75587	0.00000	0.00000	3.08310	0.00000	0.98477	-0.03194	-4.17925	5.16402
58	0	1.76343	0.00000	0.00000	3.10968	0.00000	0.98477	-0.03158	-4.21083	5.19560
59	0	1.77085	0.00000	0.00000	3.13592	0.00000	0.98477	-0.03123	-4.24207	5.22684
60	1	1.77815	0.00000	0.00000	3.16182	0.00508	0.98985	-0.03090	-4.27296	5.26281
61	0	1.78533	0.00000	0.00000	3.18740	0.00000	0.98985	-0.03057	-4.30353	5.29338
62	0	1.79239	0.00000	0.00000	3.21267	0.00000	0.98985	-0.03025	-4.33378	5.32363
63	0	1.79934	0.00000	0.00000	3.23763	0.00000	0.98985	-0.02994	-4.36372	5.35356
64	0	1.80618	0.00000	0.00000	3.26229	0.00000	0.98985	-0.02963	-4.39335	5.38320
65	0	1.81291	0.00000	0.00000	3.28665	0.00000	0.98985	-0.02934	-4.42268	5.41253
66	0	1.81954	0.00000	0.00000	3.31074	0.00000	0.98985	-0.02905	-4.45173	5.44158
67	0	1.82607	0.00000	0.00000	3.33455	0.00000	0.98985	-0.02877	-4.48050	5.47035
68	0	1.83251	0.00000	0.00000	3.35809	0.00000	0.98985	-0.02849	-4.50899	5.49884
69	0	1.83885	0.00000	0.00000	3.38137	0.00000	0.98985	-0.02822	-4.53721	5.52706
70	0	1.84510	0.00000	0.00000	3.40439	0.00000	0.98985	-0.02796	-4.56518	5.55502
71	0	1.85126	0.00000	0.00000	3.42716	0.00000	0.98985	-0.02771	-4.59288	5.58273
72	1	1.85733	0.00000	0.00000	3.44968	0.00508	0.99492	-0.02746	-4.62034	5.61526
73	0	1.86332	0.00000	0.00000	3.47197	0.00000	0.99492	-0.02721	-4.64755	5.64248
74	0	1.86923	0.00000	0.00000	3.49403	0.00000	0.99492	-0.02697	-4.67453	5.66945
75	0	1.87506	0.00000	0.00000	3.51585	0.00000	0.99492	-0.02674	-4.70127	5.69619
76	0	1.88081	0.00000	0.00000	3.53746	0.00000	0.99492	-0.02651	-4.72778	5.72270
77	0	1.88649	0.00000	0.00000	3.55885	0.00000	0.99492	-0.02629	-4.75407	5.74899
78	0	1.89209	0.00000	0.00000	3.58002	0.00000	0.99492	-0.02607	-4.78014	5.77506
79	0	1.89763	0.00000	0.00000	3.60099	0.00000	0.99492	-0.02586	-4.80600	5.80092

80	0	1.90309	0.00000	0.00000	3.62175	0.00000	0.99492	-0.02565	-4.83164	5.82657
81	0	1.90849	0.00000	0.00000	3.64232	0.00000	0.99492	-0.02544	-4.85708	5.85201
82	0	1.91381	0.00000	0.00000	3.66268	0.00000	0.99492	-0.02524	-4.88232	5.87725
83	0	1.91908	0.00000	0.00000	3.68286	0.00000	0.99492	-0.02504	-4.90737	5.90229
84	0	1.92428	0.00000	0.00000	3.70285	0.00000	0.99492	-0.02485	-4.93222	5.92714
85	0	1.92942	0.00000	0.00000	3.72266	0.00000	0.99492	-0.02466	-4.95687	5.95180
86	0	1.93450	0.00000	0.00000	3.74228	0.00000	0.99492	-0.02447	-4.98135	5.97627
87	0	1.93952	0.00000	0.00000	3.76173	0.00000	0.99492	-0.02429	-5.00564	6.00056
88	0	1.94448	0.00000	0.00000	3.78101	0.00000	0.99492	-0.02411	-5.02975	6.02467
89	0	1.94939	0.00000	0.00000	3.80012	0.00000	0.99492	-0.02394	-5.05369	6.04861
90	0	1.95424	0.00000	0.00000	3.81906	0.00000	0.99492	-0.02376	-5.07745	6.07237
91	0	1.95904	0.00000	0.00000	3.83784	0.00000	0.99492	-0.02359	-5.10104	6.09597
92	0	1.96379	0.00000	0.00000	3.85646	0.00000	0.99492	-0.02343	-5.12447	6.11940
93	0	1.96848	0.00000	0.00000	3.87493	0.00000	0.99492	-0.02326	-5.14774	6.14266
94	0	1.97313	0.00000	0.00000	3.89323	0.00000	0.99492	-0.02310	-5.17084	6.16576
95	0	1.97772	0.00000	0.00000	3.91139	0.00000	0.99492	-0.02295	-5.19379	6.18871
96	0	1.98227	0.00000	0.00000	3.92940	0.00000	0.99492	-0.02279	-5.21658	6.21150
97	0	1.98677	0.00000	0.00000	3.94726	0.00000	0.99492	-0.02264	-5.23922	6.23414
98	0	1.99123	0.00000	0.00000	3.96498	0.00000	0.99492	-0.02249	-5.26171	6.25663
99	0	1.99564	0.00000	0.00000	3.98256	0.00000	0.99492	-0.02234	-5.28405	6.27897
100	0	2.00000	0.00000	0.00000	4.00000	0.00000	0.99492	-0.02220	-5.30624	6.30117
101	0	2.00432	0.00000	0.00000	4.01730	0.00000	0.99492	-0.02205	-5.32830	6.32322
102	1	2.00860	0.00000	0.00000	4.03447	0.00508	1.00000	-0.02191	-5.35021	6.35021
Total	197	161.9829	10.63711	6.24919	273.6794	1.00000				