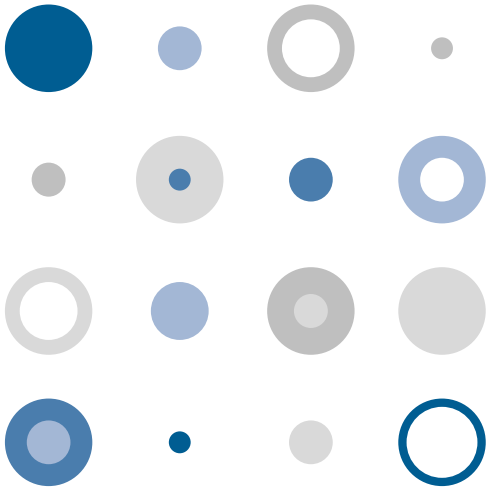


OCyT

OBSERVATORIO COLOMBIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Indicadores de Ciencia Tecnología e Innovación Colombia 2021

INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Colombia 2021

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2021

Autores
Henry Mora Holguín
Efrén Romero Riaño
Juan Camilo Castellanos
Daniel Santiago Fuentes

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología – OCyT

Director Ejecutivo
Diego Silva Ardila

Subdirectora Administrativa y Financiera
Angélica Monroy Pérez

Comité editorial
Andrea Guevara Rey
Henry Mora Holguín
Efrén Romero Riaño

Autores
Henry Mora Holguín, Efrén Romero Riaño, Juan Camilo Castellanos, Daniel Santiago Fuentes.

Diseño y diagramación
Elizabeth Guzmán

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología
Carrera 15 No. 37 – 59 Bogotá, Colombia
Conmutador (57-1) 3235059
www.ocyt.org.co
ISSN 2323-072X

El Informe de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación es de libre consulta, distribución y uso para todos los actores del Sistema Nacional de CTeI sin fines comerciales. Esta versión del documento incluye una entrega preliminar del informe, compuesta por 3 de los 9 capítulos que contendrá el mismo.

Todos los capítulos de este libro son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Contenido

Preliminar

4 Capítulo 1 · Bibliometría
Análisis de la Producción bibliográfica del sistema de ciencia de Colombia 2011-2020
Autor: Efrén Romero Riaño

34 Capítulo 2 · Propiedad intelectual
Titulares más dinámicos en materia de patentes en Colombia
Autores: Henry Mora Holguín, Daniel Santiago Fuentes

61 Capítulo 3 · Innovación
Principales características de las empresas innovadoras en Colombia
Autores: Henry Mora Holguín, Juan Camilo Castellanos, Daniel Santiago Fuentes

Capítulo 1 · Bibliometría

Análisis de la Producción bibliográfica del sistema de ciencia de Colombia 2011-2020

Autor: Efrén Romero Riaño

La producción científica es un concepto utilizado para abstraer o comprender la capacidad de un sistema de ciencia para generar y difundir conocimiento. El análisis y visualización de la producción, permite identificar características como la forma o la estructura de la ciencia de un país (Vargas-Quesada & de Moya Aragón, 2007), así como la distribución de las temáticas y las áreas de conocimiento predominantes.

El volumen de producción científica es una de las medidas más usadas para evaluar el desempeño de un sistema de ciencia. Sin embargo, este indicador al igual que la mayoría de las medidas sistémicas es multidimensional. Dentro de las dimensiones más utilizadas para evaluar de forma holística el desempeño se encuentran: la distribución de áreas conocimiento, la intensidad y los tipos de colaboración y el uso o impacto de los resultados de la investigación, entre otras. Cada una de las dimensiones que permiten comprender la producción científica se componen de uno o más indicadores como: el número de documentos o artículos publicados en una base de datos, el número de citas promedio obtenidas por los documentos y los porcentajes de coautoría nacional e internacional. Estos indicadores se sustentan conceptual y metodológicamente en la disciplina de la bibliometría.

Cuando Derek DeSolla Price (1963), propuso volcar los instrumentos de la ciencia sobre la ciencia misma, para comprender aspectos como su forma y comportamiento, se generaron subcampos como la Filosofía, Historia o Sociología de la Ciencia (Price, 1963). La bibliometría, que se define como la aplicación de métodos cuantitativos a todo lo que es cuantificable dentro de la comunicación científica (Pritchard, 1969), da respuestas a la propuesta del profesor Price y permite comprender la evolución de un sistema de ciencia. Por esta razón, se conoce a la bibliometría como “meta ciencia” o la ciencia de la ciencia (science of science).

El objetivo de este capítulo es caracterizar el estado de la producción bibliográfica del sistema de ciencia de Colombia en el año 2011-2020 a través de cuatro indicadores bibliométricos. Estas estimaciones permiten valorar los resultados de la investigación científica colombiana medidos a través del estudio de las tendencias en variables como el número de documentos, la concentración de las temáticas, la capacidad del sistema para generar y diversificar sus vínculos y el impacto de esos resultados en la comunidad científica mundial.

El presente capítulo discute el comportamiento de los siguientes indicadores: número de documentos y artículos de la producción bibliográfica, el número de citaciones promedio de los documentos científicos publicados, la coautoría nacional e internacional y la distribución (concentración) de los documentos por áreas de conocimiento de acuerdo con el estándar FORD (Fields of Research and Development) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). En adición se presentan algunos resultados del análisis de colaboración internacional a nivel de países de la producción científica colombiana.

Estos indicadores, se utilizan como medidas sistémicas porque (Carlsson et al., 2002):

- Existe una amplia tradición y aceptación científica de su uso como medidas para evaluar la capacidad de un sistema de ciencia en el nivel país, para transformar los insumos o entradas en salidas o resultados de nuevo conocimiento.
- Porque cada uno de estos indicadores tienen la capacidad de evaluar más de una función del sistema de ciencia (por ejemplo, la producción bibliográfica permite evaluar tanto la generación como la difusión del conocimiento).

Como estos indicadores reflejan el estado del sistema en un momento en particular, dentro de este capítulo se presentan series de datos para cada indicador. La presentación de series permite comprender el desarrollo o evolución del sistema y derivar conclusiones sobre su dinámica y comportamiento en el tiempo. En ese sentido, estos indicadores pueden ser usados para:

- Comprender la evolución de la capacidad del sistema de generar resultados de nuevo conocimiento.
- Evaluar los cambios en la habilidad de los actores del sistema de ciencia para generar nuevos vínculos de colaboración, tanto internos como externos.
- Brindar una medida general del estado de bienestar del sistema de ciencia de un país.

A continuación, se presentan los resultados cada uno de los análisis asociados con los indicadores mencionados en el contexto del comportamiento a nivel global y a nivel de América Latina. Estos resultados posibilitan la generación de conclusiones específicas y el contraste con algunos referentes globales y regionales.

Producción bibliográfica: Número de documentos y artículos publicados

El volumen de producción bibliográfica es aceptado como una medida de desempeño a nivel de sistema de ciencia, asociada con las funciones de generación y difusión de conocimiento. Se define la producción bibliográfica como el número de documentos académicos, o científicos, publicados en Sistemas de Indexación y Resumen (SIRes). La medición del indicador de número de documentos publicados en Colombia incluye todas las tipologías de comunicación científica presentes en los SIRes: artículos, revisiones, correcciones, capítulos de libros, editoriales entre otros. No se excluye ningún tipo de documento.

Existen inductores del volumen de producción científica, entre ellos, el número de investigadores. Los inductores son un tipo de indicadores que nos aporta información sobre el desempeño de las acciones que ayudan a la consecución de un determinado resultado, medido por indicadores finales que son lo que aparecen asociados a los objetivos de una red. Entre los años 2014 y 2018, el crecimiento global en el número de investigadores fue del 13.7%. Sin embargo, en el mismo periodo en Latinoamérica el número promedio de investigadores por millón de habitantes creció desde 564 hasta 593 (UNESCO, 2022). Este aumento alcanzó un nivel cercano al 6%.

De acuerdo con cifras del Banco Mundial[1], Colombia contaba con 161,5 investigadores equivalentes por millón de habitantes para el año 2015, número que lo ubicaba en el décimo lugar en América Latina y que, comparado con la media de la OCDE de 5.826 investigadores por millón de habitantes, representa un rezago a nivel internacional. A pesar de esta baja tasa de investigadores, Colombia ocupó la quinta posición en

[1] Disponible en: https://datos.bancomundial.org/indicator/SP.POP.SCIE.RD.P6

América Latina y la posición 49 a nivel mundial en publicación de documentos científicos en los años 2019 y 2020.

El número de artículos publicados por autores latinoamericanos entre 2005 y 2014 en revistas científicas en el Science Citation Index Extended aumentó un 90%, elevando la proporción global de la región del 4,0% al 5,2%. El crecimiento más rápido en este periodo se dio en cinco países: Colombia (244%), Ecuador (152%), Perú (134%) y Brasil (118%) (Lemarchand, 2015). Las publicaciones de América Latina y el Caribe respecto al total mundial alcanzaron una proporción del 4% en el año 2005. En el año 2014 alcanzaron una proporción del 5.2% respecto al total mundial.

Entre los años 2015 y 2019, la producción científica de los países latinoamericanos en las principales revistas científicas aumentó un 25%. El crecimiento fue más significativo en países con baja tradición en la producción en ciencia como Ecuador (171%), seguido de República Dominicana (98%), Honduras (97%) y Perú (85%). Cuba y Venezuela se encuentran entre los pocos países del mundo en el mundo que han experimentado un descenso en el volumen de publicaciones científicas desde 2011.

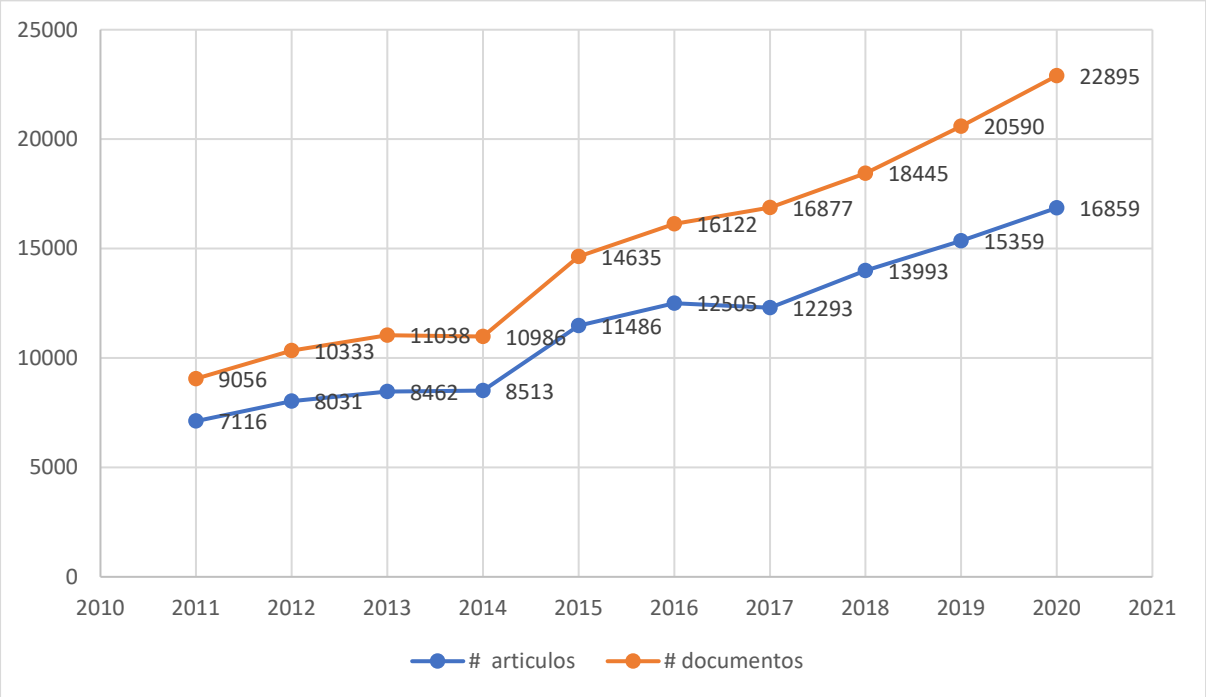
En el caso de Colombia, la producción científica creció 52% entre 2014 - 2019 (UNESCO, 2022). La variación interanual en el periodo 2019 - 2020 de la producción bibliográfica de Colombia en Scopus, fue de 11,25% al pasar desde 14.776 hasta 16.439 documentos.

Colombia superó, por primera vez en 2019, los 20.000 documentos científicos publicados en un año (sumando los documentos de Scopus, WoS y Scielo) y publicó durante 2020, un total de 22.895 documentos, equivalentes al 0,72% de la producción científica mundial.

Colombia superó, por primera vez en el año 2019, los 20.000 documentos científicos publicados en un año sumando las publicaciones de los SIRes: WoS, Scielo y Scopus. Durante el año 2020, la producción científica de Colombia alcanzó su máximo en la serie histórica con un total de 22.895 documentos. Esta cifra representó el 0.72% de la producción científica mundial

La figura 1, muestra la tendencia de la serie del indicador de generación de conocimiento de Colombia (producción bibliográfica publicada en WoS, Scielo y Scopus).

Figura 1. Numero de artículos y documentos producidos en Colombia, 2009 – 2020



Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

El análisis de las series de tiempo posibilita una mira histórica a un sistema de ciencia. De acuerdo con el comportamiento de la serie de la figura 1, el volumen de producción bibliográfica de Colombia mantiene una progresión creciente entre los años 2009 y 2020. El volumen de producción bibliográfica de Colombia se duplicó entre los años de 2014 y 2020, al pasar de 11.038 hasta 22.895 documentos publicados. La serie muestra un comportamiento atípico entre los años 2014 y 2015. La variación interanual en este periodo alcanzó el 32%, el triple del promedio mundial y el doble del promedio nacional. Estos cambios se asocian con la introducción del modelo de valoración y evaluación del desempeño individual de los investigadores por parte del organismo

rector de la ciencia de la época: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS[2].

Las divisiones e inequidades de un sistema de ciencia reflejan las inequidades de una sociedad (Bordieu, 1975). Estos fenómenos son abordados por la sociología de la ciencia. La sociología de la ciencia tiene como objetivo la comprensión de los aspectos sociales de la ciencia tales como las divisiones o campos, las distribuciones de género y los roles de los actores.

La sociología de la ciencia comprende la investigación sobre la estructura social de las instituciones de la ciencia y su relación con otras instituciones, así como la influencia y la construcción del conocimiento científico (Bordieu, 1975) Uno de los indicadores de mayor difusión relacionados con la sociología de la ciencia es la distribución o proporción de genero dentro de la producción en ciencia de una región (Macaluso et al., 2016; Oppi et al., 2021).

A nivel mundial, las mujeres han alcanzado la paridad (45-55%) en los niveles de estudio de grado y máster y están en una mayor proporción en el nivel de doctorado (44%). A pesar de esto, la brecha de género tiende a aumentar a medida que se desarrollan las carreras profesionales. Las mujeres representaron el 33,3% de todos los investigadores en 2018, frente al 28,4% de 2013. Existen limitaciones en estas cifras descritas pues solo hay datos disponibles para 107 países (UNESCO, 2022).

En el mundo académico, las investigadoras suelen tener carreras más cortas y peor pagadas. Su trabajo está poco representado en las revistas científicas de alto nivel. Por ejemplo, unas proyecciones a partir de los datos de casi 3 millones de trabajos de informática publicados en Estados Unidos entre 1970 y 2018, concluyeron que la paridad de género en la publicación de trabajos de Informática para el país, se alcanzará hasta el año 2100(UNESCO, 2022).

[2] El Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS, fue la entidad encargada de promover las políticas públicas para fomentar la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia desde 1968 hasta 2019.

La distribución por género de la producción en ciencia de Colombia muestra cifras similares a la tendencia mundial. Durante 2018, el porcentaje de investigadoras como proporción del total de investigadores por área de conocimiento se distribuyó así: Ciencias Médicas (48.6%), Ciencias Sociales (41.4%), Ciencias Naturales (34%), Ciencias Agrícolas (31.4%) e Ingeniería y Tecnología (25.6%). En promedio, el 37.4% de los autores de documentos científicos en Colombia, son mujeres (UNESCO, 2022). Esta cifra es superior al 33.3% que representa el promedio global de investigadores mujeres que participan en la producción en ciencia.

En promedio, uno de cada tres de los autores listados en los documentos publicados por los académicos de Colombia, es mujer

Los resultados del indicador de producción bibliográfica de artículos y documentos de los académicos de Colombia, muestra un crecimiento constante de la capacidad del sistema de ciencia para generar resultados de nuevo conocimiento. A continuación, se evalúa el comportamiento de la visibilidad e impacto generado por esas publicaciones por medio de la estimación del número promedio de citaciones de documentos.

Número de citaciones promedio de documentos científicos

El número de citaciones es aceptado como una medida de desempeño a nivel de sistema de ciencia, asociada con las funciones de difusión y uso del conocimiento científico. Se define el número de citaciones promedio como el total de citas obtenidas por documentos publicados en los SIRes, sobre el número de documentos publicados. La medición del indicador de número promedio de citaciones de Colombia incluye tanto citas como auto citas de los autores.[3]

La teoría de la ventaja acumulativa de conocimiento conocida comúnmente como efecto Matthew, postula que en la producción en ciencia el éxito engendra más éxito. Este fenómeno influye en el rendimiento académico y en las carreras de los

[3] La autocitación se produce en un artículo cuando un autor hace referencia a otra de sus propias publicaciones. Esta puede ser una forma legítima de hacer referencia a hallazgos anteriores, pero a veces las autocitas se hacen indebidamente para intentar inflar el número de citas de un individuo.

investigadores. Dado el reto y la incertidumbre que supone evaluar la calidad de la investigación académica, la comunidad científica suele tener incentivos para preferir el trabajo de los académicos establecidos (Siler et al., 2022). Uno de esos incentivos a la hora de categorizar la calidad de un documento, es examinar el número de citas de un documento o de un autor.

Cuando un investigador obtiene éxito, es más probable que obtenga citaciones en sus próximos trabajos (Merton, 1968). Un ejemplo de éxito es la obtención de un reconocimiento como el premio Nobel. Para un investigador que ha obtenido este logro, es más probable obtener citaciones de sus trabajos posteriores. Este fenómeno está asociado con el concepto de autoridad científica. Este efecto individual, se refleja a nivel territorial en el caso de los países. Debido a que los países Angloparlantes tienen amplio prestigio, tradición y autoridad científica (por logros como los premios nobel, entre otros), la probabilidad de que un documento científico proveniente de uno de esos países sea citado, puede ser mayor que la de un país hispanoparlante.

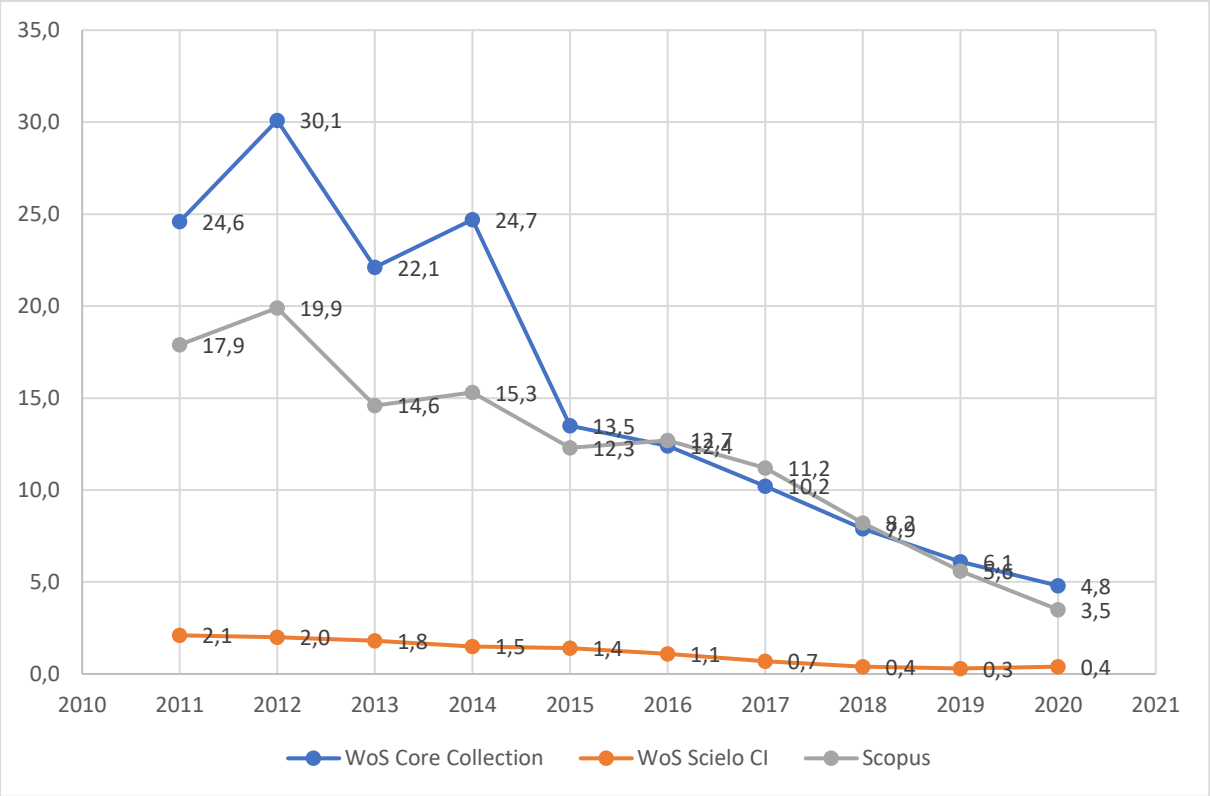
Entre los años 2009-2014, en los países de Latinoamérica con un nivel de producción científica por debajo de la media mundial, se registraron las tasas promedio de citas más elevadas que en los países con mayor intensidad de producción (Lemarchand, 2015). La tasa de citaciones para América Latina (excepto Cuba) en el periodo 2014-2016 fue de 0.89 (UNESCO, 2022), mientras que el promedio del G-20 fue de 1.02[4]. A pesar de que los niveles de producción en ciencia de Latinoamérica suben, el impacto de esa producción sigue siendo inferior al promedio mundial.

Este mismo fenómeno evidenciado para Latinoamérica, se manifiesta en Colombia. Si bien el total de documentos producidos por académicos colombianos se ha duplicado en los últimos 10 años, el número promedio de citas de esos documentos ha decrecido cuatro veces.

La figura 2, resume el comportamiento del número de citaciones promedio de los documentos publicados por los académicos de Colombia entre 2011 y 2020

[4] El G20 está integrado por 19 países y la Unión Europea. Los 19 países son: Alemania, Arabia Saudita, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Corea del Sur, Estados Unidos, Francia, India, Indonesia, Italia, Japón, México, Rusia, Reino Unido, Sudáfrica y Turquía

Figura 2. citaciones promedio de los documentos de Colombia publicados en WoS- Scielo y Scopus, 2011-2020



Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

De acuerdo con los datos de la plataforma Scimago, los académicos de Colombia publicaron en Scopus 14.776 documentos, de los cuales 13.916 se categorizaron como "documentos citables"[5] durante el año 2019. Estos documentos han obtenido al mes de agosto de 2022, un total de 83.195 citas, de las cuales el 18% (14.934) fueron auto citas. Esto arroja un valor promedio de 5.63 citaciones de documentos de Colombia publicados durante 2019 en Scopus[6].

[5] Los documentos citables incluyen exclusivamente artículos de investigación, conferencias y reviews.
[6] Disponible en https://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2019

Las cifras de Scimago reflejan que los académicos de Colombia publicaron durante el año 2020 en Scopus 16.439 documentos de los cuales 15.379 se categorizaron como "documentos citables". Estos documentos han obtenido al mes de agosto de 2022, un total de 58.524 citas de las cuales el 17.8% (10.413) fueron auto citas.[7] Esto arroja un valor promedio de 3.54 citaciones de documentos de Colombia publicados durante 2020 en Scopus[8].

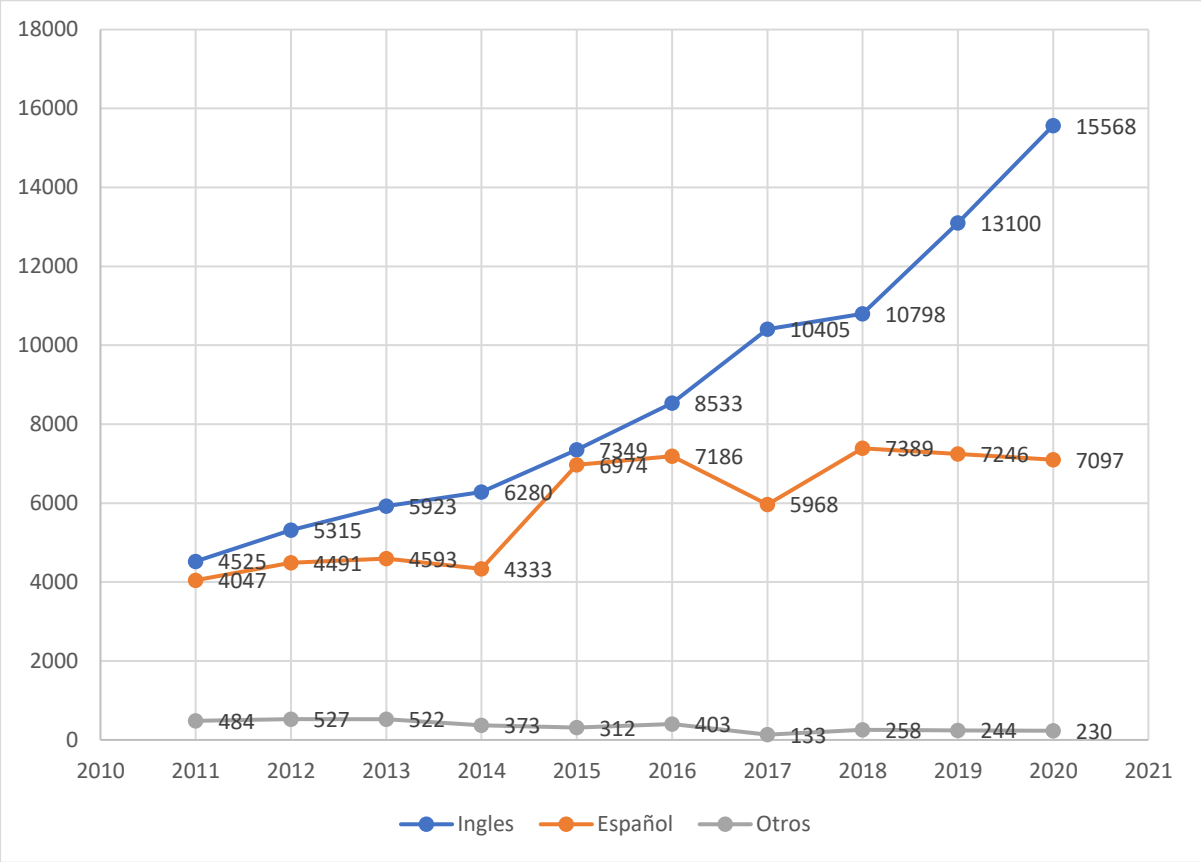
Debido a que, a mayor tiempo de publicación, mayor probabilidad de ser citado, las cifras de citaciones promedio de documentos de los periodos 2019 y 2020 no son comparables a la fecha de 2022. Debido a que la madurez o tope de las citaciones de un documento se alcanza en un periodo que oscila entre 20 y 25 años, dependiendo del área de conocimiento, estas cifras pueden ser referente para evaluar cambios de políticas en periodos superiores a 20 años.

Como consecuencia, al comparar las cifras de la serie de citaciones promedio producidas en el informe del año 2021 y el presente informe (2022), durante los últimos cinco años se evidencian porcentajes de variación interanuales positivos del indicador promedio de citas así: 2019 (94%), 2018 (30%), 2017 (16%) y 2016 (13%). Para los años anteriores, el promedio anual de variación estimado es de 11%. Estos promedios de variación son similares entre las bases de datos analizadas (WoS, Scielo y Scopus).

El indicador del promedio de citaciones de los documentos permite comprender cómo evoluciona la visibilidad de la producción bibliográfica de un dominio de conocimiento o un territorio. Esta visibilidad ante la comunidad científica mundial está mediada por atributos como el idioma de la publicación. El idioma dominante en la comunicación científica es el inglés. La figura 3, muestra la evolución de la serie del número de documentos publicados por año en tres categorías: inglés, español y otros idiomas.

[7] Disponible en https://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2019
[8] Disponible en https://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2019

Figura 3. Tendencias del número de documentos de acuerdo con el idioma de publicación



Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

Los dos idiomas predominantes dentro de la producción en ciencia de Colombia son el español y el inglés. La categoría "otros idiomas" presenta porcentajes cercanos al 1% en el periodo 2009-2020. De acuerdo con la serie de la figura 3 se identifican fluctuaciones en las proporciones de los idiomas de los documentos. Hasta el año 2009, el número de documentos en idioma español (3.682) superaba al de inglés (3.029). Durante el periodo 2010-2015 los valores oscilaron y alcanzaron una cuasi paridad en dos periodos: 2010 y 2015. A partir del año 2016, se observa un aumento significativo en la tendencia del número de documentos publicados en inglés.

Entre los años 2015 y 2020 el número de documentos publicados en inglés se duplicó al pasar desde 7.439 hasta 15.568. Durante el año 2020, el 68% de los documentos producidos por los académicos de Colombia, se publicó en idioma inglés. Como

complemento, el 31% se publicó en español y el 1% en otros idiomas. Este cambio de patrón se explica en parte por el cambio en el modelo de medición del desempeño de los grupos e investigadores. Este cambio privilegió las publicaciones en los SIRes WoS Clarivate y Scopus, dentro de los cuales aproximadamente el 91% de las revistas publican artículos exclusivamente en inglés.

> Durante el año 2020, el 68% de los documentos producidos por los académicos de Colombia, se publicó en idioma inglés. Como complemento, el 31% se publicó en español y el 1% en otros idiomas.

Una vez presentadas las características del comportamiento del indicador de citaciones promedio, a continuación, se evalúan los patrones de colaboración a partir de la estimación de los porcentajes de coautoría nacional e internacional dentro de los listados de autores de los documentos.

Coautoría nacional e internacional

La colaboración internacional se ha posicionado como el sello distintivo de la producción científica contemporánea (Gazni et al., 2012). Desde la década de los 90, la coautoría científica entre países ha venido siendo determinada por la motivación individual de los científicos en procurar una mayor visibilidad para su trabajo. Esto los ha llevado a incrementar la colaboración con redes científicas de mayor dimensión (Lemarchand, 2015).

A nivel global, la mayoría de los países demuestran un alto nivel de colaboración científica internacional. Esta tendencia se ha vuelto aún más pronunciada. Por ejemplo, al menos el 66% de las publicaciones de científicos de Australia, Nueva Zelanda y Singapur se produjeron en coautoría internacional durante 2019. Esto equivale al doble de la media (33%) para los miembros de la OCDE)(UNESCO, 2022).En el periodo 2008-2014 el promedio del porcentaje de coautoría internacional en el G-20, fue de 24.6%.

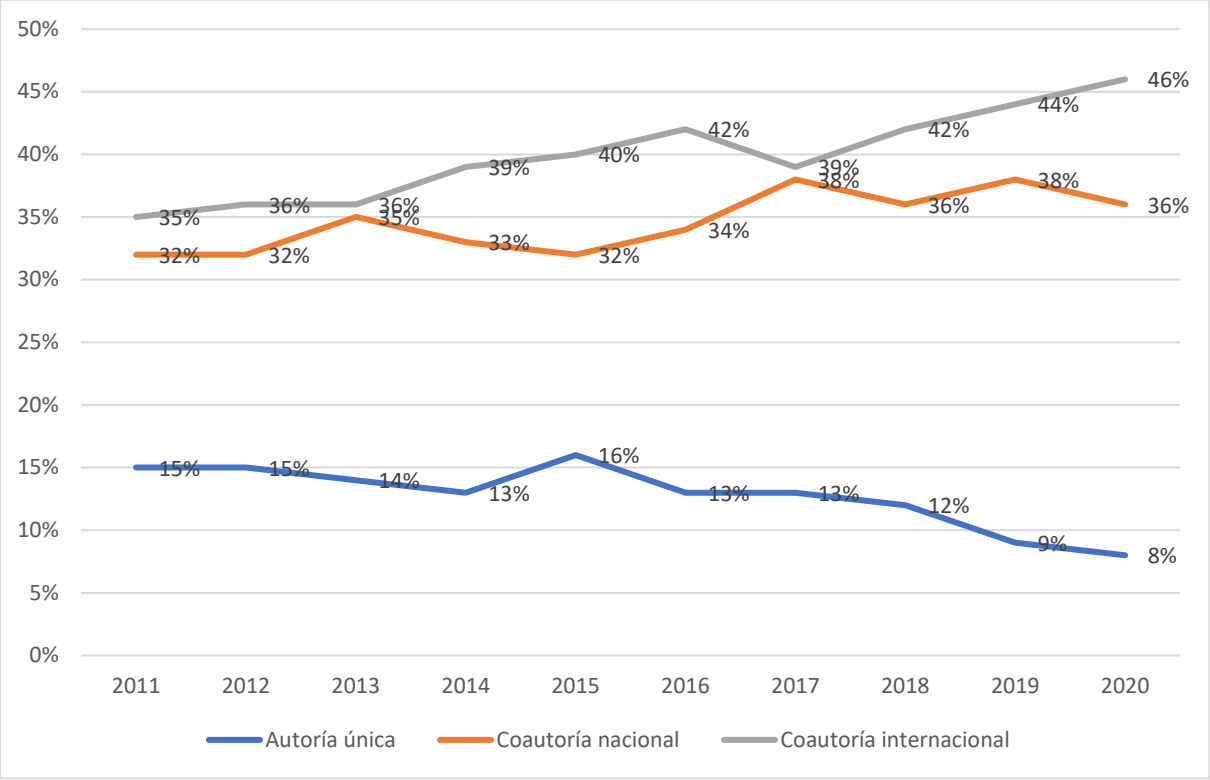
El índice de colaboración es aceptado como un estimador del desempeño de las funciones de difusión y uso de conocimiento en un sistema de ciencia. Para la

generación de estas series, el cálculo de la colaboración internacional de la producción en ciencia de Colombia, se ejecutó mediante "la verificación de la existencia de por lo menos un coautor que reporta afiliación institucional a una organización localizada fuera de Colombia" dentro de los listados de autores de los documentos analizados (OCyT, 2020).

El cálculo del número de documentos publicados bajo colaboración nacional, se ejecutó mediante "la verificación dentro de los listados de autores, de que todas las organizaciones a las que se encuentran afiliados los autores, reportan estar localizadas en Colombia" (OCyT, 2020). Las autorías únicas se calculan mediante el conteo de los documentos que presentan un único autor dentro del listado de colaboradores.

La figura 4, muestra la variación de los porcentajes de tres series relacionadas con la coautoría: autoría única y coautoría nacional e internacional en Colombia.

Figura 4. Patrones de variación de los porcentajes de coautoría en Colombia, 2011-2020



Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

El porcentaje anual de autorías únicas en la producción en ciencia de Colombia disminuyó desde 15% hasta 8% entre los años 2011 y 2020.

El porcentaje de autoría única llegó a su nivel más bajo durante 2020 cuando alcanzó el 8% del total nacional

Los valores de las series de datos de los dos tipos de coautoría: nacional e internacional, muestran los siguientes patrones: i) la coautoría nacional disminuyó desde 42% hasta 36% entre 2016 -2020 y ii) la coautoría internacional aumentó desde 33% hasta 46% entre 2016 -2020. A partir de estos datos se identifica que, durante el año 2020, cuarenta y seis de cada 100 documentos de la producción bibliográfica de Colombia, se publicaron en coautoría internacional.

Durante el año 2020, 46 de cada 100 documentos de la producción científica colombiana se publicó en colaboración con otros países. Los principales países colaboradores de Colombia son: Estados Unidos, España, Brasil, México y Reino Unido.

Dentro de las leyes generales de la bibliometría, el índice de colaboración es una variable que permite explicar en parte los patrones crecientes de la producción en ciencia de un país o un dominio de conocimiento. Al respecto Robert Merton afirma que: "A mayor número de autores o colaboradores, mayor producción de conocimiento" (Merton, 1968). En ese orden de ideas, es razonable argumentar que un porcentaje del crecimiento de la producción de Colombia entre los años 2009 y 2020, puede ser explicado por el aumento de las colaboraciones internacionales y por la disminución de los porcentajes de autorías únicas y colaboraciones nacionales.

A continuación, se presenta un complemento del análisis de coautoría. Este consiste en un examen de segundo nivel del número de países existentes dentro de las redes de colaboración de la producción en ciencia de Colombia.

Colaboración Internacional de países dentro de la producción en ciencia de Colombia

Como un complemento a la presentación de las series de coautoría nacional e internacional, se resume en el presente apartado, los resultados del "Estudio de colaboración científica de Colombia: nivel macro (países) 2009-2019"(OCyT, 2022). Este estudio analiza el panorama de la interacción de los autores afiliados a organizaciones localizadas en Colombia, con autores afiliados a organizaciones localizadas en el exterior.

Entre los años 2009-2014, el principal colaborador académico científico de los países de América Latina y el Caribe salvo Cuba, fue Estados Unidos (Lemarchand, 2015). En el periodo 2015-2019, España y Estados Unidos fueron los socios clave para todos los países de Latinoamérica, pero también existió una considerable colaboración dentro de la región. Por ejemplo, Brasil es el socio principal para 13 países, México para 10 y Colombia para 4 países. Se evidencia que los países más grandes tienden a ser coautores de más publicaciones con Estados Unidos y Europa (UNESCO, 2022).

La tabla 1, muestra las cifras del número de países identificados dentro de las redes de colaboración de la producción en ciencia de Colombia entre los años 2011 y 2019. Estas cifras muestran una tendencia creciente en el total de países que conforman la red de colaboración de Colombia. Esta cifra ha aumentado desde 109 países en el año 2009 hasta 152 países en el año 2019.

Tabla 1. Número de países dentro de las redes de colaboración en producción en ciencia de Colombia

Año	# de países
2011	116
2012	122
2013	118
2014	102
2015	118
2016	132
2017	145
2018	152
2019	152

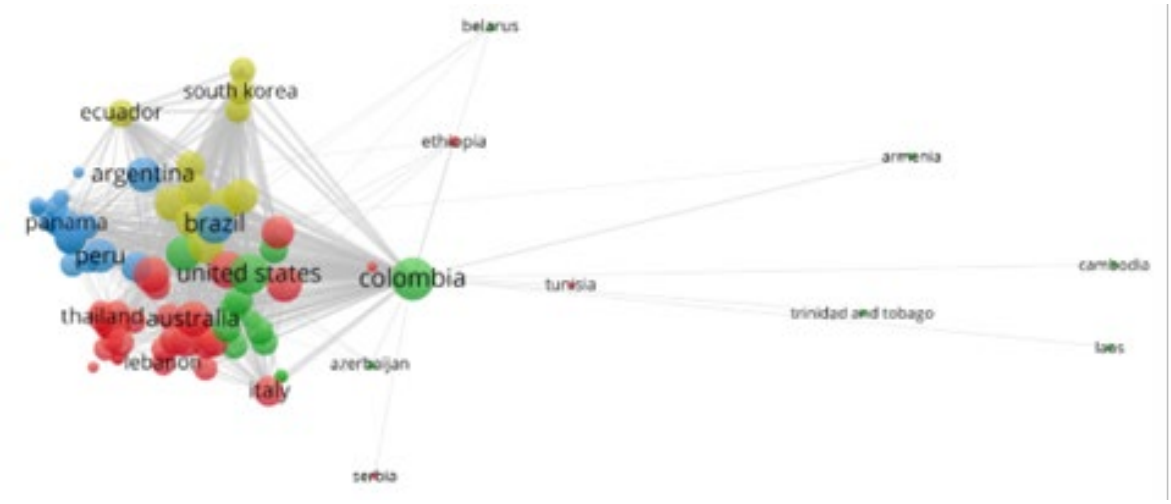
Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

Con el fin de obtener una mirada global de la colaboración entre países en la producción en ciencia de Colombia, se utiliza el modelo de red. En las figuras 5 (año 2009) y 6 (año 2019) se presentan las redes de colaboración de países compuestas por dos elementos: ítems (nodos) y vínculos. Un ítem representa un país y un vínculo representa la existencia de lazos de colaboración académica.

En el mapa de red de la figura 5, se identificaron 109 países y 1.404 vínculos de colaboración científica entre los países. Esta cantidad de vínculos refleja una intensidad promedio colaboración de catorce (14) vínculos entre países. Este mapa de red fue generado con VOSviewer y en la parte inferior se describen los parámetros utilizados para desplegar la visualización. Estos 109 países de la figura 5 se encuentran distribuidos en cuatro (4) grupos o clústeres diferenciados por colores. Estos grupos de nodos (países) son construidos de forma automática por el método CPM del algoritmo de VOSviewer. La asignación de los colores de los nodos, se ejecuta en función de la similitud entre países estimada por medio del conteo del número de vínculos de colaboración para publicación de documentos.

Los principales colaboradores de Colombia (Estados Unidos y países europeos) se localizan en el clúster de color verde. En el clúster azul, se localizan principalmente países de Latinoamérica. En los clústeres amarillo y rojo, se identifican países de diferentes continentes como Europa y Asia.

Figura 5. Red de colaboración de países en la producción bibliográfica de Colombia: 2009



Items: 109	Clusters: 4	Links:1404	Atraction:2
Resolution:0.9	Min. Clus. Size: 7		Repulsion:0

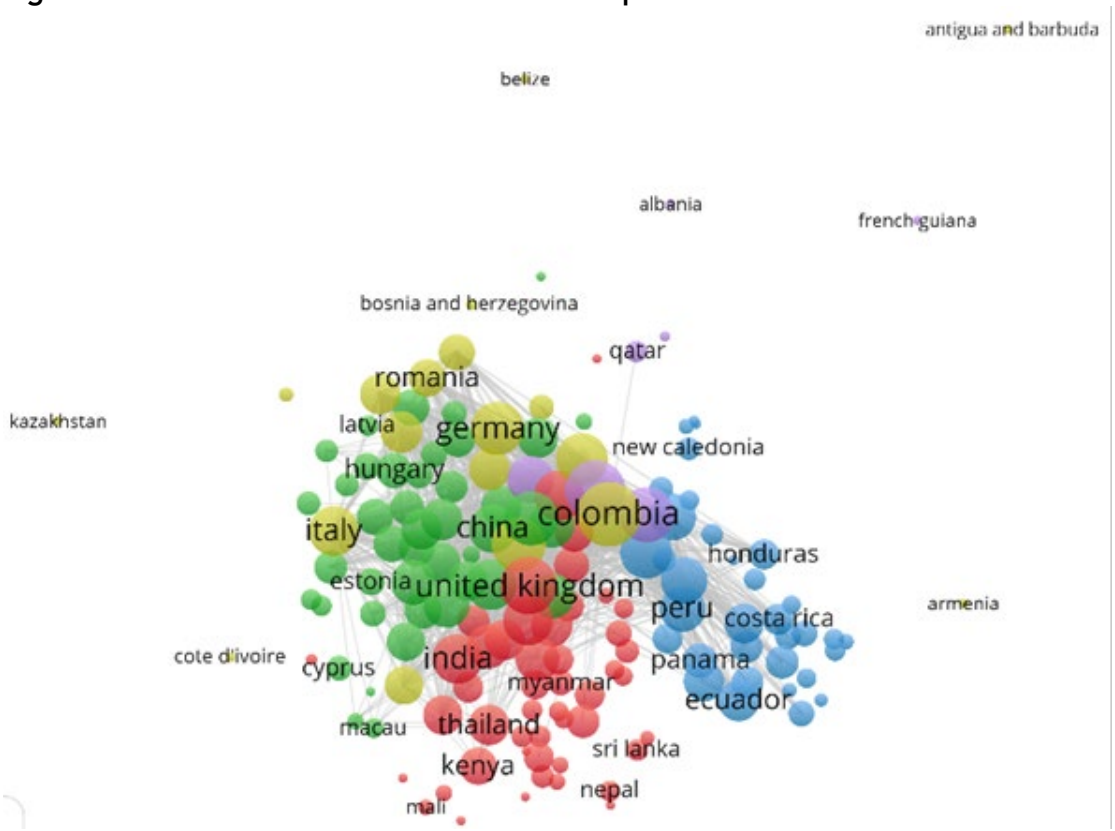
Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus usando VOSviewer

En contraste, dentro de la figura 6 que representa la red de colaboración de países del año 2019, se identificaron 159 países y 3.407 vínculos de colaboración. Estos valores reflejan una intensidad o valor promedio de veintitrés (23) vínculos de colaboración. Estos países de la figura 6, se encuentran distribuidos en cinco grupos o clústeres diferenciados por colores. En este periodo, los principales colaboradores de Colombia (Estados Unidos y países europeos) se localizan en el clúster de color amarillo. En el clúster azul, se localizan principalmente países de Latinoamérica y en el rojo países asiáticos.

A partir de estos resultados anteriormente expuestos, resalta el crecimiento de la cantidad de países dentro de las redes de colaboración científica de Colombia. En adición, se evidencia una diversificación de las redes de colaboración de países de la producción científica de Colombia. A pesar de esta diversificación, se muestra una intensificación del número promedio de lazos entre países. Estos hallazgos son consistentes con los patrones de aumento de la colaboración internacional de Colombia.

El 35 % de los países que pertenecen a la red de colaboración científica de Colombia, se localizan en América. Como complemento, el 50% de los países de la red pertenecen a Europa y el 15% restante se distribuye entre Asia y Oceanía

Figura 6. Red de colaboración internacional en producción en ciencia de Colombia 2019



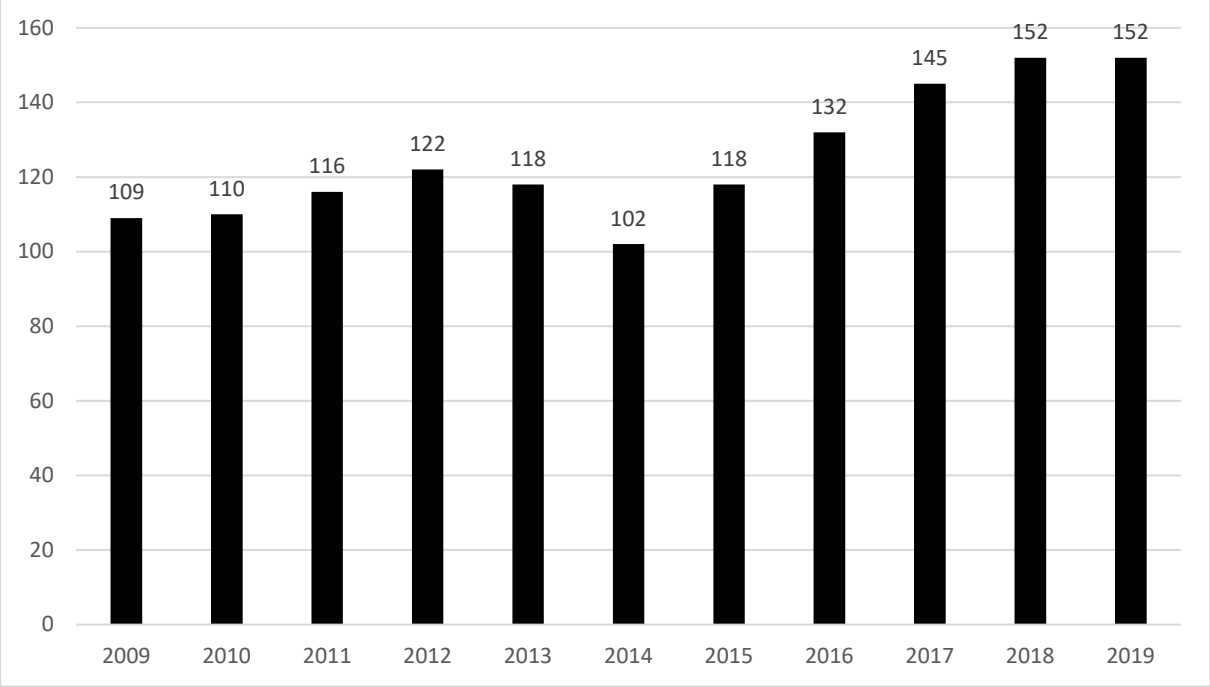
Items: 159	Clusters: 5	Links: 3407	Atraction:2
Resolution:0.9	Min. Clus. Size: 7		Repulsion:0

Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus usando VOSviewer

El comportamiento creciente del número de países de la red de colaboración científica de Colombia muestra un "punto de inflexión" durante el año 2014 donde presentó una disminución del 13%. Este fenómeno puede explicarse en parte por los cambios en el modelo de evaluación de grupos e investigadores implementado en el año 2013. A

partir de 2015 el crecimiento del volumen de la producción bibliográfica de Colombia y del número de países dentro de la red ha sido constante (ver figura 7)

Figura 7. Número de países dentro de las redes de colaboración de Colombia



Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

Con el fin de identificar los países con mayor intensidad de colaboración dentro de las redes de académicos de Colombia, la tabla 2 muestra los nombres del top 20 de países con mayor número de documentos en el periodo 2017-2019.

Tabla 2. Colaboración internacional de Colombia a nivel macro: países

2017	Documentos	2018	Documentos	2019	Documentos
Estados Unidos	1942	Estados Unidos	1980	Estados Unidos	2208
España	1074	España	901	España	1180
Brasil	756	Brasil	589	Brasil	868
México	550	México	452	México	631
Reino Unido	570	Reino Unido	399	Reino Unido	611

2017	Documentos	2018	Documentos	2019	Documentos
Francia	455	Francia	352	Chile	459
Alemania	421	Alemania	328	Francia	433
Chile	405	Chile	327	Alemania	402
Italia	362	Italia	266	Argentina	332
Argentina	316	Argentina	255	Italia	318
Países Bajos	314	Venezuela	215	Canadá	281
Canadá	295	Canadá	208	Australia	268
Australia	266	Países Bajos	196	Países Bajos	263
Suiza	240	Australia	187	Venezuela	239
China	194	Suiza	167	Ecuador	219
Ecuador	189	Ecuador	158	Perú	203
Venezuela	166	China	146	China	176
Portugal	139	India	109	Suiza	167
Polonia	137	Perú	112	Portugal	146
Perú	134	Bélgica	106	Bélgica	134

Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

Se evidencia una variación significativa en la participación de países europeos. Bélgica y Portugal ingresan durante el periodo 2017-2019 al grupo de países con mayor colaboración, desplazando a la India. Perú y Ecuador se consolidaron en el top 20 de países con mayor colaboración. A nivel general, se identifica la necesidad fortalecer las redes de investigación e impulsar aún más la coautoría entre países de América Latina, pues predominan los vínculos con países europeos y anglosajones.

A continuación, se muestra el conjunto de los países con los que se evidenció menor frecuencia e intensidad de colaboración científica dentro de las redes de producción bibliográfica de Colombia. Para este efecto se resume en la tabla 3, los países con menor número de documentos publicados con Colombia entre 2016-2019. Dentro de este conjunto se encuentran países de diversos continentes como: Suramérica (Suriname), Oceanía (Samoa), Asia (Brunei Darussalam), África (Burundi) y Europa (Slovakia) .

Tabla 3. Top 20 de países con menor frecuencia de documentos en colaboración

2019	#	2018	#	2017	#	2016	#
Togo	2	Brunei darussalam	1	Samoa	2	Qatar	2
Uzbekistan	2	Burundi	1	Slovakia	2	Surinam	2
Zambia	2	Islas Cook	1	Islas Solomon	2	Andorra	1
Albania	1	Dominica	1	Bahamas	1	Bahamas	1
Angola	1	Guyana Francesa	1	Benin	1	Barbados	1
Azerbaijan	1	Gabon	1	Cabo Verde	1	Benin	1
Brunei darussalam	1	Gambia	1	Islas Caiman	1	Brunei darussalam	1
Burkina faso	1	Guadalupe	1	Islas Cook	1	Islas Falk	1
Islas Caiman	1	Guinea	1	Guyana Francesa	1	Gambia	1
Dominica	1	Italia	1	Polinesia Francesa	1	Kazakhstan	1
Guinea-bissau	1	Kazakhstan	1	Gabon	1	Latvia	1
Kitts and nevis	1	Kyrgyzstan	1	Guyana	1	Madagascar	1
Kyrgyzstan	1	Latvia	1	Haití	1	Malta	1
Laos	1	Martinica	1	Libia	1	Mónaco	1
Mali	1	Islas Mauricio	1	Madagascar	1	Macedonia del norte	1
Namibia	1	Macedonia del norte	1	Mauritius	1	Oman	1
Nueva Caledonia	1	Papua nueva guinea	1	Mónaco	1	Papua nueva guinea	1
Nigeria	1	Rwanda	1	Nueva Caledonia	1	Senegal	1
Macedonia del norte	1	Samoa	1	Sudan	1	Sudan	1
Papua nueva guinea	1	Sudán	1	Siria	1	Siria	1
San marino	1	Togo	1	Islas Vírgenes	1	Estado Vaticano	1
Tajikistan	1	Ucrania	1	Zambia	1	Zambia	1

Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

En el siguiente apartado, se estudia la distribución de las temáticas de la producción bibliográfica de Colombia a partir de la clasificación de la OCDE

Áreas de conocimiento OCDE

En el año 2013 Colombia comenzó un proceso de adhesión a la OCDE el cual culminó exitosamente en el 2018, con una invitación formal a pertenecer a esta organización con más de 60 años de historia. El objeto de la OCDE es promover políticas que favorezcan la prosperidad, la igualdad, las oportunidades y el bienestar para todas las personas. Dentro de sus propuestas ha planteado los Campos de Investigación y Desarrollo (FORD, por sus siglas en inglés, Fields of Research and Development), los cuales se usan como insumo para este apartado.

La tabla 4 muestra los nombres de las seis grandes áreas específicas y el área general denominada multidisciplinarias. En adición, se incluye el número de áreas de segundo nivel que componen cada gran área de conocimiento.

Tabla 4. Áreas de conocimiento FORD-OCDE

Gran Área de conocimiento OCDE	Número de áreas de segundo nivel
Ciencias naturales y exactas	33
Ingeniería y Tecnología	16
Ciencias médicas y de la salud	49
Ciencias agrícolas	8
Ciencias Sociales	19
Humanidades	14
Multidisciplinarias	6

Fuente:OCDE[9]

A partir de las áreas de segundo nivel del estándar FORD, se realiza una homologación con las áreas de investigación usadas por WoS Clarivate y Scopus con el fin de estimar los porcentajes y la distribución total por áreas de conocimiento dentro de la producción bibliográfica de Colombia.

[9] Disponible en: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PERS_FORD

Un área de conocimiento es una agrupación de disciplinas o estudios que se hace teniendo en consideración lo relacionados que están. Se puede valorar a la hora de hacer la clasificación, las partes comunes que estudian, la finalidad o la aplicación en el mundo real. Por ejemplo, un ingeniero informático será más afín a un ingeniero en telecomunicaciones que a un filólogo. Por lo tanto, dentro de las áreas del saber, ambas carreras estarán agrupadas juntas.

De acuerdo con cifras de la UNESCO, entre los años 2008 y 2014 los tópicos del área de conocimiento de ciencias médicas dominaron la producción en ciencia de América Latina y el Caribe. Sin embargo, en Colombia las áreas predominantes es ese periodo eran Ciencias Naturales y Exactas con un 22% seguida de Ciencias Médicas con el 17% (Lemarchand, 2015). En el periodo reciente 2017-2019, se muestra de nuevo el área de Ciencias Médicas como predominante en Latinoamérica. En Colombia en este periodo, se presentó una reorganización de la producción hacia las áreas de conocimiento de ciencias médicas las cuales alcanzaron el 28.73% (casi el doble de participación del periodo 2008-2014) (UNESCO, 2022).

Todas las previsiones latinoamericanas asociadas con la pandemia del SarsCov2, proyectaron que se agravarían los niveles de pobreza y desigualdad. Sin embargo, la pandemia también supuso una oportunidad para que la región viera la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, CTeI, bajo una luz más positiva.

Desde el brote del virus del SarsCov2, los gobiernos de todo el mundo han recurrido a la ciencia en busca de soluciones. A nivel global, los objetivos y tópicos de investigación en temas de ciencia tienden a alinearse con la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Por ejemplo, el programa Colombia Bio busca incorporar el uso sostenible de la biodiversidad a nivel institucional.

Los objetivos de desarrollo sostenible, ODS, son un referente muy utilizado para comprender la orientación temática de los sistemas de ciencia. Durante el año 2021, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, realizó el lanzamiento del "Atlas del Conocimiento"[10]. Esta plataforma abierta, fue construida a partir de los registros de documentos publicados por autores colombianos compilados por el sistema de Microsoft Research. Dentro de esta plataforma, se puede consultar la distribución de

[10] Disponible en: https://atlasdelconocimiento.ocyt.org.co/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

la producción en ciencia de Colombia, teniendo como base los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS. De acuerdo con los datos del Atlas del Conocimiento, tres ODS concentran el 80% de la producción de Colombia: i) "3. Buena salud y bienestar" (32%), ii) "16. Paz, justicia e instituciones fuertes" (20%) e iii) "9. Industria, innovación e infraestructura" (19%). Este tipo de referentes como los ODS posibilitan el contraste de los hallazgos a partir de la clasificación de la OCDE.

La tabla 5, muestra la distribución porcentual de las temáticas de la producción en ciencia de Colombia de acuerdo con el estándar FORD. Con base en la información de la tabla 5, se identifica que la concentración en las temáticas de Ciencias Médicas y de la Salud dentro de la producción científica de Colombia, alcanzó un porcentaje del 28.73% del total nacional de la producción bibliográfica. Este es el máximo valor alcanzado dentro de esta serie histórica. Esta cifra es similar al porcentaje de la producción en Ciencias Médicas identificado dentro del Atlas del conocimiento del OCyT (29.35%).

Esta concentración puede estar directamente relacionada con la crisis de salud pública mundial del año 2020, asociada con el estudio de las mutaciones del virus Sars Cov2. Esta crisis promovió el estudio conjunto y publicación de resultados alrededor de tópicos como el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad del Covid 19, entre otros temas.

Tabla 5. Distribución por áreas FORD de la producción en ciencia de Colombia (%)

Área OCDE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ciencias naturales y exactas	28,24 %	28,40 %	28,10 %	27,70 %	28,36 %	27,69 %	27,59 %	26,41 %	24,39 %	22,59 %
Ingeniería y tecnología	27,65 %	26,43 %	26,25 %	26,16 %	25,47 %	25,27 %	24,12 %	25,21 %	23,00 %	22,12 %
Ciencias médicas y de la salud	17,92 %	19,11 %	18,60 %	18,62 %	18,90 %	18,55 %	18,44 %	22,52 %	25,85 %	28,73 %
Ciencias agrícolas	6,81 %	5,87 %	5,65 %	5,67 %	5,94 %	5,19 %	4,72 %	4,10 %	3,71 %	4,72 %
Ciencias sociales	7,85 %	8,27 %	8,52 %	9,26 %	9,52 %	10,54 %	11,44 %	10,45 %	10,44 %	9,87 %
Humanidades	9,89 %	10,85 %	11,54 %	11,40 %	10,61 %	11,48 %	11,54 %	10,23 %	11,46 %	10,54 %

Área OCDE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ciencias multidisciplinarias[11]	1,43 %	0,91 %	1,14 %	0,95 %	1,05 %	0,95 %	0,78 %	0,69 %	0,78 %	0,96 %
Sin Clasificar	0,20 %	0,17 %	0,19 %	0,24 %	0,15 %	0,35 %	0,38 %	0,39 %	0,38 %	0,47 %

Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

Se evidencia también que los tópicos dentro del área de Ciencias Agrícolas tuvieron un aumento significativo dentro de la proporción de la producción bibliográfica total de Colombia (Ciencias Agrícolas pasó de una participación del 3.71% hasta 4.72% de la producción total). Esta variación, cambia la tendencia decreciente que se venía consolidando en los últimos cinco años.

Conclusiones

El presente capítulo caracteriza el estado del sistema de ciencia de Colombia en el -periodo 2011-2020 a través de indicadores bibliométricos. Se identifican tendencias alrededor de los valores de los indicadores como: número de documentos y artículos, número de citaciones promedio de documentos científicos, Coautoría nacional e internacional y distribución de las áreas de conocimiento de acuerdo con el estándar FORD de la OCDE. Para realizar estas estimaciones se utilizaron tres fuentes: WoS Clarivate, Scielo y Scopus.

Respecto a la serie del indicador de resultado de producción bibliográfica medida en el número de documentos y artículos publicados, el país mantiene un patrón creciente. Esta tendencia muestra el mismo sentido que la producción bibliográfica a nivel global y a nivel de Latinoamérica. Si bien el volumen de producción bibliográfica de Colombia hasta el año 2014 se destacó dentro de los países de Latinoamérica por su alta tasa de crecimiento, entre los años de 2015 y 2020, esta tasa de crecimiento disminuyó. Esta disminución puede asociarse con la baja eficacia gubernamental en la aplicación de

[11] NOTA: Ciencias multidisciplinarias no constituye un área OCDE. Aquí se clasifican los documentos que no siguen una orientación específica categorizada.

políticas públicas de CTeI. Si bien dentro del periodo 2019-2022, se generó una expectativa positiva con la creación del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia, a la fecha no ha sido posible evidenciar una incidencia significativa en el desempeño del sistema. Para realizar esta evaluación, se requiere un periodo de tiempo adecuado (cuatro años o más). Colombia superó, por primera vez en 2019, los 20.000 documentos científicos publicados en un año y durante 2020 los académicos colombianos publicaron 22.587 documentos.

Dentro de la serie del indicador de número de citaciones promedio de documentos científicos se mantiene una tendencia decreciente negativa. En Latinoamérica, los países con menor número de publicaciones obtienen valores promedio de citaciones mayores que los países que lideran la producción científica de la región como Brasil, Chile Argentina y Colombia.

El análisis de los patrones de colaboración, muestran la continuidad de una tendencia creciente en coautoría internacional. Esta tendencia se vio potenciada durante el año 2020 por la producción en ciencias médicas y de la salud, dentro del tópico de Covid 19. En Colombia, 46 de cada 100 documentos de la producción científica del año 2020 se publicaron en colaboración con otros países. Los principales países colaboradores de Colombia son: Estados Unidos, España, Brasil, México y Reino Unido.

Dentro del análisis de colaboración internacional entre 2009-2019, se identificó un comportamiento creciente en la serie del número de países presentes dentro de las redes de colaboración. El número de países aumentó desde 109 en 2009 hasta 152 en 2019. En adición el promedio de vínculos colaboración internacional en la producción en ciencia de Colombia entre 2009 y 2019, aumentó desde 14 hasta 23 lazos por país.

En oposición, el porcentaje de coautoría única y coautorías nacionales mantiene una tendencia decreciente entre los años 2011 a 2020. El porcentaje de autoría única llegó a su nivel más bajo durante 2020 cuando alcanzó el 8%. Esto se explica parcialmente por la disminución del número de revistas indexadas dentro del sistema de homologación del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, Publindex. En el año 2014 existían más de 500 revistas indexadas y en la actualidad esta cifra no alcanza las 300.

El aumento del número de investigadores y de los porcentajes de colaboración dentro de la producción en ciencia de Colombia, permiten explicar parciamente los niveles de crecimiento de la producción bibliográfica de Colombia.

La concentración de los tópicos de investigación de Colombia dentro del área de conocimiento de ciencias médicas y de la salud llegó su máximo nivel histórico. Esta concentración alcanzó el 28.73% de la distribución total de las áreas de conocimiento de la producción científica de Colombia. Este porcentaje es similar al que mostraron países como Venezuela, Brasil y Uruguay. El promedio Latinoamericano de concentración de la investigación en Ciencias médicas y de la salud alcanzó el 42% en 2019.

A pesar de los bajos valores de la tasa de investigadores por millón de habitantes de Colombia, se generaron volúmenes representativos y crecientes de documentos científicos. Esto puede explicarse en parte por los incentivos actuales para la producción científica, especialmente por parte de las instituciones de educación superior públicas.

Se requiere profundizar en los esfuerzos para superar las brechas de género en la producción en ciencia de Colombia. En promedio, solo uno de cada tres de los autores listados en los documentos científicos en Colombia, son mujeres. Estos esfuerzos podrían concentrarse en áreas de conocimiento como Ingeniería y Tecnología y Ciencias Naturales donde los niveles de participación de las mujeres son más bajos.

Descargue aquí los indicadores del capítulo

https://ocyt.org.co/wp-content/uploads/2022/12/Indicadores-Bibliometria.xlsx

Referencias

Bordieu, P. (1975). *Sociology of science*.

Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmen, M., & Rickne, A. (2002). *Innovation systems: Analytical and methodological issues*. *31*(2), 233–245.

Gazni, A., Sugimoto, C. R., & Didegah, F. (2012). Mapping world scientific collaboration: Authors, institutions, and countries. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *63*(2), 323–335. https://doi.org/10.1002/asi.21688

Lemarchand, G. A. (2015). *Informe de la UNESCO sobre la ciencia -America Latina*. https://en.unesco.org/sites/default/files/usr15_latin_america_es.pdf

Macaluso, B., Larivière, V., Sugimoto, T., & Sugimoto, C. R. (2016). Is science built on the shoulders of women' A study of gender differences in contributorship. *Academic Medicine*, *91*(8), 1136–1142. https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000001261

Merton, R. K. (1968). The Matthew effect in science: The reward and communication systems of science are considered. *Science*, *159*(3810), 56–63.

OCyT, O. C. de C. y T. (2020). Informe de Producción en ciencia de Colombia 2009-2018. https://ocyt.org.co/

OCyT, O. C. de C. y T. (2022). Estudio de colaboración científica de Colombia: nivel macro (países) 2009-2019.

Oppi, C., Cavicchi, C., & Vagnoni, E. (2021). The journey to gender-responsive budgeting: Lessons learned from higher education. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(4), 1–23. https://doi.org/10.3390/su13042019

Price, D. J. D. S. (1963). *Litle science, Big Science* (W. S. C. U. P. New York Chichester (ed.)). https://doi.org/https://doi.org/10.7312/pric91844

Pritchard, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics? *Journal of Documentation*, *25*(4), 348–349.

Siler, K., Vincent-Lamarre, P., Sugimoto, C. R., & Larivière, V. (2022). Cumulative advantage and citation performance of repeat authors in scholarly journals. *PLoS ONE*, *17* (4 April). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265831

UNESCO. (2022). *State of science*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377433/PDF/377433eng.pdf.multi

Vargas-Quesada, B., & de Moya Aragón, F. (2007). *Visualizing the structure of science* (Springer (ed.)

Nota metodológica

Las cifras, gráficas e indicadores bibliométricos aquí presentados se construyen a partir de la identificación y extracción de los registros electrónicos de documentos publicados en revistas científicas indexadas en las bases de datos WoS Clarivate, Scopus de Elsevier y Scielo, y cuyos autores tienen afiliación institucional con organizaciones localizadas en Colombia.

La metodología de construcción de los indicadores bibliométricos y análisis de este apartado se genera a partir del proceso de tratamiento de datos dividido en cinco fases: i) extracción y depuración de registros, ii) categorización y unión de registros basada en coautoría, iii) homologación de registros por área de conocimiento, iv) homologación de registros por afiliación institucional y v) consolidación, visualización y análisis.

Esta metodología es implementada por medio de un código ejecutado dentro la herramienta software R, que crea la estructura de datos para los análisis bibliométricos. El diseño de este algoritmo permite la identificación de productos únicos presentes en diversas bases de datos con el fin de observar el universo de productos de investigación de forma integral. Los resultados de la implementación de la metodología revelan las dinámicas y la evolución de los volúmenes, las áreas o dominios de conocimiento y los vínculos de coautoría en la producción bibliográfica de Colombia. La operación estadística implementada estima los cambios en los patrones bibliométricos a través de análisis de coocurrencia.

Para el caso de los análisis de coautoría, se implementó la división de los productos registrados en cada una de las bases de datos en tres categorías: coautoría internacional, coautoría nacional y autoría única. Los documentos publicados en colaboración con al menos dos autores y para los cuales la afiliación institucional de uno de los autores corresponde a países diferentes a Colombia fueron categorizados durante el proceso como documentos de coautoría internacional. Los documentos que se publicaron en colaboración con al menos dos autores colombianos fueron categorizados como documentos de coautoría nacional. Los documentos publicados por un solo autor fueron categorizados como documentos de autoría única.

NOTA DE CONSISTENCIA DE RESULTADOS Y LIMITACIONES DE LA INFORMACIÓN

Producción Bibliográfica en Ciencias del Informe de Indicadores de ciencia y tecnología Colombia 2020

A partir del examen de la serie de Producción bibliográfica total de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Scopus y WoS, 2011 – 2020, del Análisis de la Producción bibliográfica del sistema de ciencia de Colombia 2011-2020 se identifica consistencia en los resultados estimados. Esta consistencia se evidencia en las cifras de crecimiento anual (11.8%) que validan la tendencia creciente en el volumen de producción en ciencia de Colombia. En adición, este carácter positivo y creciente es consistente con las cifras globales de crecimiento de la producción en ciencia en el periodo 2020 (41.3%).

Al comparar las series de los resultados del volumen de productos totales dentro Scopus y Web of Science durante los años 2019 y 2020, se muestran diferencias en las cifras de los dos periodos que se resumen en el cuadro 1.

Tabla 1. Resumen de diferencias en cifras de Producción total del año 2018 dentro de los informes de 2019 vs 2020

Producción total Informe Indicadores 2019	Informe Indicadores 2020	Diferencia
20.593 documentos	20.590 documentos	3 documentos

Las causas identificadas que explican estas variaciones en la consistencia de los datos son:

Las variaciones en el número de revistas indexadas en las bases de datos WoS Clarivate y Scopus. La eliminación de revistas en el periodo 2019 trae de manera implícita, una menor probabilidad de publicación de artículos dentro de estos dos sistemas.

El procesamiento ejecutado dentro de la homologación de registros únicos generó como resultado la caracterización de un grupo de 5421 registros que se encuentran repetidos dos, tres o hasta cuatro veces dentro del lago de datos del OCyT. Estas coincidencias fueron identificadas a partir de dos metadatos de los registros electrónicos de los documentos: títulos y DOI (Digital Object Identifier).

Capítulo 2 · Propiedad intelectual

Titulares más dinámicos en materia de patentes en Colombia

Autores: Henry Mora Holguín, Daniel Santiago Fuentes

La generación de nuevo conocimiento, así como su explotación y aplicación, es uno de los principales motores de una economía, considerado un insumo clave para el desarrollo tecnológico, la competitividad y a largo plazo para el mejoramiento de la calidad de vida de la población. En este sentido, las patentes se convierten en uno de los resultados cuantificables de la generación de conocimiento, y en indicador clave para realizar análisis y comparaciones a diferentes niveles, por ejemplo, entre países, industrias, sectores y/o titulares. Sin embargo, se debe tener en cuenta que no todas las invenciones son patentables ni patentadas, y que estas consideran diferentes grados de novedad y utilidad (García, 2017; Romero, 2021).

No obstante, las patentes también pueden ser empleadas en algunos análisis como una variable aproximada del grado de innovación, sobre todo para aquellas innovaciones consideradas de tipo tecnológico, o del grado de absorción de conocimientos (identificación, adaptación y aplicación). Como indica Agüero (2017), las patentes además de ser fuentes de desarrollo tecnológico tienen valor en diferentes aspectos, por ejemplo, considerando que contienen el estado de la técnica son un insumo clave para la generación de nuevo conocimiento, a su vez, son el mecanismo para explotarlo comercialmente y el método para establecer derechos de propiedad intelectual sobre los mismos.

Acorde con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual - OMPI (s.f.), la patente es un derecho exclusivo que se otorga sobre una invención para proteger el conocimiento ante terceros y como contrapartida el documento es publicado de forma tal que permite que otros actores accedan al conocimiento y puedan también generar nuevo conocimiento a partir de este. En este sentido, por las características propias de las patentes, su análisis puede tomar diferentes focos de interés, por ejemplo, para

identificar niveles de colaboración entre los titulares, los sectores o áreas en las que se genera el conocimiento, el tipo de instituciones-titulares que tienen mayor dinamismo en este campo, y el impacto que pueden tener en una economía, entre otros.

Tal como lo señala Romero (2021), en el contexto colombiano también se ha abordado el análisis de las patentes desde diferentes enfoques, por ejemplo, analizando el grado de protección que se confiere o reconoce a los inventores, para reconocer las capacidades de Investigación y Desarrollo (I+D) que tiene el país, su nivel de desarrollo tecnológico, el comportamiento de sectores específicos, o los niveles de cooperación entre los actores titulares de patentes.

En el caso de este capítulo, se analiza el comportamiento del país en materia de solicitudes y concesiones de patente para el periodo comprendido entre los años 2016 y 2020, identificando los principales titulares de las patentes, residentes y no residentes, y sus diferencias más destacables, por ejemplo, en cuanto a la vía de protección que más emplean o los sectores tecnológicos en los que generan y protegen el conocimiento. También se hace una aproximación a los inventores con mayor cantidad de solicitudes y concesiones de patente en el país.

Para el cumplimiento del objetivo de este análisis, el capítulo se organiza en cuatro secciones, la primera de ellas correspondiente a esta introducción; en la segunda se presentan las estadísticas y el análisis para las solicitudes de patente y en la tercera lo propio para las patentes otorgadas. Finalmente, en la última sección se presentan las conclusiones del análisis.

Solicitudes de patente en Colombia, entre 2016 y 2020

Ante la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), la oficina de patentes de Colombia, durante los últimos años se han presentado alrededor de 2.252 solicitudes de patente por año, y se han otorgado en promedio 1.249. De esta cantidad de patentes, tanto solicitadas como concedidas, la mayoría correspondieron a entidades (titulares) no residentes en el país.

Como se evidencia en la Tabla 1, las patentes presentadas por residentes nacionales representaron en promedio 20% del total de solicitudes nacionales, la mayoría de ellas presentadas directamente ante la SIC, mientras que para los no residentes fue más frecuente realizar las solicitudes mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (TCP) [1].

Tabla 1. Solicitudes de patente de invención presentadas ante oficina de la Superintendencia de Industria y Comercio – SIC, 2016 - 2020*

Año	Presentadas vía nacional			Presentadas vía TCP**			Total patentes presentadas
	Residentes	No residentes	Total	Residentes	No residentes	Total	
2016	495	76	**571**	12	1.627	**1.639**	**2.210**
2017	537	107	**644**	19	1.788	**1.807**	**2.451**
2018	394	117	**511**	12	1.786	**1.798**	**2.309**
2019	420	72	**492**	2	1.675	**1.677**	**2.169**
2020	362	53	**415**	7	1.699	**1.706**	**2.121**
Total	**2.208**	**425**	**2.633**	**52**	**8.575**	**8.627**	**11.260**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

* La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

** Tratado de Cooperación de Patentes.

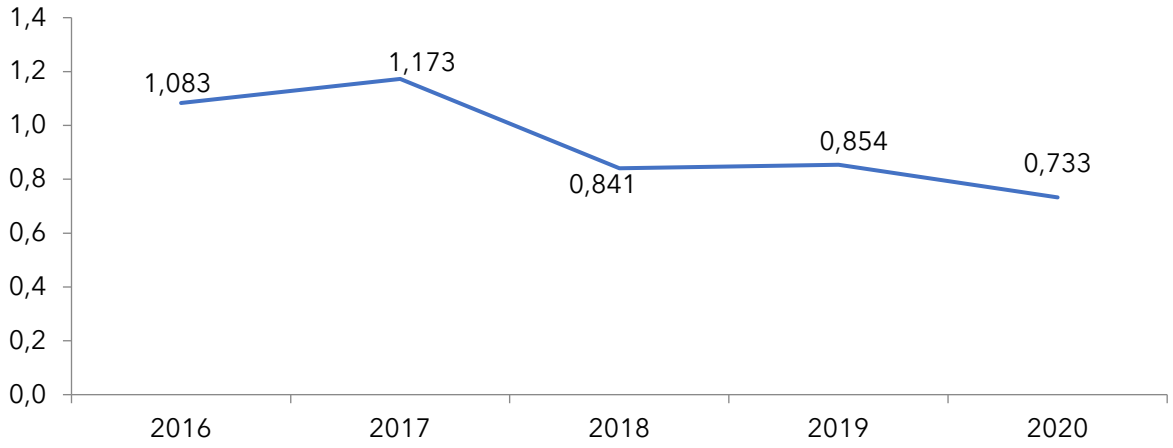
En el caso de las solicitudes de los residentes, en el periodo analizado se presentaron 452 en promedio por año, de las cuales alrededor del 97,8% se solicitaron ante la SIC; por su parte, los no residentes presentaron en promedio 1.800, el 95% de ellas a través del TCP. Teniendo en consideración que el TCP permite solicitar la protección de una invención en varios países al mismo tiempo, es claro que las entidades o titulares (a nivel de organizaciones o individualmente) que lo usan es porque quieren explotar sus invenciones en diferentes territorios simultáneamente. En el caso de los titulares residentes en Colombia, hacen uso del TCP para proteger sus invenciones en otros

[1] El TCP permite buscar protección por patente para una invención en muchos países al mismo tiempo mediante la presentación de una solicitud "internacional" de patente" (OMPI, 2022). Véase https://www.wipo.int/treaties/es/registration/pct/index.html

países, mientras que los titulares no residentes lo hacen primero en otros países y a través del TCP extienden la protección en Colombia[2].

En cuanto a las solicitudes de patentes presentadas por residentes cabe destacar que la cantidad ha venido aumentando los últimos años; de hecho, el coeficiente de invención en el país ha tenido un incremento recientemente, alcanzando un máximo en 2017 cuando se llegó a una solicitud de patente por cada cien mil habitantes; el promedio para los últimos cinco años ha sido de 0,93 (Ver Gráfica 1)[3]. Esto muestra cómo las capacidades de investigación e invención en el país se van fortaleciendo, y seguramente también es un reflejo de un mayor interés de parte de los inventores y titulares en proteger los resultados de sus actividades inventivas y de generación del conocimiento.

Figura 1. Coeficiente de invención, 2016 - 2020*+



Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial; Banco de la Republica.

Fecha de consulta: Mayo 2022

Cálculos: OCyT

* Número de patentes solicitadas por los residentes del país por cada cien mil habitantes.

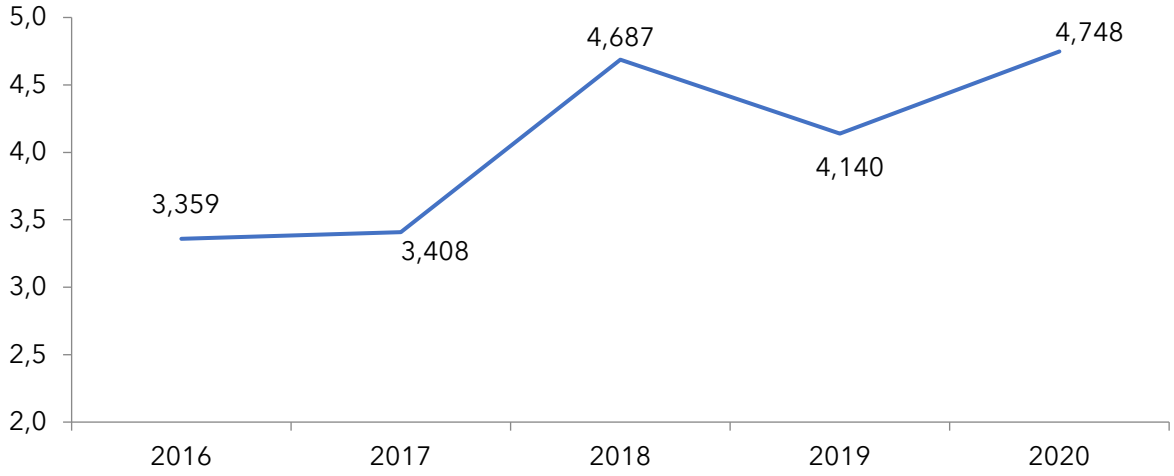
+ La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

[2] De acuerdo con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), por lo general, el trámite de presentación se cumple ante la oficina nacional de patentes del Estado Contratante de nacionalidad o de domicilio del solicitante y posteriormente mediante el tratado se extiende a otros países (OMPI, 2022).

[3] El decrecimiento de los últimos años puede estar explicado por las variaciones normales en la actualización de los datos por parte de la fuente de información.

Además, el número de solicitudes de los residentes ha crecido a una tasa mayor que las de los no residentes; para el periodo entre 2011 y 2015 las solicitudes de residentes eran en promedio el 11% del total de las solicitudes presentadas, mientras que para el último año está cifra alcanzó el 17,4%. Esto se refleja en el índice de dependencia, entendido como el coeficiente entre patentes solicitadas por no residentes y residentes, pues ha venido disminuyendo, pasando de 9,62 en 2011 a 4,75 en 2020, aunque en 2018 y 2020 tuvo un leve crecimiento, comparado con 2016 (Ver Gráfica 2).

Figura 2. Índice de dependencia, 2016 - 2020*+



Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo 2022

Cálculos: OCyT

* Número de solicitudes de patente de no residentes / Número de solicitudes de patentes de residentes.

+ La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

Aunque persiste la preminencia de patentes solicitadas desde el exterior (como se mostró en la gráfica anterior pues el índice de dependencia es superior a 1) es de reconocer el esfuerzo y los resultados que se han venido obteniendo en el país. Por un lado, destacan las actividades que desarrolla la SIC, como capacitaciones, facilidades en los trámites y en el acceso a los servicios, y por el otro, los instrumentos públicos que diferentes entidades públicas han implementado para incentivar la solicitud de patentes.

De otra parte, en cuanto a las solicitudes de patente de no residentes, en la Tabla 2 se evidencian los países con mayor participación durante los últimos cinco años, entre los cuales destacaron Estados Unidos, Suiza, Alemania, Francia y Japón, quienes además también fueron los más dinámicos en 2020, incluyendo a Suecia que ocupó el segundo lugar en ese año.

Tabla 2. Países con más solicitudes de patente en Colombia, 2016-2020

País	Número de solicitudes
Estados Unidos de América	3.732
Suiza	683
Alemania	671
Francia	401
Japón	391
Suecia	351
España	281
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	237
Bélgica	191
Italia	190
Canadá	149
China	149
Brasil	143
Países Bajos	141
República de Corea	137
India	132
México	117
Dinamarca	98
Israel	78
Chile	67
Panamá	66
Australia	64
Austria	63
Irlanda	48
Finlandia	46
Noruega	41

País	Número de solicitudes
Argentina	30
Sudáfrica	26
Singapur	25
Federación de Rusia	23
Luxemburgo	23
Portugal	19
Perú	16
Malasia	14
Hungría	13
Polonia	11
Hong Kong	10
Otros*	123
Total	**9.000**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

* Incluye los siguientes países: Islas Vírgenes Británicas (9); Taiwán (9); Islas Caimán (8); Nueva Zelanda (8); Cuba (6); Ecuador (6); Malta (6); Uruguay (6); Venezuela (6); Chequia (5); Curazao (4); Tailandia (4);

Chipre (3); Emiratos Árabes Unidos (3); Grecia (3); Turquía (3); Ucrania (3); Antigua y Barbuda (2); Barbados (2); Bermuda (2); Costa Rica (2); El Salvador (2); Irán (2); Islandia (2); Omán (2); Saint Kitts y Nevis (2); Arabia Saudita (1); Azerbaiyán (1); Eslovenia (1); Gibraltar (1); Guatemala (1); Guernsey (1); Jersey (1); Mauricio (1); Mónaco (1); República Popular Democrática de Corea (1); Rumania (1); Sri Lanka (1); Uzbekistán (1).

Complementariamente, los cinco titulares no residentes más dinámicos, es decir con mayor volumen de patentes solicitados en Colombia, durante el 2020 fueron: Essity Hygiene and Health Aktiebolag (SE) con 56 solicitudes, Telefonaktiebolaget LM Ericsson (SE) con 53, Bayer Aktiengesellschaft (DE) con 28, Saint-Gobain Glass France (FR) con 21, y UPL LTD (IN) también con 21 solicitudes de patente. En la Tabla 3 se presenta el top 20 de los titulares más dinámicos durante 2016-2020, en la que destaca que Estados Unidos, Suiza y Alemania fueron los países que tuvieron más representantes dentro del ranking.

Tabla 3. Top 20 de titulares no residentes con más solicitudes de patente en Colombia, 2016-2020

Titular	País	Solicitudes
Dow Chemical Company	Estados Unidos	188
Essity Hygiene and Health Aktiebolag	Suecia	178
Immatics Biotechnologies GMBH	Alemania	120
Bayer Pharma Aktiengesellschaft	Alemania	113
Telefonaktiebolaget LM Ericsson	Suecia	105
Microsoft Technology Licensing LLC	Estados Unidos	98
Qualcomm Incorporated	Estados Unidos	73
Novartis AG	Suiza	69
F. Hoffmann-La Roche AG	Suiza	67
BASF SE	Alemania	65
Saint-Gobain Glass France	Francia	63
AGP America S.A.	Panamá	62
Eli Lilly and Company	Estados Unidos	51
PFIZER INC.	Estados Unidos	49
Omya International AG	Suiza	47
UCB Biopharma SPRL	Bélgica	43
Bristol - Myers Squibb Company	Estados Unidos	41
Monsanto Technology LLC	Estados Unidos	38
Syngenta Participations AG	Suiza	35
Sika Technology	Suiza	32
Total		**1.537**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

Del otro lado, hablando de los residentes, se encontró que los 10 más dinámicos en 2020, quienes presentaron 369 solicitudes de patente, fueron: La Universidad Nacional de Colombia (21), Ecopetrol (12), Universidad Antonio Nariño (7), Universidad del Valle (7), Universidad EAFIT (7), Pontifica Universidad Javeriana (7), Universidad de los Andes (6), Universidad Pontificia Bolivariana (6), Universidad Industrial de Santander (6), e

Instituto Tecnológico Metropolitano (4). Destaca que la mayoría fueron universidades y que no se encontró en este grupo ningún inventor a título personal; solo hasta la posición 12 y 13 aparecieron los inventores Andrés Felipe Mejía Arango y Camilo Javier Gómez Riveros.

Considerando los últimos 5 años, se encontró que los titulares con más solicitudes de patente continuaron siendo las universidades y la empresa Ecopetrol (72). Las dos Universidades con más solicitudes fueron Universidad Nacional de Colombia (81), Universidad Industrial de Santander (74), Universidad Del Valle (37), Universidad EAFIT (36), Universidad de La Sabana (35) y la Universidad Pontificia Bolivariana (35). En la siguiente tabla se presentan los 20 principales titulares.

Tabla 4. Top 20 de titulares residentes con más solicitudes de patente en Colombia, 2016-2020

Titular	Solicitudes
Universidad Nacional de Colombia	81
Universidad Industrial de Santander	74
Ecopetrol S.A.	72
Universidad del Valle	37
Universidad EAFIT	36
Universidad de La Sabana	35
Universidad Pontificia Bolivariana	35
Universidad Antonio Nariño	31
Universidad de Antioquia	24
Pontificia Universidad Javeriana	22
Universidad del Quindío	21
Universidad Francisco de Paula Santander	20
Universidad Militar Nueva Granada	14
Corporación Universidad de la Costa CUC	13
Universidad Central	13
Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano	12
Universidad Tecnológica de Pereira	12
Universidad Autónoma del Caribe	10
Universidad ICESI	9

Titular	Solicitudes
Dirección Nacional de Escuelas de La Policía Nacional	8
Total	**579**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

Este comportamiento de las universidades como las mayores solicitantes de patentes en el país coincide con la tendencia que se viene mostrando a nivel internacional. Como señalan Villafaña y otros (2022), desde hace un poco más de tres décadas se ha venido dando un crecimiento constante en el número de solicitudes presentadas por universidades, lo que se ha conllevado además a la creación de un mercado para la comercialización y licenciamiento de este tipo de patentes.

Por otro lado, en el caso de los inventores con más solicitudes de patente, durante el periodo entre 2016 y 2020 destacaron Mario Ernesto Pérez Gutiérrez, de Creating Ideas S.A, con 10 solicitudes, seguido por Fernando Bohórquez Jiménez y Teodicelo Gómez Puentes, inventores independientes, cada uno con 8 solicitudes, Johan Eliécer Lanzziano Silva, de Medical Phantom S.A.S. con 7 solicitudes, y Walter Rolando Gálvez Rendón, como inventor independiente, con 7 solicitudes de patente (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Inventores residentes en Colombia con más solicitudes de patente, 2016-2020

Inventor	Solicitudes
Mario Ernesto Pérez Gutiérrez	10
Fernando Bohórquez Jiménez	8
Teodicelo Gómez Puentes	8
Johan Eliécer Lanzziano Silva	7
Walter Rolando Gálvez Rendón	7
Alina Lucia Imbeth Luna*	6
John Jairo Zuluaga Quintero*	6
Pablo Poch Figueroa	6
Claudia Marcela Calvo Henao	5

Inventor	Solicitudes
Héctor Mauricio Páez Cantor	5
Camilo Javier Gomez Riveros	4
Carmenza Jaramillo de Echeverri*	5
Dario Barco Alvear	4
Enrique Alejandro Moreno Muñetones	4
Humberto Arenas Barragán	4
Jaime Eduardo Gutiérrez Fonseca	4
Mauricio Orozco Levi*	5
Santiago Arango Mariño	4
Santiago López Vesga	4
Alexander Henao Osorio*	3
Mariano Carreño León*	3
Total	**112**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

* Estos titulares comparten más de una patente con otro(s) titular(es).

Al analizar los sectores y áreas tecnológicas en las que se han presentado la mayor cantidad de solicitudes de patente se encontró que la mayoría se concentraron en los sectores de Química e Ingeniería mecánica, sin embargo, en diferente orden para residentes y no residentes. Para los titulares en Colombia la mayoría correspondieron al sector de Ingeniería mecánica, particularmente en lo referente a las áreas de Maquinaría especial, Manipulación de materiales, Transporte y Componentes mecánicos.

Por su parte, para los no residentes en el país la mayoría de las solicitudes han sido en el campo de las ciencias básicas, en el sector Químico, principalmente para las áreas de Productos farmacéuticos, de biotecnología y de química de materiales; la mayoría de las solicitudes correspondieron a titulares de Estados Unidos, Alemania y Suiza. Aquí se puede apreciar cómo la mayoría del conocimiento que se genera en el país no se dirige hacia ciencias básicas y que tienen hoy en día mayor impacto y probabilidad

de aplicación, como sucede por ejemplo con los no residentes y el conocimiento que se puede explotar desde la industria farmacéutica, biotecnológica y química.

Contrariamente, la menor cantidad de solicitudes, para residentes y no residentes, correspondieron a invenciones en Otros sectores, que contemplan las áreas de Ingeniería civil, mobiliario y juegos, y otros productos de consumo. Para ambos grupos la distribución por áreas dentro de este sector fue la misma (Ver Tabla 4 y Tabla 5). En el caso de los no residentes, la mayoría de las solicitudes correspondieron a titulares de Estados Unidos, Francia y España.

Tabla 6. Número de patentes solicitadas por sector tecnológico, según residente o no, 2016-2020*

Sector	No residentes	Residentes
Electricidad - Electrónica	997	357
Ingeniería mecánica	1.429	623
Instrumentos	842	377
Otros sectores	608	319
Química	5.124	582
Sin clasificar	0	2
Total	**9.000**	**2.260**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo 2022

Cálculos: OCyT

Nota: La suma de solicitudes de patentes presentadas por sectores de la tecnología puede ser superior al número total de solicitudes de patentes presentadas puesto que existen patentes que se clasifican en más de un sector tecnológico

* La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

Tabla 7. Número de patentes solicitadas por sector y área tecnológica, según residente o no, 2016-2020*

Sector	Área	No residente	Residente
Electricidad - Electrónica	Aparatos electrónicos, ingeniería electrónica, energía eléctrica	191	148
	Comunicación digital	368	45
	Métodos de gestión mediante T.I.	120	34
	Procesos básicos de comunicación	11	10
	Semiconductores	17	11
	Tecnología audiovisual	38	23
	Tecnología informática	191	67
	Telecomunicaciones	61	19
Ingeniería mecánica	Componentes mecánicos	161	71
	Manipulación de materiales	376	101
	Maquinaria textil y de papel	174	48
	Máquinas herramienta	61	59
	Motores, bombas, turbinas	72	51
	Otra maquinaria especial	397	171
	Procesos térmicos y aparatos	43	43
	Transporte	145	79
Instrumentos	Análisis de materiales biológicos	133	24
	Instrumentos de Control	58	66
	Instrumentos de medida	109	87
	Óptica	87	14
	Tecnología médica	455	186
Otros sectores	Ingeniería civil	412	187
	Mobiliario, juegos	121	68
	Otros productos de consumo	75	64
Química	Biotecnología	1.425	65
	Ingeniería química	192	117
	Materiales, metalurgia	237	52
	Productos farmacéuticos	1.969	65
	Productos orgánicos elaborados	419	34
	Química de alimentos	175	82
	Química de materiales	544	85

Sector	Área	No residente	Residente
	Química macromolecular, polímeros	58	21
	Tecnología de las microestructuras nanotecnología	0	1
	Tecnología de superficie, revestimientos	58	7
	Tecnología medioambiental	47	53
Sin clasificar		0	2
Total		**9.000**	**2.260**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo 2022

Cálculos: OCyT

Nota: La suma de solicitudes de patentes presentadas por sectores de la tecnología puede ser superior al número total de solicitudes de patentes presentadas puesto que existen patentes que se clasifican en más de un sector tecnológico

* La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

Patentes otorgadas en Colombia, entre 2016 y 2020

Si bien las solicitudes de patente dan cuenta de las capacidades de generación y protección de conocimiento de los inventores y titulares, no todas llegan a ser concedidas. A continuación se analizan las concesiones de las patentes analizadas al inicio de este capítulo; en ese sentido, en la Tabla 8 se evidencia el comportamiento de las concesiones de patentes, destacando que en promedio las patentes concedidas a residentes en Colombia representaron el 16,6% del total de las concesiones, siendo el 2020 el año más reciente con la mayor participación, cuando las patentes de residentes alcanzaron el 22,7% del total.

De manera congruente con los mecanismos usados para la solicitud de las patentes, el 95,6% de las patentes de los residentes fueron concedidas vía nacional, mientras que para los no residentes el 95% fueron concesiones mediante el TCP.

Tabla 8. Patentes de invención concedidas por la oficina de la Superintendencia de Industria y Comercio – SIC, 2016 - 2020*

Año	Concedidas vía nacional			Concedidas vía TCP**			Total patentes concedidas
	Residentes	No residentes	Total	Residentes	No residentes	Total	
2016	96	41	**137**	7	803	**810**	**947**
2017	162	48	**210**	8	1.012	**1.020**	**1.230**
2018	208	46	**254**	11	1.065	**1.076**	**1.330**
2019	304	65	**369**	10	1.285	**1.295**	**1.664**
2020	239	36	**275**	5	795	**800**	**1.075**
Total	**1.009**	**236**	**1.245**	**41**	**4.960**	**5.001**	**6.246**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

* La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores. Los datos del último año normalmente tienen más variaciones respecto a los años previos.

** Tratado de Cooperación de Patentes.

Al analizar la cantidad de concesiones que ha otorgado la oficina de la SIC en el país, sorprende que no son los titulares colombianos los que tienen la mayor cantidad de patentes otorgadas, sino que ocupan el segundo lugar, después de Estados Unidos que tiene más del doble. Así mismo, Suiza, Alemania y Japón y Francia fueron los más dinámicos, como sucede con las solicitudes de patente. A nivel de Latinoamérica los más dinámicos fueron Brasil, México y Chile.

Tabla 9. Países con más patentes concedidas en Colombia, 2016-2020

País	Número de solicitudes
Estados Unidos de América	2.178
Colombia	1.050
Suiza	477
Alemania	368
Japón	279

País	Número de solicitudes
Francia	245
Suecia	182
España	167
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	126
Italia	119
Bélgica	98
Brasil	85
Países Bajos	80
México	69
Canadá	65
República de Corea	53
India	52
China	51
Dinamarca	49
Austria	48
Israel	43
Chile	37
Irlanda	32
Australia	29
Noruega	26
Finlandia	24
Panamá	24
Luxemburgo	22
Argentina	20
Sudáfrica	17
Malasia	13
Otros*	118
Total	**6.246**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

En el caso de los titulares de patentes otorgadas, para el periodo 2016-2020 destacaron Estados Unidos, Suiza y Suecia, estos dos primeros además fueron los que tuvieron más solicitudes de patente y concesiones en la SIC. Cabe señalar que las 2.178 patentes otorgadas a Estados Unidos correspondieron en promedio a 800 titulares diferentes, mientras que las 477 de Suiza a 127 y las 182 de Suecia a 29, en promedio. Esto quiere decir que cada titular de Estados Unidos presentó alrededor de 2,72 patentes durante el periodo, los titulares suizos 3,75 y los suecos 6,25.

Tabla 10. Top 20 de titulares no residentes con más patente concedidas en Colombia, 2016-2020

Titular	País	Solicitudes
Dow Agrosciences LLC	Estados Unidos	170
Essity Hygiene and Health Aktiebolag	Suecia	121
Qualcomm Incorporated	Estados Unidos	88
Novartis AG	Suiza	82
F. Hoffmann-La Roche AG	Suiza	75
PFIZER INC.	Estados Unidos	62
Microsoft Technology Licensing LLC	Estados Unidos	56
Immatics Biotechnologies GMBH	Alemania	50
Yamaha Hatsudoki Kabushiki Kaisha	Japón	47
Halliburton Energy Services INC.	Estados Unidos	39
Eli Lilly and Company	Estados Unidos	38
Bayer Pharma Aktiengesellschaft	Alemania	37
Omya International AG	Suiza	36
BASF SE	Alemania	32
United States Gypsum Company	Estados Unidos	31
Colgate-Palmolive Company	Estados Unidos	31
Owens - Brockway Glass Container INC.	Estados Unidos	28
Astrazeneca AB	Suecia	28
SEB S.A.	Francia	26
Takeda Pharmaceutical Company Limited	Japón	25
Total		**5.196**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial
Fecha de consulta: Mayo de 2022
Cálculos: OCyT

Por su parte, los titulares residentes en Colombia con más concesiones de patente durante el último año (2020) fueron: la Universidad Industrial de Santander, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de la Sabana, Universidad Antonio Nariño y la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Para el periodo 2016-2020, como se evidencia en la Tabla 11, continuaron siendo las universidades quienes tuvieron más patentes concedidas, a este top 20 se sumó además Ecopetrol, con 42 patentes, de las cuales en 28 fue titular único. Destacaron también la Cementera Argos, la empresa de telecomunicaciones Silver S.A.S e Indumil, así como la investigadora Carmenza Jaramillo de Echeverri, quien es titular de 6 patentes y la única persona natural que apareció en este grupo de los 20 más prolíficos.

En adición, las cinco primeras entidades con más patentes concedidas también fueron las que tuvieron la mayor cantidad de solicitudes de patente durante el periodo de observación (Ver Tabla 4 y Tabla 11).

Tabla 11. Top 20 de titulares residentes con más patentes otorgadas en Colombia, 2016-2020

Titular	Número de concesiones
Universidad Nacional de Colombia*	65
Ecopetrol S.A.*	42
Universidad Industrial de Santander*	39
Universidad EAFIT*	36
Universidad del Valle*	26
Universidad de Antioquia*	23
Universidad Militar Nueva Granada	14
Universidad de Medellín*	13
Universidad de La Sabana	13
Universidad del Quindío*	12
Cementos Argos S.A.*	11
Universidad Antonio Nariño	10
Universidad Tecnológica de Pereira*	10
Universidad Central*	10
Fundación Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano*	9
Universidad ICESI	8
Silver S.A.S	7
Industria Militar Colombiana - INDUMIL	6

Titular	Número de concesiones
Carmenza Jaramillo de Echeverri*	6
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	5
Total	**365**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

* Estos titulares comparten más de una patente con otro(s) titular(es).

El protagonismo de las universidades en materia de patentes refleja además las oportunidades que puede tener el país para capitalizar esos conocimientos que se producen desde el sector académico. Como se ha evidenciado en otros países, las universidades han tenido un papel protagónico para el desarrollo tecnológico; por ejemplo, en Asia, Estados Unidos, Alemania, Francia e Inglaterra se han consolidado como un aliado estratégico para el sector productivo, al trabajar bajo un esquema de triple hélice o al integrarse al aparato productivo, como dinamizadores de la innovación o fuente de conocimientos (Leydesdorff & Meyer, 2006; Acosta, Coronado, & Martínez, 2012; Falk, 2014).

El reto para el país está en que las instituciones de educación superior fortalezcan sus reglamentos y normatividad en materia de propiedad intelectual, para que continúen incentivado el uso de las patentes como mecanismos de protección del conocimiento que generan, pero además para establecer de manera clara las condiciones para la explotación comercial de dichas invenciones, ya sea por ejemplo a partir del licenciamiento de las patentes, para que un tercero las explote, o mediante la explotación directa, por ejemplo, a través de la creación de spin offs universitarias[4] o emprendimientos de base tecnológica. Así mismo, cobra relevancia el acompañamiento y orientación a los investigadores e inventores en el trámite y gestión de las solicitudes de patente.

[4] De acuerdo con MinCiencias, una spin off universitaria es una iniciativa empresarial liderada por miembros de la comunidad universitaria, su actividad se basa en la generación de nuevos procesos, productos o servicios, resultado de un proceso estructurado de investigación, desarrollo e innovación gestado en la universidad. El desarrollo tecnológico e innovación son la base de este tipo de empresas (s.f.).

Cabe tener en cuenta, que como indica MinCiencias (s.f.), las spin offs y las empresas de base tecnológica que se gestan desde las universidades son importantes para el país en la medida en que promueven la adopción y apropiación de nuevas tecnologías, la generación de empleos de calidad, el incremento de la competitividads empresarial y el desarrollo económico nacional.

Por otro lado, en cuanto a los sectores y áreas tecnológicas, se encuentra que la concentración de las patentes otorgadas fue igual que con las solicitudes. La mayoría se otorgaron en los sectores de Química, en el caso de los no residentes, y de Ingeniería mecánica, en el caso de los residentes. Respecto a los sectores de menor concentración, para los no residentes fue el sector de Otros sectores, y para los residentes el de Electricidad y Electrónica (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Número de patentes concedidas por sector tecnológico, según residente o no, 2016-2020*

Sector	No residentes	Residentes
Electricidad - Electrónica	486	129
Ingeniería mecánica	905	296
Instrumentos	449	172
Otros sectores	443	166
Química	2.913	284
Sin clasificar	0	3
Total	**5.196**	**1.050**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo 2022

Cálculos: OCyT

Nota: La suma de patentes concedidas por sectores de la tecnología puede ser superior al número total de patentes concedidas puesto que existen patentes que se clasifican en más de un sector tecnológico.

* La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

En el caso de la concentración por áreas tecnológicas, para los no residentes, la mayoría fueron en el área de productos farmacéuticos (22%), seguido por

biotecnología (13,6%), ingeniería civil (5,7%) y productos orgánicos elaborados (5,43%). Por su parte, para los residentes, la mayoría de las concesiones fueron en el área de Ingeniería civil (10,3%), Tecnología médica (8,5%), otra maquinaria especial e Ingeniería química (5,3%) (Ver Tabla 13). Para ambos tipos de titulares, la concentración de las patentes concedidas se distribuyó relativamente de la misma forma que las solicitudes de patente (Ver Tabla 6 y Tabla 7). De manera general se observa que las invenciones protegidas para los no residentes corresponden a industria de alta tecnología, mientras que las de los residentes en su mayoría fue en industrias de media-alta tecnología.

Tabla 13. Número de patentes concedidas por sector y área tecnológica, según residente o no, 2016-2020*

Sector	Área	No residente	Residente
Electricidad - Electrónica	Aparatos electrónicos, ingeniería electrónica, energía eléctrica	110	55
	Comunicación digital	131	9
	Métodos de gestión mediante T.I.	64	10
	Procesos básicos de comunicación	7	3
	Semiconductores	6	4
	Tecnología audiovisual	27	14
	Tecnología informática	108	28
	Telecomunicaciones	33	6
Ingeniería mecánica	Componentes mecánicos	102	27
	Manipulación de materiales	271	50
	Maquinaria textil y de papel	113	22
	Máquinas herramienta	35	32
	Motores, bombas, turbinas	52	17
	Otra maquinaria especial	186	83
	Procesos térmicos y aparatos	30	30
	Transporte	116	35
Instrumentos	Análisis de materiales biológicos	53	9
	Instrumentos de Control	35	28
	Instrumentos de medida	56	36
	Óptica	50	10
	Tecnología médica	255	89

Sector	Área	No residente	Residente
Otros sectores	Ingeniería civil	295	108
	Mobiliario, juegos	93	34
	Otros productos de consumo	55	24
Química	Biotecnología	707	37
	Ingeniería química	124	56
	Materiales, metalurgia	124	38
	Productos farmacéuticos	1.164	26
	Productos orgánicos elaborados	282	15
	Química de alimentos	61	33
	Química de materiales	336	38
	Química macromolecular, polímeros	33	6
	Tecnología de las microestructuras nanotecnología	0	1
	Tecnología de superficie, revestimientos	36	8
	Tecnología medioambiental	46	26
Sin clasificar		0	3
Total		**5.196**	**1.050**

Fuente: SIC, http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial

Fecha de consulta: Mayo 2022

Cálculos: OCyT

Nota: La suma de patentes concedidas por sectores de la tecnología puede ser superior al número total de patentes concedidas puesto que existen patentes que se clasifican en más de un sector tecnológico.

* La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

Conclusiones

El estudio realizado sobre las patentes solicitadas y concedidas en Colombia durante el periodo entre 2016-2020 permitió evidenciar que las patentes presentadas por residentes nacionales representan el 20% del total de las solicitudes y el 16,6% de las concesiones. Los titulares residentes en el país principalmente presentan las patentes directamente ante la oficina de la SIC, mientras que los no residentes recurren principalmente al uso del Tratado de cooperación en materia de patentes (TCP).

Cabe resaltar que las solicitudes de los residentes han venido creciendo y esto se refleja en el coeficiente de invención, pues para los últimos cinco años se han presentado 0,93 patentes por cada cien mil habitantes. Así mismo, el índice de dependencia presenta una mejor relación entre las solitudes de los residentes y los no residentes.

En cuanto a los sectores y áreas tecnológicas se evidenció que los titulares residentes se concentraron mayormente en el sector de ingeniería mecánica, en el área de maquinaria especial, mientras que los no residentes lo hicieron en el sector de química, principalmente en el área de productos farmacéuticos.

Respecto a los titulares más dinámicos, a partir de las solicitudes de patente, destacaron en el caso de los no residentes aquellos localizados en Estados Unidos, Suiza y Alemania. Por su parte, los titulares más prolíficos domiciliados en Colombia fueron la Universidad Nacional de Colombia, Universidad Industrial de Santander, Ecopetrol, Universidad Del Valle, Universidad EAFIT, Universidad de La Sabana y la Universidad Pontificia Bolivariana.

Los tres principales países de origen de los titulares no residentes de patentes fueron Estados Unidos, Suiza y Suecia; respecto a los titulares residentes, la Universidad Nacional de Colombia, Ecopetrol S.A., la Universidad del Valle, la Universidad EAFIT, y la Universidad Industrial de Santander fueron quienes sobresalieron. El papel de las universidades en la generación de conocimiento cada vez adquiere más valor y reflejan el incremento de las capacidades del país; de aquí persiste la necesidad de fortalecer la normatividad sobre propiedad intelectual en estas instituciones, en el incremento de los vínculos y relaciones de estas con el sector productivo, y el acompañamiento a los inventores en el proceso de trámite de solicitud de patentes.

Además de los principales hallazgos aquí descritos, el análisis permite identificar la necesidad de desarrollar estrategias, en general, para aprovechar el potencial de las instituciones de educación superior, en cuanto a generación de conocimiento, así como estudios más detallados que permitan entender de mejor manera las dinámicas de las universidades, sus incentivos, obstáculos, objetivos, áreas del conocimiento y estrategias de colaboración y relacionamiento. Así mismo, la importancia de realizar análisis más detallados a nivel de cada institución para generar mayor evidencia mediante estudios de caso.

Descargue aquí los indicadores del capítulo

https://ocyt.org.co/wp-content/uploads/2022/12/Indicadores-Propiedad-intelectual.xlsx

Bibliografía

Acosta, M., Coronado, D., & Martínez, M. (2012). Spatial differences in the quality of university patenting: Do regions matter? *Research Policy, 41*(4), 692-703. doi:https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.01.002

Agüero Aguilar, C. E. (2017). Redes de colaboración y producción de patentes en universidades de la Comunidad Andina de Naciones (UCANS) 2005-2015. *Revista Española De Documentación Científica*, 1-19.

Cantillo, M., Morales, M., & Borraez, M. (2022). *Evolución de la propiedad intelectual en Colombia y su normatividad aplicable*. Santa Marta: Universidad de Magdalena. Obtenido de https://repositorio.unimagdalena.edu.co/items/423d1bde-ace7-4605-b25f-18e2cc8d241d

Falk, M. (2014). Corporate patents and knowledge sourcing from universities. *Empirica, 41*(1), 83-100. doi:https://doi.org/10.1007/s10663-013-9226-y

García, R. (2017). Patentamiento universitario e innovación en México, país en desarrollo: teoría y política. *Revista de la Educación Superior, 46*(184), 77-96. doi:https://doi.org/10.1016/j.resu.2017.11.001

Leydesdorff, L., & Meyer, M. (2006). Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems. *Research Policy, 35*(10), 1441-1449. doi:https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.09.016

MinCiencias. (s.f.). *Spin-Off Colombia*. Recuperado el 25 de 08 de 2022, de https://minciencias.gov.co/viceministerios/conocimiento/direccion_transferencia/transferencia-conocimiento/spin-off

OMPI. (2022). *Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT)*. Recuperado el 05 de agosto de 2022, de https://www.wipo.int/treaties/es/registration/pct/index.html

OMPI. (s.f.). *Patentes*. Recuperado el 25 de 08 de 2022, de https://www.wipo.int/patents/es/index.html

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

Villafaña, L., Tecpoyotl, M., Perez, M., & Barrón, D. (2022). Evaluación tecnológica y comercial de patentes universitarias a partir de la identificación de oportunidades comerciales en transferencia de tecnología. *CienciaUAT, 17*(1), 107-122.

Nota metodológica

Los indicadores aquí presentados provienen del portal de datos de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), que es la entidad encargada en Colombia de la propiedad industrial. La información empleada se encuentra en el siguiente enlace https://www.sic.gov.co/estadisticas-propiedad-industrial. Los indicadores pueden presentar variaciones respecto a los datos reportados en el último informe porque la SIC hace un proceso constante de actualización de sus bases de datos.

Por su parte, la clasificación de sectores tecnológicos de las patentes corresponde a una clasificación propia de la SIC, construida a partir de los códigos de la clasificación internacional de patentes (CIP). Los sectores que componen esta clasificación son: Ingeniería mecánica; Química; Instrumentos; Electricidad -Electrónica; y demás sectores. Se debe tener en cuenta que una patente puede tener reivindicaciones en más de un sector, por lo tanto, la suma del número de patentes por sector es mayor que el total de patentes.

Respecto a las patentes analizadas se debe tener en cuenta que un documento de patente puede tener uno o varios titulares o inventores, por lo que al contar el número de patentes por cada titular o por inventor la sumatoria será mayor al total de patentes. Por ejemplo, si una patente tiene dos titulares, y se calcula el número de patentes por cada titular, dará como resultado que cada titular tiene una patente, es decir que sumarían dos patentes en total.

Glosario

- Propiedad intelectual: La propiedad intelectual se relaciona con las creaciones de la mente: invenciones, obras literarias y artísticas, así como símbolos, nombres e imágenes utilizados en el comercio (OMPI, 2022).
- Patente: es un derecho exclusivo que se concede sobre una invención. Faculta a su titular a decidir si la invención puede ser utilizada por terceros y, en ese caso, de qué forma. Como contrapartida de ese derecho, en el documento de patente publicado, el titular de la patente pone a disposición del público la

información técnica relativa a la invención (OMPI, 2022). Las invenciones se pueden proteger a través de patentes de invención y patentes de modelo de utilidad (SIC, 2022).

- Patente de invención: derecho otorgado a las invenciones que cumple con los criterios de novedad, nivel inventivo y aplicación industrial (SIC, 2022).
- Propiedad industrial: es un derecho que adquiere una persona natural o jurídica sobre una nueva creación o un signo distintivo (SIC, 2022).
- Tratado de Cooperación en materia de Patentes: El Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT) permite buscar protección por patente para una invención en muchos países al mismo tiempo mediante la presentación de una solicitud "internacional" de patente. Pueden presentar dicha solicitud los nacionales o residentes de los Estados Contratantes del PCT. Por lo general, el trámite de presentación se cumple ante la oficina nacional de patentes del Estado Contratante de nacionalidad o de domicilio del solicitante o, a elección de éste, ante la Oficina Internacional de la OMPI, en Ginebra (OMPI, 2022).

Abreviaturas

(OMPI) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual

(SIC) Superintendencia de Industria y Comercio

(TCP) Tratado de Cooperación en materia de Patentes

Capítulo 3 · Innovación

Principales características de las empresas innovadoras en Colombia

Autores: Henry Mora Holguín, Juan Camilo Castellanos, Daniel Santiago Fuentes

El estado de la innovación en los territorios es un indicador clave para entender sus capacidades para responder a los retos económicos y sociales que se presenten. Un ejemplo de esto se evidencia en el último reporte del Índice Mundial de Innovación (GII por sus siglas en inglés) (WIPO, 2022), donde se destaca cómo los diferentes países que hacen parte de la medición han empleado la innovación como un mecanismo relevante para atender los efectos y consecuencias que ha dejado la pandemia del Covid-19.

De acuerdo con la última medición del GII (WIPO, 2022), a nivel mundial, las inversiones en ciencia e innovación muestran un ligero incremento respecto al año anterior, por ejemplo, el gasto total en Investigación y Desarrollo (I+D) creció 3,3% mientras que el gasto específico en I+D por parte de las empresas aumentó en 3,5%. No obstante, el contexto mundial indica que en estos tiempos de postpandemia se evidencia una desaceleración en el crecimiento de la productividad. En el caso de Colombia, ocupó la posición 63 dentro de 135 economías, posicionándose como el cuarto país en el grupo de América Latina y el Caribe, y el número quince dentro de los países con ingresos medianos altos.

Colombia obtuvo su mejor posición en el pilar de Desarrollo empresarial (posición 42) que considera las capacidades de absorción de conocimiento, los ecosistemas de innovación y la especialización de los trabajadores. El desempeño del País también fue sobresaliente en el pilar de Infraestructura (posición 59). Contrariamente los

desempeños más bajos los tuvo en los pilares de Capital humano e investigación, y Producción creativa, con las posiciones 79 y 75 respectivamente[1] (WIPO, 2022).

De otro lado, considerando la medición del Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC) 2021, desarrollado conjuntamente por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) desde 2015, se encuentra que el país tuvo un desempeño promedio un tanto superior al de la edición anterior; en el año 2021 el puntaje fue de 31,09 mientras que en la versión previa fue de 30,77. El IDIC en su más reciente edición también puso en evidencia importantes diferencias regionales en materia de innovación entre el centro y los departamentos más alejados, pues el territorio en la primera posición tuvo un puntaje de 77,88 mientras que el de la última posición tuvo 11,38 puntos (Bogotá-Cundinamarca y Vichada respectivamente) (DNP & OCyT, 2022).

Dentro del IDIC, así como en el GII, hay diferentes indicadores que se calculan con base a las capacidades y resultados de las empresas, la mayoría de ellos pertenecientes a los pilares de Sofisticación de negocios y Producción de conocimiento y tecnología, por ejemplo, el Gasto en I+D y en actividades conducentes a la innovación, las actividades de cooperación para innovar, el personal dedicados a actividades de innovación, las empresas innovadoras en sentido estricto y amplio[2], y los ingresos por ventas de productos innovadores, entre otros. Como señalan Ince y otros (2016) y Gómez y otros (2020), el impacto de las capacidades de las empresas para adaptarse a nuevas tecnologías y a partir de ello, por ejemplo, desarrollar nuevos productos (bienes y servicios), mejorar o innovar en los procesos, así como para satisfacer las necesidades actuales y futuras, se refleja en el desempeño innovador y competitividad de las economías.

1 La estructura del Índice Mundial de Innovación se puede consultar en: https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2011/04/article_0005.html

2 De acuerdo con el DANE (2021), las empresas innovadoras en sentido estricto son aquellas que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional; mientras que las empresas innovadoras en sentido amplio son las que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado nacional o un bien o servicio nuevo o mejorado para la empresa, o que implementaron un proceso productivo nuevo o significativamente mejorado para la línea de producción principal o para las líneas de producción complementarias o una forma organizacional o de comercialización nueva.

Entendiendo el impacto que tienen las empresas en el desempeño innovador del país y sus departamentos, como se evidencia en el IDIC, el objetivo de este capítulo es analizar con más detalles algunas de las principales características de las empresas innovadoras (sentido estricto y amplio), para generar insumos que permitan direccionar el diseño de políticas de fomento a la innovación empresarial en el país. El análisis se hace a partir de la información recogida por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) a través de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) tanto para empresas de manufactura como de servicios y comercio (EDITS), durante el periodo 2016-2020[3].

Para cumplir con el objetivo propuesto, este capítulo se encuentra organizado en cuatro secciones, además de esta introducción. En la segunda sección se presenta el contexto sobre las empresas analizadas, el número de innovaciones introducidas y los ingresos percibidos por la venta de estos productos. En la tercera sección se analiza la inversión que hacen estas empresas, entendiendo los montos y fuentes de financiación; en la cuarta sección se analiza el personal dedicado a actividades de innovación y las actividades propias de cooperación realizadas. Finalmente, en la última sección se presentan las principales conclusiones del análisis.

Empresas analizadas y sus resultados de innovación

De acuerdo con la última EDIT para empresas de manufactura EDIT X (2019 – 2020), se recogió información para un total de 7.762, mientras que para las empresas de servicios y comercio fueron 9.304 quienes respondieron la EDITS VII (2018 – 2019). En la Tabla 1 se presenta la distribución de las empresas innovadoras en sentido estricto y amplio según tamaño de las empresas.

[3] Dado que las EDIT son bienales y que se intercala la medición entre las empresas de manufactura y servicios, para las empresas de manufactura el periodo de análisis es de 2015 a 2020 (EDIT VIII a EDIT X), mientras que para las empresas de servicios el análisis es de 2016 a 2019 (EDITS VI a EDITS VII). Para los indicadores que tengan información anualizada el periodo de observación será de 2016 a 2020.

Tabla 1. Distribución de las empresas innovadoras de los sectores de manufactura, servicios y comercio según tamaño de la empresa*, 2015-2020

Tamaño	Manufactura			Servicios y comercio	
	EDIT VIII (2015 – 2016)	EDIT IX (2017 – 2018)	EDIT X (2019 – 2020)	EDITS VI (2016 – 2017)	EDITS VII (2018 – 2019)
Pequeña	670	511	645	277	568
Media	672	663	712	766	1.255
Grande	380	398	408	610	873
Total de Empresas Innovadoras	**1.722**	**1.572**	**1.765**	**1.653**	**2.696**
Total de Empresas	**7.947**	**7.529**	**7.762**	**8.651**	**9.304**

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

Nota: El tamaño de la empresa se hace teniendo en cuenta el criterio de Manual de Oslo, que propone una clasificación de empresas por tamaño según número de empleados:

Pequeña: Empresas que reporten máximo 49 empleados (≤49)

Mediana: Empresas que reporten entre 50 y 249 (≥50≤249)

Grande: Empresas que reporten 250 o más empleados (≥250)

*El tamaño se estima a partir del número de empleados del segundo año de cada encuesta.

En el periodo EDIT X (2019 – 2020), cerca del 22,7% (1.765) de las empresas encuestadas presentaron un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado, o un proceso productivo nuevo (un 12,3% más que el periodo anterior); la mayoría de ellos introducidos por empresas de tamaño pequeño y mediano. En el caso de servicios y comercio, la proporción de empresas innovadoras fue mayor, alcanzando casi el 29% (que representó un aumento del 63% en relación con el periodo anterior), en este caso fueron las empresas de tamaño mediano y grande quienes contribuyeron en mayor medida a los resultados de innovación.

Un dato destacable de este conjunto de empresas innovadoras, para el último periodo de observación en cada encuesta, es que la mayoría de las empresas estaba gerenciada por hombres, más del 80% de las empresas de manufactura (1.428 empresas) y más del 76% de las de servicios (2.052 empresas). Además, más del 80% de las empresas innovadoras contaban con indicadores clave de desempeño para hacer seguimiento a la innovación (87% en el caso de las empresas de servicios y

comercio, y 85% de las empresas de manufactura). Estos dos datos podrían analizarse con más detalle para verificar o evaluar la incidencia que puede tener el líder o gerente de la empresa y/o el uso de indicadores de desempeño en las decisiones que se toman en materia de innovación y en los resultados que obtienen.

Por otro lado, en cuanto a la clasificación de las empresas innovadoras según la actividad económica que desarrollan, en la Tabla 2 se evidencia que el número de empresas innovadoras en sentido estricto ha sido en promedio de 12 para las últimas encuestas, siendo el periodo de 2015-2016 el de mayor cantidad (14 empresas innovadoras en sentido estricto). Por su parte, las empresas innovadoras en sentido amplio han sido en promedio 1.674, la mayor cantidad se registró en la última encuesta. Las empresas innovadoras se dedican principalmente a actividades de elaboración de productos alimenticios y fabricación de sustancias y productos químicos.

En el caso de las empresas de servicios y comercio la situación es similar, como se evidencia en la Tabla 3, la mayoría de las empresas innovadoras lo son en un sentido amplio, es decir que desarrollan e introducen innovaciones a nivel de empresa. En las dos últimas EDITS se han identificado 16 y 6 empresas en sentido estricto respectivamente, que han representado menos del 1% del total de empresas innovadoras. Dentro de las empresas más innovadoras se destacan las dedicadas a educación superior y a actividades de investigación y desarrollo, mientras que las innovadoras en sentido amplio en su mayoría son de los sectores de atención a la salud humana y comercio al por mayor. Contrariamente, los sectores con menor número de empresas innovadoras fueron Transporte aéreo y Cinematografía, grabación de sonido y edición de música.

Estos datos ponen en manifiesto cómo la mayoría de las innovaciones que realizan las empresas en país corresponden a productos (bienes o servicios) que ya han sido introducidos en el mundo e incluso en el país por otras empresas. Además, la tendencia muestra que tanto el número de empresas innovadoras en sentido estricto, como el número de las innovaciones de este tipo, han venido disminuyendo de manera constante.

Tabla 2. Número de empresas de manufactura según actividad económica y alcance de la innovación, 2015-2020

CIIU	Actividad económica	EDIT VIII (2015 – 2016)		EDIT IX (2017 – 2018)		EDIT X (2019 – 2020)	
		Sentido estricto	Sentido amplio	Sentido estricto	Sentido amplio	Sentido estricto	Sentido amplio
10	Elaboración de productos alimenticios	0	342	0	330	3	382
11	Elaboración de bebidas	0	21	0	33	0	34
13	Fabricación de productos textiles	0	60	0	55	1	63
14	Confección de prendas de vestir	1	140	0	121	0	153
15	Curtido y recurtido de cueros; fabricación de productos en cuero, adobo y teñido de pieles	1	72	1	44	0	50
16	Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y de corcho	1	25	0	15	0	19
17	Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón	1	27	0	26	0	33
18	Actividades de impresión y de producción de copias a partir de grabaciones originales	0	77	1	66	0	61
19	Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles	1	16	1	12	1	16
20	Fabricación de sustancias y productos químicos	2	179	2	191	1	202
21	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	1	72	1	61	1	71
22	Fabricación de productos de caucho y de plástico	1	131	0	137	1	175
23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	0	83	0	70	0	76
24	Fabricación de productos metalúrgicos básicos	0	26	0	29	0	23
25	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	1	103	1	85	1	88
26	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	0	7	0	8	0	7

CIIU	Actividad económica	EDIT VIII (2015 – 2016)		EDIT IX (2017 – 2018)		EDIT X (2019 – 2020)	
		Sentido estricto	Sentido amplio	Sentido estricto	Sentido amplio	Sentido estricto	Sentido amplio
27	Fabricación de aparatos y equipo eléctrico	1	60	1	55	0	51
28	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	2	86	2	80	1	86
29	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques	0	41	0	37	0	42
30	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte	0	12	0	10	0	8
31	Fabricación de muebles, colchones y somieres	0	65	0	53	0	51
32	Otras industrias manufactureras	1	54	1	39	0	45
33	Instalación, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo	0	9	0	4	1	18
Total		**14**	**1.708**	**11**	**1.561**	**11**	**1.754**

Fuente: DANE. EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

Tabla 3. Número de empresas de servicios y comercio según actividad económica y alcance de la innovación, 2016-2019

CIIU	Actividad económica	EDITS VI (2016 – 2017)		EDITS VII (2018 – 2019)	
		Sentido estricto	Sentido amplio	Sentido estricto	Sentido amplio
35	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	0	36	0	51
36	Captación, tratamiento y distribución de agua	0	47	0	55
37, 38	Tratamiento de aguas residuales y disposición de desechos	0	32	0	59
45	Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos	0	54	0	77
46	Comercio al por mayor, excepto el comercio de vehículos	0	255	0	503
47	Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos	0	185	0	327
492	Transporte terrestre público automotor	0	207	0	358
51	Transporte aéreo	0	10	0	9

CIIU	Actividad económica	EDITS VI (2016 – 2017)		EDITS VII (2018 – 2019)	
		Sentido estricto	Sentido amplio	Sentido estricto	Sentido amplio
53	Correo y servicios de mensajería	0	13	0	20
55, 561-2	Alojamiento y servicios de comida	0	102	0	203
58	Actividades de edición	0	16	0	31
59	Cinematografía, grabación de sonido y edición de música	0	4	0	10
60	Actividades de programación, transmisión y/o difusión	0	13	0	13
61	Telecomunicaciones	1	45	0	64
620, 631	Desarrollo de sistemas informáticos y procesamiento de datos	0	99	0	168
641	Actividades bancarias	0	21	1	21
72	Centros de investigación y desarrollo	3	27	1	29
854	Educación superior	11	148	4	192
86	Salud humana	1	323	0	500
Total		**16**	**1.637**	**6**	**2.690**

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII.

Cálculos: OCyT.

De acuerdo con el tipo de innovación, de producto o proceso, y el grado de innovación (nuevo o mejorado), se encontró que la mayoría de las empresas innovan en los procesos, ya sea en un proceso productivo o de prestación del servicio, un método organizativo, una técnica de comercialización, un método de procesamiento de información, un método de distribución o de contabilidad, y un poco menos en productos, no obstante, la mayoría de estas innovaciones son de productos nuevos (Ver Tabla 4).

En el caso de la última EDIT (2019-2020), hubo un total de 612 empresas que reportaron productos nuevos, es decir, cuyas características fundamentales revisten novedad con relación a los correspondientes a productos anteriores a la empresa, de estas, tan solo 7 introdujeron servicios o bienes nuevos en el mercado internacional, la mayoría innovaron solamente para su empresa (599 empresas) y otras tanto para el mercado nacional (32 empresas). Por su parte, las que innovaron en productos

mejorados también lo hicieron mayormente para productos mejorados que solo eran novedosos para la empresa.

Una situación similar se evidenció para las empresas de servicios y comercio, de acuerdo con la última EDITS (2018-2019), de las 710 empresas que innovaron en productos nuevos, la mayoría lo hizo para bienes o servicios que eran nuevos únicamente para su empresa; así mismo sucedió con las 334 que innovaron en productos mejorados, casi todas las empresas introdujeron innovaciones que solo eran novedosas para sí mismas, pues correspondían a productos mejorados que ya existían en el mercado nacional e internacional.

La evidencia aquí expuesta, tanto para empresas de manufactura como de servicios y comercio, soporta además la idea señalada en el estudio sobre la dinámica de la actividad empresarial en Colombia, del *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM) en Colombia (Varela, y otros, 2020), que indica que la mayoría de las empresas en el país ofrecen productos y servicios tradicionales y solo un grupo menor comercializa productos novedosos.

Tabla 4. Número de empresas innovadoras según tipo y grado de innovación, 2015-2020

Tipo y grado de innovación	Manufactura			Servicios	
	EDIT VIII (2015 – 2016)	EDIT IX (2017 – 2018)	EDIT X (2019 – 2020)	EDITS VI (2016 – 2017)	EDITS VII (2018 – 2019)
Producto nuevo	599	430	612	465	710
Producto mejorado	571	578	557	334	686
Procesos	1.393	1.298	1.494	1.345	2.398

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

Consecuentemente con la disminución en el número de empresas innovadoras también se ha incrementado el número de empresas que consideran que existen obstáculos de importancia media y alta asociados a la innovación, en la Tabla 5 se resumen los principales obstáculos, asociados a capacidades internas e información,

riesgos, y el entorno. En general, los principales obstáculos se asocian a las capacidades internas y a la escaza información.

Destaca que para tanto para el sector de manufactura como de servicios, la escasez de recursos propios fue el obstáculo en el que más empresas consideraron que la importancia era alta a la hora de innovar, seguido por la incertidumbre frente a la demanda que tendría el producto (bien o servicio) innovador, y la baja cultura innovadora (principalmente para empresas manufactureras). Contrariamente, un menor número de empresas consideró como de alta importancia la escasa información disponible sobre tecnología, la baja oferta se servicios de inspección, pruebas, certificación y verificación, y la insuficiente capacidad del sistema de propiedad intelectual.

Tabla 5. Número de empresas innovadoras que consideran que el desarrollo de la innovación se vio afectado por diferentes tipos de obstáculos, 2015-2020

Sector	Manufactura			Servicios	
Encuesta	EDIT VIII (2015 – 2016)	EDIT IX (2017 – 2018)	EDIT X (2019 – 2020)	EDITS VI (2016 – 2017)	EDITS VII (2018 – 2019)
Obstáculos asociados a información y capacidades internas					
Escasez de recursos propios	1.055	1.032	1.141	1.108	1.686
Falta de personal calificado	858	795	868	875	1.422
Dificultad para el cumplimiento de regulaciones	716	734	794	736	1.206
Escasa información sobre mercados	839	835	889	781	1.232
Escasa información sobre tecnología disponible	761	797	847	718	1.183
Escasa información sobre instrumentos públicos de apoyo	819	812	875	750	1.185
Baja cultura de la innovación	n.d.	n.d.	1.233	n.d.	1.555
Total	**1.365**	**1.309**	**1.477**	**1.350**	**2.211**
Obstáculos asociados a riesgos					
Incertidumbre frente a la demanda de bienes y servicios innovadores	1.073	1.075	1.144	1.035	1.635
Incertidumbre frente al éxito en la ejecución técnica del proyecto	998	1.011	1.048	977	1.588
Baja rentabilidad de la innovación	918	952	886	911	1.474
Total	**1.248**	**1.222**	**1.368**	**1.208**	**1.920**

Sector	Manufactura			Servicios	
Encuesta	**EDIT VIII (2015 – 2016)**	**EDIT IX (2017 – 2018)**	**EDIT X (2019 – 2020)**	**EDITS VI (2016 – 2017)**	**EDITS VII (2018 – 2019)**
Obstáculos asociados al entorno					
Dificultades para acceder a financiamiento externo a la empresa	792	772	838	772	1.249
Escasas posibilidades de cooperación con otras empresas	761	771	938	790	1.207
Facilidad de imitación por terceros	1.007	913	736	437	1.219
Insuficiente capacidad del sistema de propiedad intelectual	702	675	737	577	998
Baja oferta se servicios de inspección, pruebas, certificación y verificación	680	656	966	612	994
Competencia desleal en el mercado	n.d.	n.d.	913	n.d.	1.177
Total	**1.252**	**1.161**	**1.344**	**1.127**	**1.847**

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

Nota: Se incluyen las empresas que consideraron para cada obstáculo que este tuvo una importancia media o alta a la hora de innovar.

De otro lado, considerando el efecto que la innovación puede representar para las empresas, en la Tabla 6 se evidencia cuántas de las empresas innovadoras de manufactura, servicios y comercio, para la última encuesta respectivamente, tuvieron ventas correspondientes a las innovaciones introducidas. Se encuentra que, del total de empresas innovadoras del sector de manufactura, el 52,58% (928 empresas) tuvieron ventas de sus productos innovadores en el mercado nacional y 29,35% (518 empresas) en el mercado extranjero.

En el caso de las empresas innovadoras en el sector servicios y comercio, el 38,17% (1.029 empresas) reportó ventas de sus productos innovadores en el mercado nacional y 4,78% (129 empresas) en el mercado internacional. Asimismo, se evidencia que el porcentaje de las ventas de productos innovadores respecto al total de ventas de las empresas es relativamente bajo, entre el 1% y el 20%; destaca también un conjunto de 120 empresas para las cuales más del 40% de sus ventas correspondió a la

comercialización de sus productos innovadores. Es de mencionar también, que consecuente con el grado de novedad de las innovaciones introducidas, la mayoría de las ventas corresponden a bienes o servicios que eran novedosos solamente para las empresas que los desarrollaron, y no tanto para el mercado nacional o internacional.

Tabla 6. Número de empresas con ventas de productos innovadores, según porcentaje y área geográfica de las ventas, 2018-2020

Sector	EDIT X (2019 – 2020)			EDITS VII (2018 – 2019)		
Porcentaje de ventas	**0% - 20%**	**21% - 40%**	**41% - 100%**	**0% - 20%**	**21% - 40%**	**41% - 100%**
Bienes o servicios nuevos o mejorados para la empresa						
Ventas nacionales	816	72	31	840	44	120
Ventas extranjeras	379	18	21	105	1	5
Bienes o servicios nuevos o mejorados para el mercado nacional						
Ventas nacionales	57	1	0	83	1	3
Ventas extranjeras	37	1	1	19	1	1
Bienes o servicios nuevos o mejorados para el mercado internacional						
Ventas nacionales	10	0	0	6	0	0
Ventas extranjeras	10	0	0	0	0	0
Total empresas innovadoras en bienes o servicios						
Ventas nacionales	928			1.029		
Ventas extranjeras	518			129		
Total empresas innovadoras	**1.765**			**2.696**		

Fuente: DANE. EDITS VII, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

Otro aspecto para destacar sobre las empresas innovadoras tiene que ver con la vinculación con el sector público, pues una de las estrategias que diferentes gobiernos emplean para favorecer la innovación son las compras públicas, a partir de la cual se incentiva el desarrollo y venta de productos innovadores. De acuerdo con las últimas encuestas de desarrollo e innovación tecnológica, la proporción de empresas innovadoras que han tenido contratos con entidades públicas (nacionales o del extranjero) ha venido disminuyendo, mientras en el periodo 2015-2016 representaban

el 22% de las empresas manufactureras innovadoras, en el periodo 2019-2020 solo representaron el 17%, y en el caso de las empresas de servicios y comercio pasaron de 43% a 40% de 2016-2017 a 2018-2019 respectivamente.

En números absolutos, para el sector de manufactura, tanto las empresas con contratos con el sector público en general, como las que suministran innovaciones al sector público ha disminuido para los últimos 6 años. En el caso de los sectores de servicio y comercio el comportamiento ha sido el opuesto, se ha incrementado el número de empresas con contratos con entidades públicas y también lo ha hecho el número de empresas que suministran innovaciones a este tipo de entidades. Así mismo, se ha mantenido una mayor proporción de estos vínculos con entidades públicas nacionales que con extranjeras, para empresas tanto de servicios y comercio como de manufactura.

Tabla 7. Número de empresas innovadoras que tuvieron contratos con entidades del sector público (nacional o extranjero) y que les suministraron innovaciones de producto, 2015-2020

Sector	Manufactura			Servicios	
Encuesta	**EDIT VIII (2015 – 2016)**	**EDIT IX (2017 – 2018)**	**EDIT X (2019 – 2020)**	**EDITS VI (2016 – 2017)**	**EDITS VII (2018 – 2019)**
Empresas con contratos con el sector público					
Entidad pública nacional	364	320	288	698	1.069
Entidad pública extranjera	40	34	36	54	76
Total	**372**	**323**	**296**	**703**	**1.077**
Empresas que suministran innovaciones al sector público					
Entidad pública nacional	106	102	84	205	348
Entidad pública extranjera	18	18	14	22	28
Total	**111**	**105**	**84**	**209**	**352**

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

Inversión en actividades conducentes a la innovación

Para el desarrollo e introducción de innovaciones las empresas realizan inversiones en diferentes actividades conducentes a la innovación, entre ellas aquellas ejecutadas con la intensión de producir, promover, difundir y/o aplicar conocimientos científicos y técnicos. En este sentido, como señalan Velásquez y otros (2018), la inversión en I+D se correlaciona con la introducción de innovaciones en los servicios, además que las innovaciones mejoran la productividad como se evidencia en la industria manufacturera. No obstante, se reconocen también otro tipo de inversiones como las reportadas en la Tabla 8.

De acuerdo con la Tabla 8, la actividad conducente a la innovación en la que más se invierte es Adquisición de maquinaria y equipo, alrededor del 32,3% de toda la inversión, las siguientes actividades con mayor inversión en promedio son I+D y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y desarrollo de software y actividades de análisis de datos. De hecho, en 2020, la inversión en maquinaria y equipo fue de 42,5% y del 19,7% la de I+D.

Respecto a las actividades de menor inversión durante los últimos años, estás corresponden a: i) adquisición o uso de propiedad intelectual, ii) ingeniería, diseño y otras actividades de trabajo creativas, iii) edificaciones para actividades de innovación, y iv) actividades para el desarrollo de métodos organizativos (estos dos últimos tipos de actividades se incluyeron en las últimas Encuestas de Desarrollo Tecnológico e Innovación). Se evidencia, además, que la inversión se ha incrementado en general para todas las empresas, principalmente para aquellas de servicios y comercio.

Tabla 8. Monto invertido por las empresas innovadoras en actividades conducentes a la innovación, según tipo de actividad, 2015-2020
(Cifras en miles de millones de pesos)

Actividad conducente a la innovación	2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Actividades de I+D Internas	766,1	932,9	767,0	1.424,9	1.481,2	344,1
Adquisición de I+D externa	30,8	151,8	182,4	405,3	477,4	58,7
Adquisición de maquinaria y equipo	880,2	1.427,1	1.295,3	1.463,7	2.138,8	744,2
TIC, desarrollo de software y actividades de análisis de datos	158,5	847,7	886,5	1.185,9	1.689,9	173.0

Actividad conducente a la innovación	2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Mercadotecnia	82,4	202,7	152,2	179,8	229,4	86,1
Adquisición o uso de propiedad intelectual	135,1	169,8	66,7	21,0	35,0	8,5
Asistencia técnica y consultoría	51,7	164,4	168,2	212,2	385,3	122,2
Ingeniería, diseño y otras actividades de trabajo creativas	162,1	24,5	55,2	85,6	178,8	100,4
Formación y capacitación	8,6	46,4	47,7	98,2	108,4	20,7
Edificaciones para actividades de innovación	n.d.	n.d.	n.d.	246,4	311,9	54,8
Actividades para el desarrollo de métodos organizativos	n.d.	n.d.	n.d.	40,5	80,0	37,2
Total	**2.275,4**	**3.967,3**	**3.621,2**	**5.363,6**	**7.116,2**	**1.749,8**

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

* Incluye solamente la inversión de las empresas de Manufactura.

Los recursos para el financiamiento de las actividades de innovación pueden provenir de diferentes recursos además de los propios de las empresas, por ejemplo, de recursos públicos o privados, provenientes de terceros tales como el crédito, las inversiones de capital, la banca privada, las agencias u organizaciones privadas (nacionales e internacionales), entre otros. En la Tabla 9 se evidencia que la mayor parte de la inversión que realizan las empresas proviene de sus ingresos (en promedio el 82,8% del total de inversión), seguido de los recursos de banca privada (en promedio el 11,0% del total de inversión) y los recursos de otras empresas del grupo (en promedio 3,4% del total).

Contrariamente, la menor parte de la financiación de las actividades conducentes a la innovación proviene de fondos de capital privado, principalmente extranjero, y de recursos de cooperaciones o donaciones. Los datos recabados para las empresas en Colombia, a partir de la EDIT, son concordantes con lo evidenciado en la literatura, sobre el uso de los recursos propios como principal fuente de financiación de la innovación empresarial (Barona, Rivera, Aguilera, & Garizado, 2015).

De acuerdo con Velásquez y otros (2018), en el contexto global, los principales instrumentos públicos de soporte a la innovación en los últimos años son los préstamos, las subvenciones, la reducción de impuestos, las ayudas para la creación de redes, las ayudas públicas para la adquisición de información y asistencia a ferias comerciales. En el caso de Colombia, de acuerdo con las EDIT, los recursos públicos son la cuarta fuente de financiación y representan en promedio el 6% de la inversión; la mayor parte de estos corresponden a fondos obtenidos de las diferentes líneas de financiamiento público para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

Respecto a los obstáculos que deben enfrentar las empresas en Colombia para acceder a recursos de financiación público destacan: la dificultad para cumplir con los requisitos o completar trámites, el tiempo excesivo que toma los trámites, lo poco atractivo de las condiciones de financiación y la falta de información sobre requisitos y trámites.

Tabla 9. Monto invertido por las empresas innovadoras en actividades conducentes a la innovación según fuente de financiación, 2015-2020
(Cifras en millones de pesos)

Fuente de financiación	2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Recursos propios de la empresa	1.938,7	3.264,4	2.938,9	4.364,5	5.857,9	1.475,5
Recursos de otras empresas del grupo	29,9	95,4	29,1	32,3	133,6	60,1
Recursos públicos	12,8	156,7	162,0	533,4	559,0	14,4
Recursos de banca privada nacional	185,9	264,6	388,5	286,6	437,9	192,4
Recursos de banca privada extranjero	103,4	108,5	4,4	17,7	22,3	5,4
Recursos de otras empresas nacionales	3,4	33,5	32,8	48,0	45,6	1,7
Recursos de otras empresas extranjeras	0,4	4,3	9,3	2,8	12,6	0,0
Fondos de capital privado nacional	0,9	0,5	1,8	22,0	8,4	0,4
Fondos de capital privado extranjero	0,0	0,0	0,0	0,004	0,003	0,0
Recursos de cooperación o donaciones nacional	0,002	38,1	50,9	46,9	19,0	0,0

Fuente de financiación	2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Recursos de cooperación o donaciones extranjeras	0,0	1,2	3,4	9,4	20,1	0,009
Total	**2.275,4**	**3.967,3**	**3.621,2**	**5.363,6**	**7.116,2**	**1.749,8**

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

* Incluye solamente la inversión de las empresas de Manufactura.

En general, se evidencia que la inversión se ha incrementado durante los últimos años, aunque en 2017 se dio una disminución de casi 10%. Este incremento también se ha evidenciado en el Ranking de Innovación Empresarial de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), que indicó en su último informe que la inversión ha registrado un aumento significativo desde 2016 cuando se hizo el ranking por primera vez (Portafolio, 2022).

Personal y actividades de cooperación para la innovación

De acuerdo con Velásquez y otros (2018), el talento humano juega un papel clave en la innovación de las empresas, tanto en países emergentes como desarrollados; además, como señalan Li y otros (2006), el conocimiento que absorbe el personal contribuye a la obtención y uso de habilidades existentes y nuevas, que pueden ser implementadas o aprovechadas en pro de la innovación.

Por su parte, el DANE define el personal dedicado a actividades conducentes a la innovación como aquel que desarrolla actividades dentro de la empresa dirigidas a la producción, promoción, difusión y aplicación de conocimientos científicos y técnicos; y al desarrollo o introducción de servicios o bienes nuevos o mejorados, o la implementación de procesos nuevos o mejorados. En relación con esto, en la Tabla 10 se evidencia el volumen del personal dedicado a actividades conducentes a la innovación en las empresas colombianas.

Tabla 10. Personal que realizó actividades conducentes a la innovación en las empresas innovadoras, según nivel educativo, 2015-2020

Nivel de Educación		2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Doctorado (Ph.D)	Total	233	12.352	13.476	13.951	14.837	182
	Act. Innov	91	3.642	3.967	4.705	4.942	99
Maestría	Total	3.823	63.275	67.643	66.569	69.917	4.443
	Act. Innov	665	8.030	9.209	12.978	13.632	1.069
Especialización	Total	12.696	104.359	106.111	115.855	121.431	15.804
	Act. Innov	1.665	8.127	8.961	10.434	11.560	2.200
Profesional	Total	56.292	282.639	284.651	338.525	352.702	60.756
	Act. Innov	5.266	17.936	18.493	21.111	23.512	6.629
Tecnólogo	Total	33.453	106.793	109.503	143.746	151.697	42.457
	Act. Innov	2.076	3.876	3.484	4.467	5.285	2.283
Técnico	Total	44.856	164.172	171.427	234.364	247.395	54.959
	Act. Innov	1.831	3.581	3.011	3.399	4.141	1.768
Educación secundaria	Total	199.450	430.864	428.708	521.672	564.433	218.222
	Act. Innov	5.628	7.614	3.528	2.629	2.660	1.724
Educación primaria	Total	24.262	49.047	44.637	52.957	57.117	22.094
	Act. Innov	726	969	208	125	107	76
Formación Profesional Integral - SENA	Total	7.814	27.908	27.282	32.262	33.829	8.615
	Act. Innov	195	392	318	255	436	291
Ninguno	Total	3.001	11.063	10.376	8.444	7.100	1.949
	Act. Innov	11	13	8	4	4	5
Total	**Total**	**385.880**	**1.252.472**	**1.263.814**	**1.528.345**	**1.620.458**	**429.481**
	Act. Innov	**18.154**	**54.180**	**51.187**	**60.107**	**66.279**	**16.144**

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

* Incluye solamente la inversión de las empresas de Manufactura.

A partir de la Tabla 10 se evidencia que la mayor parte del personal empleado en las empresas encuestadas tiene educación secundaria, y para el caso del personal que desarrolla actividades conducentes a la innovación la mayoría tienen título profesional. Destaca que tanto el número total de empleados como el de los dedicados a innovación se ha incrementado de manera constante durante los últimos años. Se evidencia un incremento mayor, para el último año, del personal que trabaja en innovación y que tiene formación profesional integral del SENA (41,5%), técnica (18%), tecnológica (16%) y profesional (10%). Para el último año el personal dedicado a actividades de innovación aumentó en un 9,3% mientras que el personal total lo hizo en un 5,7%. No obstante, el personal dedicado a innovación ha representado en promedio el 4% del total personal ocupado, para el periodo entre 2015 y 2020.

Particularmente, en cuanto al personal total con formación de alto nivel (maestría y doctorado), hay una gran proporción que se dedica a actividades de innovación, en promedio el 32% de los doctores, el 16 de los magísteres y el 9% de los especialistas. En el último año, la proporción de personal dedicado a actividades de innovación, con formación de doctorado y maestría, se incrementó en un 5%, y en un 10% para el caso del personal con especialización. El aumento de los empleados dedicados a la innovación, con formación doctoral, en las empresas encuestadas guarda relación con los datos obtenidos del último Ranking de Innovación Empresarial, que señala como las empresas van incrementado su participación como fuente de empleo para los doctores en el país (Portafolio, 2022).

Respecto al personal que se dedica a actividades conducentes a la innovación y al área funcional en el que desarrollan sus actividades, la mayoría lo hacen desde el área de producción, en el caso de las empresas de manufactura, y en el área de I+D en el caso de las empresas de servicios y comercio. De otro lado, en cuanto a la desagregación por sexo se evidencia que en promedio el 34% del personal que desarrolla actividades de innovación en empresas de manufactura es mujer, mientras que en las empresas de servicios las mujeres representan el 43%. Particularmente en el área contable y financiera es donde hay una mayor proporción de mujeres trabajando en actividades conducentes a la innovación, y contrariamente, la menor proporción se ubica en el área de dirección (Ver Tabla 11). Estos aspectos de brecha de genero son relevante de analizar tanto para Colombia como a nivel mundial, como se indicó más arriba, estudios sobre este tema permitirán direccionar mejor las acciones para cerrar la brecha e incrementar la participación de las mujeres.

Tabla 11. Personal que realizó actividades conducentes a la innovación en las empresas innovadoras, según sexo y área funcional de la empresa, 2015-2020

Área funcional	Sexo	Manufactura			Servicios	
		EDIT VIII (2015 - 2016)	EDIT IX (2017 - 2018)	EDIT X (2019 - 2020)	EDITS VI (2016 - 2017)	EDITS VII (2018 - 2019)
Dirección General	Hombre	982	813	876	2.227	2.298
	Mujer	313	248	330	2.520	1.390
Administración	Hombre	1.508	1.084	1.264	2.935	3.107
	Mujer	1.131	775	975	2.369	2.872
Mercadeo y Ventas	Hombre	1.104	739	836	1.461	1.782
	Mujer	1.157	648	821	1.232	1.747
Producción	Hombre	7.627	3.805	4.476	3.547	6.151
	Mujer	2.510	1.121	1.402	2.861	2.950
Contable y Financiera	Hombre	234	151	259	476	741
	Mujer	371	211	367	627	1.005
Investigación y Desarrollo (I+D)	Hombre	2.258	2.343	2.693	11.635	16.337
	Mujer	1.394	1.341	1.845	7.931	11.823
Total	**Hombre**	**13.713**	**8.935**	**10.404**	**22.281**	**30.416**
	Mujer	**6.876**	**4.344**	**5.740**	**17.540**	**21.787**

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

Por otra parte, al analizar la distribución del personal que se dedica actividades de innovación según su ubicación geográfica, para entender y conocer cómo se fortalecen los sistemas de innovación locales, se encuentra que la mayoría se concentran en los departamentos con sistemas de innovación más robustos, sistemas productivos más eficientes y desarrollados, y que históricamente han tenido un mejor desempeño en el Índice Departamental de Innovación para Colombia (DNP & OCyT, 2022), principalmente en Bogotá-Cundinamarca, Antioquia, Atlántico, Santander y Valle. Así mismo, la menor concentración se evidencia en los departamentos con menor desarrollo y capacidades de innovación, entre estos: Vaupés, Putumayo, Guainía, San Andrés y Providencia, Chocó, Vichada y Guaviare (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Personal que realizó actividades conducentes a la innovación en las empresas innovadoras según departamento, 2015-2020

Departamento	2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Amazonas	4	19	41	155	211	26
Antioquia	5.852	12.245	9.898	11.245	11.961	4.164
Arauca	0	13	75	51	64	4
Atlántico	1.004	2.995	2.710	2.216	2.310	916
Bogotá D.C.	5.090	20.138	19.661	21.111	23.130	3.786
Bolívar	306	652	962	2.276	3.066	1.068
Boyacá	409	996	796	1.066	1.351	123
Caldas	550	1.554	1.311	1.317	1.143	423
Caquetá	5	38	48	139	158	0
Casanare	14	103	143	190	183	17
Cauca	222	803	992	1.245	1.238	45
Cesar	22	147	257	393	388	13
Chocó	0	13	21	37	59	0
Córdoba	23	600	697	590	756	42
Cundinamarca	1.108	2.496	2.568	2.760	3.392	1.719
Guainía	2	8	9	33	66	2
Guaviare	0	6	2	65	68	1
Huila	43	330	362	783	710	41
La Guajira	2	39	47	893	928	3
Magdalena	48	478	541	601	666	11
Meta	73	575	570	756	639	39
Nariño	13	394	465	593	700	71
Norte de Santander	138	379	320	418	479	86
Putumayo	2	14	12	27	44	1
Quindío	47	488	483	717	648	141
Risaralda	337	890	804	996	1.231	506
San Andrés y Providencia	0	8	11	41	57	4
Santander	784	2.484	2.163	2.509	2.963	641
Sucre	30	161	218	274	269	18
Tolima	133	543	495	630	631	55
Valle del Cauca	1.893	4.552	4.480	5.910	6.681	2.170
Vaupés	0	2	3	33	26	0

Departamento	2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Vichada	0	17	22	37	63	8
Total	**18.154**	**54.180**	**51.187**	**60.107**	**66.279**	**16.144**

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

* Incluye solamente la inversión de las empresas de Manufactura.

Como se ha descrito hasta aquí, el desarrollo e introducción de innovaciones está influenciado por el personal que desarrolla estas actividades, así como por la inversión y los recursos económicos que las empresas dedican para ello. No obstante, tal como indica el DANE (2020), "la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación en la empresa, depende en parte de la diversidad y estructura de las relaciones que ella establece con otras organizaciones (públicas, privadas o mixtas) y del grado de utilización de fuentes de información para proveerse de nuevas ideas para desarrollar o implementar innovaciones".

Además, "dichas relaciones pueden existir tanto con fuentes internas a la empresa, es decir grupos, departamentos o personas dentro de la misma empresa u otras empresas del mismo grupo; como con fuentes externas a la empresa, es decir, organizaciones o empresas que no pertenecen al grupo empresarial, o medios de información de libre acceso" (DANE, 2020).

En el caso de las fuentes internas de ideas para innovar, las empresas innovadoras en mayor medida consideran importantes las ideas provenientes de los directivos de la empresa, así como las que surgen de los departamentos de: producción u operaciones y del de mercadeo y ventas. En el caso de las fuentes externas, la principal fuente es el internet, seguido de los clientes, los proveedores y las normas y reglamentos técnicos. Contrariamente, las fuentes externas consideradas menos relevantes son las Incubadoras de empresas de base tecnológica, los Parques Tecnológicos y Centros Regionales de Productividad, y los Centros de formación o Tecnoparques SENA.

De otro lado, particularmente sobre el establecimiento de relaciones de cooperación con otros actores, las empresas innovadoras en Colombia siguen el patrón de otros

países, que como se ha documentado en la literatura, por ejemplo, Velásquez y otros (2018), se concentra en vínculos con entidades dedicadas a la investigación, proveedores y consultores especializados, pues a partir de estos se facilita la introducción de innovaciones, mediante la transferencia de conocimientos y tecnologías, y la capacitación.

Como señalan Castillo y Gómez (2021), las empresas toman la decisión de cooperar con los actores del sistema para compartir los costos y riesgos, o para adquirir recursos y capacidades asociados a los procesos de innovación. El desarrollo de la innovación empresarial requiere de conocimientos y procesos avanzados que se pueden encontrar con la ayuda y cooperación de las organizaciones de conocimiento. En el caso de las empresas innovadoras del sector de manufactura, los principales socios son los proveedores (para la adquisición de maquinaria y la asistencia técnica), clientes (para actividades de I+D y mercadotecnia) y universidades (para I+D y asistencia técnica y consultoría). Por su parte, para las empresas innovadoras del sector servicios y comercio, los principales socios son los proveedores (para las TIC y la asistencia técnica y consultoría), universidades (para I+D y formación y capacitación), y los consultores, expertos o investigadores (para la asistencia técnica y consultoría y TIC). Contrariamente, tanto para empresas de servicios y comercio como de manufactura los socios menos frecuentes son los Parques Tecnológicos y Centros Regionales de Productividad.

Sobre los socios y los objetivos de la cooperación hay un amplio campo de investigación, pues este tipo de vínculos podría tener efectos sobre el tipo de innovación generada. Como señalan Castillo y Gómez (2021), algunos estudios han demostrado que la cooperación con empresas nacionales tiene un mayor efecto sobre la innovación de producto y proceso, mientras que la cooperación con organizaciones del conocimiento nacionales aporta más a la innovación organizacional. En el caso colombiano se podría realizar este análisis, para contribuir a identificar los determinantes de los diferentes tipos de innovación y a generar insumos para el diseño de políticas públicas que ayuden a superar algunos de los obstáculos que imposibilitan la cooperación.

Conclusiones

De acuerdo con las últimas encuestas de desarrollo e innovación tecnológica, cerca del 22,7% (1.765) de las empresas encuestadas presentaron un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado, o un proceso productivo nuevo (un 12,3% más que el periodo anterior). En el caso de servicios y comercio la proporción de empresas innovadoras fue mayor, alcanzando casi el 29% de las empresas analizadas (2.696) y representó un aumento del 63% en relación con el periodo anterior.

Según el tipo de innovación, de producto o proceso, y el grado de innovación (nuevo o mejorado), se encontró que la mayoría de las empresas innovan en los procesos, ya sea en un proceso productivo o de prestación del servicio, un método organizativo, una técnica de comercialización, un método de procesamiento de información, un método de distribución o de contabilidad, y un poco menos innovan en productos. No obstante, es de destacar que la mayoría de las innovaciones de productos corresponden a bienes o servicios nuevos, y en menor medida a mejora de productos existentes en las empresas.

Por otra parte, la escasez de recursos propios, tanto para el sector de manufactura como de servicios, fue el obstáculo en el que más empresas consideraron que la importancia era alta a la hora de innovar, seguido por la incertidumbre frente a la demanda que tendría el producto (bien o servicio) innovador, y la baja cultura innovadora (principalmente para empresas manufactureras).

Respecto a las empresas innovadoras investigadas que invirtieron en actividades conducentes a la innovación, se encontró que en el sector manufactura la inversión reflejó una disminución de alrededor del 14% en relación con el año anterior, mientras que la de las empresas de servicio y comercio se incrementó en más de un 30%. En cuanto a las fuentes de financiación, la mayor parte continúan siendo recursos propios de las empresas, seguido por los recursos obtenidos mediante créditos (banca privada) para las empresas de manufactura, y por recursos públicos para las empresas innovadores de los sectores de servicio y comercio.

Por otra parte, el personal ocupado que participó en la realización de actividades conducentes a la innovación en las empresas innovadoras investigadas ha aumentado gradualmente en los últimos años. Lo anterior es positivo, pues puede tener un efecto

más adelante en el número de innovaciones introducidas, así como en el grado de novedad. En el sector manufactura, casi el 4% del total del personal empleado se dedicó a actividades para innovar durante el último año; proporción similar al de las empresas de los sectores de servicios y comercio, que correspondió a 4,45%.

Por último, sobresale el volumen de empresas innovadoras que cooperan o participan activamente con otras empresas o entidades en la realización de actividades conducentes para la innovación. Tanto para los sectores de manufactura como de servicios y comercio, los principales socios son proveedores(as), clientes(as) y/o universidades.

Descargue aquí los indicadores del capítulo

https://ocyt.org.co/wp-content/uploads/2022/12/Indicadores-Innovacion.xlsx

Bibliografía

Barona, B., Rivera, J. A., Aguilera, C. I., & Garizado, P. (2015). . Financiación de la innovación en Colombia. *Entramado*.

Castillo, Y., & Gómez, C. (2021). Efectos de la cooperación tecnológica sobre la actividad innovadora del sector manufacturero de Colombia. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 11*(3), 479-492.

DANE. (2020). *EDITS 2018 - 2019*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit

DANE. (2021). *Boletín Técnico. Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica Industria manufacturera (EDIT X)*. Bogotá: Dane.

DNP & OCyT. (2022). *Índice Departamental de Innovación para Colombia*. Bogotá: DNP - OCyT.

Gómez, M., Villalba, M., & Pérez, D. (2020). Análisis comparativo de las capacidades de innovación tecnológica de la industria manufacturera colombiana, 2006-2014. Una revisión a partir de la metodología de clases latentes. *Innovar, 30*(77), 93-106.

Ince, H., Zeki, S., & Turkcan, H. (2016). The effect of technological innovation capabilities and absorptive capacity on firm innovativeness: a conceptual framework. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 764-770.

Li, Y., Zhao, Y., & Liu, Y. (2006). The relationship between HRM, technology innovation and performance in China. *International Journal of Manpower, 27*(7), 679-697.

Padilla, A., Rivera, J., & Ospina, J. (2019). Desempeño financiero de las empresas más innovadoras del sector real de Colombia. *Entramado, 15*(1), 78-97.

Portafolio. (12 de agosto de 2022). *Andi presenta ranking de las empresas más innovadoras del país en 2022*. Obtenido de https://www.portafolio.co/negocios/empresas/andi-presenta-ranking-de-las-empresas-mas-innovadoras-del-pais-en-2022-569505

Saldarriaga, M., Guzmán, M., & Concha, E. (2019). Innovación Empresarial: Factor de competitividad y calidad de vida en Popayán, Colombia. *Revista Venezolana de Gerencia*, 150-164.

Varela, R., Moreno, J., Soler, J., Pereira, F., Osorio, F., Gómez, E., . . . Gómez, L. (2020). *Dinámica de la Actividad Empresarial en Colombia*. Cali: Editorial Universidad Icesi.

Velásquez, S., Pino, A., Restrepo, E., & Viana, N. (2018). Innovación en empresas: estado del arte considerando tendencias para su implementación. *Revista Espacios, 39*(48), 7-21.

WIPO. (2022). *Global Innovation Index 2022: What is the future of innovation-driven growth?* Ginebra: World Intellectual Property Organization.

Nota metodológica

Las fuentes de información para los indicadores aquí calculados y presentados son las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica de los sectores de manufactura y servicios y comercio (EDIT – EDITS), llevadas a cabo por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), que incorpora las recomendaciones del Manual de Oslo de la OCDE y los lineamientos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT). Las encuestas tienen como objetivo caracterizar la dinámica tecnológica y las actividades de innovación y desarrollo tecnológico en las empresas colombianas. La operación estadística que se desarrolla es tipo censo, en el que la unidad de estudio son las empresas colombianas que cumplen los parámetros de inclusión establecidos para cada encuesta.

Los parámetros de inclusión difieren entre cada encuesta: Para el caso de la EDITS depende de la actividad económica, determinados para el universo de estudio de las empresas de servicios y comercio; mientras que, para la EDIT, corresponde a las empresas industriales que tienen establecimientos con 10 o más personas ocupadas o que en su defecto registren un valor de producción anual igual o superior a un valor que se especifica para cada año de referencia (DANE, 2021).

La ventana de observación del capítulo contempla para el caso de la EDITS desde 2016 hasta 2019 (EDITS VI y VII) y para la EDIT desde 2015 hasta 2020 (EDIT VIII-X). Las empresas innovadoras se determinaron como aquellas categorizadas por el DANE (2021), como empresas innovadoras en sentido estricto o amplio. Las empresas innovadoras en sentido estricto son aquellas que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional; mientras que las empresas innovadoras en sentido amplio son las que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado nacional o un bien o servicio nuevo o mejorado para la empresa, o que implementaron un proceso productivo nuevo o significativamente mejorado para la línea de producción principal o para las líneas de producción complementarias o una forma organizacional o de comercialización nueva.

Para la construcción de la variable del tamaño de la empresa se consideró el criterio de Manual de Oslo, que propone una clasificación de empresas por tamaño según número de empleados: i) Pequeña: Empresas que reportaron máximo 49 empleados,

ii) Mediana: Empresas que reportaron entre 50 y 249 empleados, iii) Grande: Empresas que reportaron 250 empleados o más.

Glosario

- Innovación: producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de los mismos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad y que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o puesto en uso por la unidad (proceso) (OCDE & Eurostat, 2018).
- Actividades conducentes a la innovación: comprende todas las actividades de desarrollo, financieras y comerciales, llevadas a cabo por la empresa para producir, promover, difundir y/o aplicar conocimientos científicos y técnicos, orientadas a la introducción de bienes o servicios nuevos o mejorados, o la implementación de procesos nuevos o mejorados (DANE, 2021).
- Cooperación: significa la participación activa con otras empresas o entidades no comerciales en proyectos conjuntos de investigación, desarrollo e innovación u otro tipo de actividades conducentes a la innovación. No implica necesariamente que las dos partes obtengan beneficios económicos de la cooperación. Se excluye la simple contratación de servicios o trabajos de otra organización sin cooperación activa (DANE, 2021).
- Empresas innovadoras: conjunto de empresas innovadoras en sentido estricto o amplio, que han introducido innovaciones dentro del proceso de observación, o que han realizado inversiones con el propósito de innovar, o que han abandonado o tienen en marcha un proyecto de innovación.
- Empresas innovadoras en sentido estricto: son aquellas que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional.
- Empresas innovadoras en sentido amplio: son las que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado nacional o un bien o servicio nuevo o mejorado para la empresa, o que implementaron un proceso productivo nuevo o significativamente mejorado para la línea de producción principal o para las líneas de producción complementarias o una forma organizacional o de comercialización nueva.

- Personal que participa en las actividades conducentes a la innovación: corresponde al que desarrolla, ya sea en dedicación permanente o parcial, actividades dentro de la empresa dirigidas a la producción, promoción, difusión y aplicación de conocimientos científicos y técnicos; y al desarrollo o introducción de servicios o bienes nuevos o mejorados, o la implementación de procesos nuevos o mejorados (DANE, 2021).

Abreviaturas

(ANDI) Asociación Nacional de Empresarios de Colombia

(CIIU) Clasificación Internacional Industrial Uniforme

(DANE) Departamento Administrativo Nacional de Estadística

(DNP) Departamento Nacional de Planeación

(EDIT) Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica para el sector de manufactura

(EDITS) Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica para el sector de servicios y comercio

(Eurostat) Oficina Europea de Estadística

(GEM) Global Entrepreneurship Monitor – Monitor Global de Emprendimiento

(GII) Global Innovation Index – Índice Mundial de Innovación

(IDIC) Índice Departamental de Innovación para Colombia

(I+D) Investigación y Desarrollo

(OCDE) Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

(OCyT) Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

(RICYT) Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana

(SENA) Servicio Nacional de Aprendizaje

(TIC) Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

(WIPO) World Intellectual Property Organization – Organización Mundial de la Propiedad Intelectual