

Producción científica de los investigadores mexicanos sobre el covid-19

Scientific production of Mexican researchers on covid-19

Gilberto Parra Huerta / Eva Ugarte Pineda

En este artículo se examina la producción científica en México sobre el nuevo coronavirus (SARS-CoV-2 o covid-19). Analizamos los artículos nacionales que aparecen en Scopus en el periodo enero-octubre de 2020. Nos enfocamos esencialmente en cinco aspectos: 1) comparar la producción nacional en torno al covid-19 con la de otros países; 2) examinar la relación entre el gasto en investigación y desarrollo (IyD) y el número de artículos sobre el covid-19; 3) estudiar el rol de la colaboración internacional sobre la producción académica nacional; 4) identificar las instituciones que más artículos generan sobre el tema; 5) construir un mapa de términos a partir de los títulos y resúmenes de las 565 publicaciones nacionales, con el objetivo de identificar las áreas de investigación donde trabajan los científicos mexicanos.

Palabras clave: covid-19, producción científica, colaboración internacional, gasto en IyD, bibliometría.

This article examines the scientific production in Mexico on the new coronavirus disease (SARS-CoV-2 or covid-19). We analyze the national articles that appear in Scopus in the period January-October 2020. We focus on five aspects: 1) comparing the national production on covid-19 to that of other countries; 2) examining the relationship between research and development (R&D) spending and the number of articles on covid-19; 3) studying the role of international collaboration on national academic production; 4) identifying the institutions that generate the most articles on the subject; 5) creating a map of terms as of the titles and abstracts of the 565 national publications, with the objective of identifying the research areas where Mexican scientists work.

Key words: covid-19, scientific production, international collaboration, R&D spending, bibliometrics.

Fecha de recepción: 16 de noviembre de 2020

Fecha de dictamen: 27 de febrero de 2021

Fecha de aprobación: 19 de abril de 2021

INTRODUCCIÓN

El 31 de diciembre de 2019 la Comisión Municipal de Salud de Wuhan notificó a la Organización Mundial de la Salud (OMS) la existencia de un brote de neumonía de etiología desconocida. El 30 de enero de 2020, la OMS señaló que existían 7 711 casos confirmados del nuevo coronavirus en China y 83 en otros 18 países. El 11 de marzo de 2020, la OMS declaró que el covid-19 podía caracterizarse como una pandemia por sus niveles de propagación y gravedad (OMS, 2020). En su página oficial¹ la OMS señala que, hasta el 30 de marzo de 2021, había 127 349 248 casos confirmados y 2 787 593 fallecidos a causa de la enfermedad.

La dispersión acelerada del covid-19 por todo el mundo está acompañada de un incremento notable de la actividad científica a nivel global (Zyoud y Al-Jabi, 2020). La ciencia desempeña un papel esencial en el entendimiento y la contención del nuevo coronavirus. Los responsables de la política sanitaria regularmente se basan en la información científica para tomar decisiones referentes al uso de fármacos, detección de grupos de riesgo y definición de las características epidemiológicas de las enfermedades (Soltani y Patini, 2020). Asimismo, las publicaciones científicas pueden brindar información sobre las afectaciones del coronavirus en dimensiones más allá de la sanitaria, por ejemplo, sobre el empleo (Bauer y Weber, 2020), el mercado de valores (He *et al.*, 2020), la educación (Gonzalez *et al.*, 2020) o el turismo (Mariolis, Rodousakis y Soklis, 2020).

En este trabajo se revisa la literatura en torno al covid-19 desde un enfoque bibliométrico. La bibliometría puede definirse como la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos a los libros y otros medios de comunicación (Pritchard, 1969:349). La bibliometría tiene varias áreas de aplicación, por ejemplo se utiliza para examinar la estructura y la evolución de las disciplinas científicas, examinar los patrones de la colaboración científica o evaluar el desempeño de académicos, instituciones o regiones (Glänzel *et al.*, 2019). En esta investigación nos enfocamos en evaluar la producción académica referente al nuevo coronavirus en la que participan los investigadores mexicanos.

El artículo tiene la siguiente estructura. Primero se presenta una revisión de estudios previos sobre la producción académica asociada con el covid-19. Posteriormente se hace una descripción de las fuentes de información, la metodología empleada para identificar las publicaciones y las herramientas informáticas utilizadas en el análisis. Después se exponen y analizan los resultados; y finalmente las conclusiones.

¹ [<https://www.who.int/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019>].

LITERATURA PREVIA

Existen varias investigaciones que han develado aspectos relacionados con la estructura de la producción científica a escala nacional y global en torno al covid-19. Fan *et al.* (2020) realizan una comparación bibliométrica de los artículos del área médica publicados en los idiomas inglés y chino durante la fase inicial de la pandemia (hasta marzo de 2020). Los autores encontraron que los artículos en idioma chino han permitido a los médicos locales acceder a la información esencial relacionada con el manejo y caracterización del virus, especialmente en las regiones más remotas de China; mientras que las publicaciones en inglés facilitan a los especialistas el flujo de información a escala internacional.

Un análisis de la producción académica de investigadores iraníes sobre el covid-19 es realizado por Shamsi *et al.* (2020). Su trabajo se enfoca en los documentos que hasta el 10 de julio de 2020 se encontraban en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science. Estos autores muestran que además de los artículos originales, las cartas al editor han sido uno de los principales tipos de publicación a los que han recurrido los investigadores iraníes ya que éstas constituyen el modo más corto y rápido de difundir información científica. Muchas de estas contribuciones desembocan posteriormente en artículos originales. Asimismo, el estudio revela que las publicaciones con autores iraníes tienen un Índice-H de 18, el cual es ligeramente superior al promedio mundial en los trabajos referentes al covid-19. No obstante, la mayoría de los documentos han sido publicados en revistas locales. Otro aspecto relevante que exploran es la colaboración internacional. Encontraron que la red de cooperación científica de los investigadores iraníes muestra pocas conexiones, pues los académicos utilizaron solamente 2.2% de sus vínculos potenciales.

Homolak, Kodvanj y Virag (2020) cuantifican los patrones de distribución y disponibilidad de información académica relacionada con el covid-19. Evalúan la calidad del flujo de información y de la colaboración científica. Por una parte, señalan que el interés global por el tema propicia que los investigadores opten por difundir información por medio de servidores de preimpresiones como BioRxiv y MedRxiv, dado que son una forma rápida de comunicar resultados a la comunidad científica y de recibir retroalimentación de un gran número de colegas alrededor del mundo. Otro aspecto importante es el notable aumento en el volumen de trabajos de investigación enviados a las revistas científicas, lo que se ve reflejado en un relajamiento de los protocolos de publicación estándar. En este sentido, se observa que los tiempos estándar de envío para publicación en las revistas del área de biomedicina en las que se publican la mayoría de los artículos sobre covid-19, oscilaban entre varias semanas y varios meses; pero a raíz de la emergencia sanitaria, estos tiempos se redujeron aproximadamente

cinco días. Estos cambios pueden significar también una desventaja en términos de la calidad de la información publicada. En este contexto, los servidores de preimpresiones también han funcionado como válvula de escape para aliviar la carga de trabajo sobre los editores de revistas arbitradas.

Por otra parte, Homolak, Kodvanj y Virag (2020) analizan el uso de diferentes idiomas en los artículos sobre covid-19 en revistas indexadas en PubMed. Encontraron que hay una gran cantidad de artículos en idiomas diferentes al inglés y que la mayoría de éstos fueron publicados en chino. Esta barrera del idioma es uno de los problemas más difíciles de superar para la difusión de la información global. En cuanto a la colaboración científica internacional, los hallazgos apuntan a que ésta ha sido modesta, la mayoría de los artículos publicados sobre covid-19 que se encuentran en Scopus tienen autores de un solo país.

Zhang *et al.* (2020) se plantean identificar los patrones de respuesta de la comunidad científica ante la emergencia global de salud mediante un estudio bibliométrico comparativo de los seis brotes de enfermedades infecciosas que han ocurrido en las últimas dos décadas: la epidemia de SARS en 2002-2003, la pandemia de influenza A (H1N1) en 2009, la epidemia de Ébola en 2014 y en 2018-2020, la epidemia del virus Zika en 2015-2016 y el covid-19 en 2019-2020. Los aspectos que abarca el análisis son el volumen de investigación, la región geográfica, el campo temático, el sector de investigación y la agencia de financiación. Los autores afirman que un estudio de esta naturaleza puede ser de utilidad para guiar a los responsables de la formulación de políticas en la planeación, creación y ajuste de estrategias científicas para dar respuesta a las emergencias sanitarias. Por una parte, el estudio revela que los campos de investigación más prolíficos son virología, enfermedades infecciosas e inmunología. Los patrones de publicación muestran que las regiones/países ponen más énfasis a las epidemias que se dan en su propia zona geográfica. Sin embargo, Europa y Norteamérica suelen involucrarse también en investigaciones de enfermedades con epicentro en otras regiones, tal es el caso del Ébola en África. No obstante, en el caso del SARS, la mayor parte de la investigación se realizó en China con participación de Estados Unidos, pero la investigación en Europa fue relativamente baja. Asimismo, un hallazgo interesante es que China pone énfasis en la investigación en bioquímica y biología molecular, mientras que Japón tiende a enfocarse en farmacología. Los resultados también indican que las universidades y las agencias de investigación que operan con recursos públicos son las que responden principalmente en las emergencias sanitarias mundiales. Con respecto a la pandemia de covid-19 en su fase inicial, China realizó un esfuerzo importante en la generación de conocimiento científico y su difusión internacional.

Otro documento interesante es el de Soltani y Patini (2020). Se trata de una carta al editor que pretende mostrar una evaluación de los artículos sobre covid-19 retractados de las revistas. Hasta el 18 de junio de 2020 los autores encontraron que 17 documentos fueron retirados, entre éstos seis preimpresiones, cinco artículos de investigación, dos cartas al editor, dos reportes de caso y dos documentos de comentarios. Los países con más artículos retirados son China con siete y Estados Unidos con seis. Las razones más comunes para la retractación fueron preocupaciones, problemas y errores en los resultados y/o conclusiones, así como en los datos. En general, parece que la razón principal detrás de estas retractaciones y retiros es la prisa por publicar rápidamente los artículos relacionados con el covid-19, ya sea por parte de los autores o de los editores de revistas y equipos de revisión.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, por sus siglas en inglés) publicó un estudio donde examina el rol de la ciencia y la innovación en el contexto de la crisis sanitaria (OECD, 2021). En un apartado del documento se analiza el estado de la producción científica a escala global con base en información de PubMed. La OECD muestra que se generaron 74 115 documentos en el periodo analizado. El liderazgo lo tiene Estados Unidos con 26 716 documentos, seguido de China con 9 276. Por otra parte, México tiene registrados 583 documentos en esa base de datos.

Por otro lado, O'Brien *et al.* (2020) examinaron la producción científica registrada en Scopus durante los primeros meses de la pandemia, por lo tanto, solamente identificaron 547 publicaciones. En ese momento el liderazgo lo llevaba China con 213 publicaciones. Otros análisis que aparecieron en los albores de la pandemia fueron el de Pascual y Torrell (2020) y el de Gregorio, Limaymanta y López (2020).

METODOLOGÍA

Web of Science (WoS) y Scopus son las bases de datos más utilizadas en estudios bibliométricos. WoS nació en 2004 y es heredera del Science Citation Index creado por Garfield (1964). Por su parte, Scopus surgió en 2004 y está respaldada por Elsevier, una de las editoriales académicas más importantes del mundo. La WoS ha sido durante mucho tiempo la fuente de información dominante en el área de bibliometría, sin embargo, en los últimos años Scopus ha ganado terreno (Zhu y Liu, 2020). Haghani y Bliemer (2020) compararon la cobertura de WoS y Scopus en lo que concierne al tema del coronavirus y señalan que Scopus indiza una mayor cantidad de publicaciones. Por lo tanto, para tener una visión más amplia del trabajo científico de los investigadores mexicanos elegimos trabajar con datos de Scopus.

Para identificar las publicaciones relativas al coronavirus utilizamos en Scopus una estrategia de búsqueda creada por Teixeira da Silva, Tsigaris y Erfanmanesh (2020). Dicha estrategia contiene siete términos clave: “SARS-CoV-2” OR “covid-19” OR “coronavirus 2019” OR “corona virus 2019” OR “novel coronavirus” OR “novel corona virus” OR “2019-nCoV”. Seleccionamos todos los artículos publicados a partir de enero de 2020 que contienen al menos uno de los términos en el título, resumen o palabras clave. La búsqueda se realizó el 7 de octubre de 2020. En total identificamos 56 877 artículos.

La información sobre los gastos en investigación y desarrollo se obtuvo de los *Main Science and Technology Indicators*, que provee la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

Una de las aportaciones de este trabajo es la construcción de un mapa de términos o palabras clave; la finalidad es poner de relieve los temas más destacados que se asocian con la investigación académica en torno al covid-19. Este tipo de mapas permiten visualizar “la estructura de un campo científico mostrando las relaciones entre términos importantes en el campo” (Van Eck *et al.*, 2010:581); es decir, nos proveen una representación esquemática de los temas donde trabajan los científicos de una institución o país. El mapa de términos en este artículo se construyó a partir de los títulos y resúmenes de las 565 publicaciones mexicanas. El archivo analizado se descargó de Scopus en formato CSV. El programa que utilizamos para estudiar el archivo es el VOSviewer (Van Eck y Waltman, 2010). Seleccionamos únicamente los términos que aparecen por lo menos en diez documentos.

El VOSviewer calcula para cada uno de los términos un indicador de relevancia. Los términos con una puntuación alta tienden a representar temas específicos cubiertos por los archivos de texto, mientras que los términos con una puntuación de relevancia baja tienden a ser de naturaleza general y no suelen ser representativos de ningún tema específico (Van Eck y Waltman, 2020:35). Elegimos únicamente 80 términos en función de su indicador de relevancia. VOSviewer utiliza un algoritmo para agrupar los términos en diferentes clústeres. La distancia entre los elementos del mapa refleja la fuerza de su relación. Una distancia menor generalmente indica una relación más fuerte (Van Eck y Waltman, 2010:525).

RESULTADOS

Las 56 877 publicaciones obtenidas de Scopus abarcan varios tipos de documentos. Destaca el alto porcentaje de cartas y revisiones. Posiblemente la popularidad de las cartas

obedece a un tiempo más rápido de publicación, en comparación con los artículos. Por otra parte, las revisiones ofrecen información valiosa de forma esquemática a médicos y científicos; sin embargo, dado el ritmo acelerado que presenta la producción científica, el ciclo de vida de las revisiones quizá sea muy corto (Oud, 2020).

CUADRO 1
Principales documentos

Tipo	Mundo	Porcentaje	México	Porcentaje
Article	30 522	53.66	330	58.41
Letter	10 311	18.13	78	13.81
Review	6 464	11.36	79	13.98
Note	4 463	7.85	34	6.02
Editorial	3 718	6.54	38	6.73
Short Survey	518	0.91	3	0.53
Erratum	400	0.70	2	0.35
Conference Paper	350	0.62	0	0.00
Data Paper	65	0.11	1	0.18
Book Chapter	40	0.07	0	0.00
Conference Review	20	0.04	0	0.00
Book	3	0.01	0	0.00
Retracted	3	0.01	0	0.00
Total	56 877	100	565	100

Fuente: elaboración con datos de Scopus.

En el Cuadro 1 aparecen tres retractaciones; publicaciones que se han retirado de alguna revista a pedido del autor o por decisión de la editorial. Varias razones pueden conducir a una retractación. Por ejemplo, errores en la metodología o los datos y faltas a la ética científica. Las publicaciones retractadas son importantes porque los responsables de la política sanitaria se basan en información científica para tomar decisiones relativas a medicación, contención de la propagación o vacunación. En ese contexto, un artículo con errores puede conducir a decisiones desacertadas en el manejo de la pandemia.

CUADRO 2
Países que más artículos han publicado sobre el covid-19

País	Documentos	Porcentaje	País	Documentos	Porcentaje
Estados Unidos	14 139	24.86	Singapur	860	1.51
China	7 320	12.87	Japón	850	1.49
Reino Unido	6 009	10.56	Bélgica	786	1.38
Italia	5 818	10.23	Arabia Saudita	717	1.26
India	3 910	6.87	Corea del Sur	690	1.21
España	2 418	4.25	Hong Kong	657	1.16
Canadá	2 335	4.11	Sudáfrica	623	1.10
Francia	2 318	4.08	Suecia	569	1.00
Alemania	2 259	3.97	México	565	0.99
Australia	2 115	3.72	Pakistán	563	0.99
Brasil	1 737	3.05	Taiwán	525	0.92
Irán	1 407	2.47	Grecia	512	0.90
Suiza	1 152	2.03	Polonia	488	0.86
Holanda	1 083	1.90	Irlanda	480	0.84
Turquía	1 063	1.87	Austria	459	0.81

Fuente: elaboración con datos de Scopus.

CUADRO 3
Revistas donde publican los investigadores nacionales

Revista	Documentos
Revista Mexicana de Anestesiología	27
Archivos de Cardiología de México	19
Gaceta Médica de México	19
Medicina Interna de México	14
Annals of Surgery	10
Revista de Investigación Clínica	10
Annals of Internal Medicine	9
Archives of Medical Research	9
Salud Pública de México	8
Chaos Solitons and Fractals	7
Journal of Pure and Applied Microbiology	7
Medical Hypotheses	7
Revista Alergia México	7
Science of the Total Environment	6

Fuente: elaboración con datos de Scopus.

El Cuadro 2 presenta los 30 países líderes en materia de publicaciones. Estados Unidos encabeza la lista con 24.86% de las publicaciones mundiales, le sigue China con 12.78% y Reino Unido con 10.56%. México aparece en el lugar 24 con 0.99 por ciento.

El Cuadro 3 muestra las revistas donde más publican los investigadores nacionales. Los artículos aparecen mayormente en revistas locales. Los investigadores han publicado solamente en tres idiomas: 436 artículos en inglés, 133 en español y siete en italiano.

RELACIÓN ENTRE EL GASTO EN CIENCIA Y LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

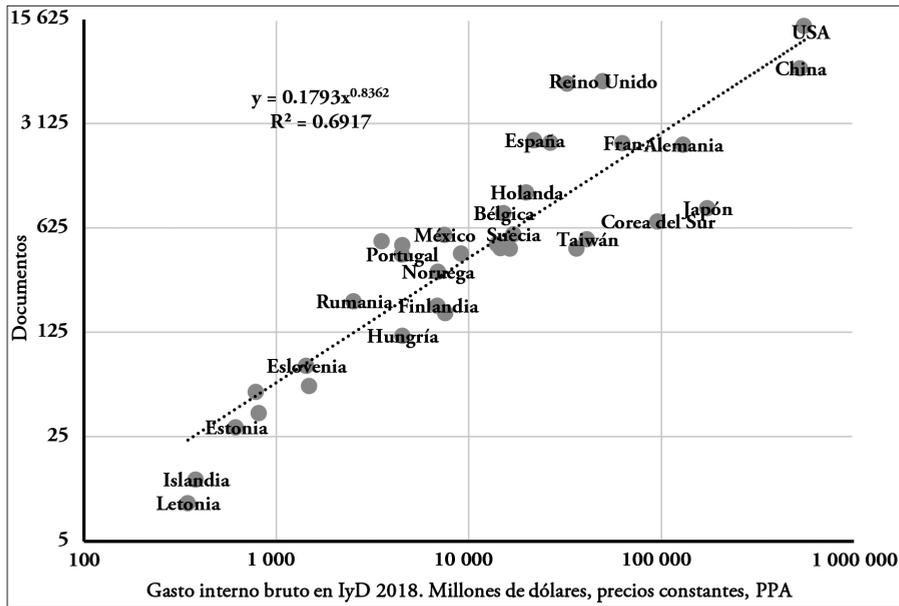
Los artículos científicos son artefactos depositarios de información y nuevos conocimientos (Hess y Ostrom, 2003). Los artículos son el principal vehículo de comunicación científica (Gross, Harmon y Reidy, 2002) y un reflejo fiel del progreso de la ciencia, en todas sus variantes (Kitcher, 1993). El número de artículos que produce un país es uno de los indicadores que se utiliza para medir su desempeño en materia científica.

Investigaciones previas han mostrado que existe una relación entre el gasto que realiza una nación en ciencia y tecnología y el número de artículos que produce (Leydesdorff y Wagner, 2009; Shelton y Leydesdorff, 2012; Shelton, 2020). Producir un artículo científico implica un costo. Los científicos y ayudantes que laboran en instituciones educativas o empresas reciben un sueldo. Asimismo, para desarrollar investigación se requiere gastar en laboratorios, equipos de cómputo, programas informáticos, papelería, encuestas, etcétera.

En la Gráfica 1 examinamos el gasto de 35 países en investigación y desarrollo (IyD) durante 2018 y su producción de artículos científicos sobre el coronavirus en 2020. El análisis estadístico muestra que existe una fuerte correlación entre ambas variables. Los países líderes en materia de gasto y producción científica son Estados Unidos y China. México ocupa el lugar 21 en cuestión de gasto y el número 12 en cuestión de documentos.

Los resultados derivados de este trabajo muestran que la respuesta que México ha dado en materia científica frente al coronavirus es proporcional a la inversión que el país destina históricamente a ciencia y tecnología. Durante varias décadas se ha limitado fuertemente la inversión en capital humano e infraestructura científica, lo cual ha lastrado enormemente el crecimiento de la ciencia nacional.

GRÁFICA 1
Gasto en IyD y producción de artículos científicos sobre el covid-19

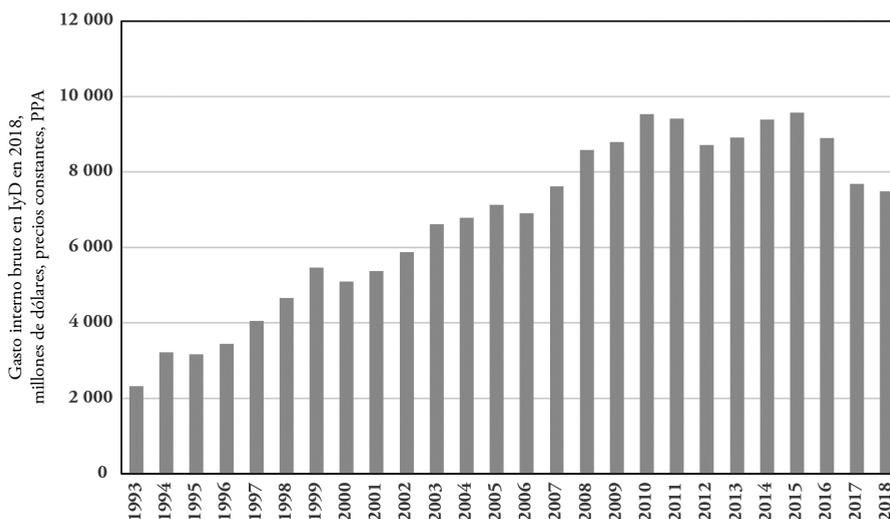


Fuente: elaboración con datos de Main Science and Technology Indicators (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) y Scopus. PPA = Paridad del Poder Adquisitivo.

La Ley de Ciencia y Tecnología señala que el país debe invertir 1% del producto interno bruto (PIB) en ciencia, sin embargo, jamás se ha alcanzado esa cifra. En 2018 México destinó 0.31% del PIB a investigación y desarrollo, el porcentaje más bajo entre los países de la OCDE. Igualmente, el país ocupó el último lugar en número de investigadores por cada mil empleados con 1.01, en 2016.

En la Gráfica 2 podemos ver cómo ha evolucionado el gasto en IyD en el periodo 1993-2018. En el periodo de 1994-2003 la tasa de crecimiento promedio del gasto fue del 12%. Mientras que en el periodo 2004-2018 el gasto prácticamente permaneció estancado, pues solamente creció a una tasa del 1%. En ese contexto, es imposible que los investigadores mexicanos respondan igual que sus pares de países desarrollados frente al covid-19.

GRÁFICA 2
Evolución del gasto de México en IyD



Fuente: elaboración con datos de Main Science and Technology Indicators (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). PPA = Paridad del Poder Adquisitivo.

COLABORACIÓN INTERNACIONAL

La colaboración científica internacional se ha incrementado en las últimas décadas (Luukkonen, Persson y Sivertsen, 1992; Wagner y Leydesdorff, 2005; Wagner, Whetsell y Leydesdorff, 2017); ofrece varias ventajas en comparación con el trabajo individual. La colaboración permite abordar problemas complejos que implican la concurrencia de diversas disciplinas (Leahey, 2016) y facilita el aprendizaje de nuevas habilidades o técnicas (Beaver, 2001). La cooperación permite a los científicos trabajar en temas que requieren de una inversión costosa y el concurso de un gran número de investigadores (Jeong, Choi y Kim, 2014). Asimismo, los trabajos realizados bajo redes de cooperación multinacional suelen tener una mayor visibilidad (Tang y Shapira, 2012; Potter, Szomszor y Adams, 2020).

Un total de 267 artículos, 47.3% del total, se han realizado en colaboración con científicos de otros países. Es importante resaltar que el grado de colaboración internacional en el tema del covid-19 es similar al que ha mostrado en los últimos años la

ciencia mexicana. Datos de Scimago muestran que en 2019, 43.22% de los documentos nacionales, en todas las áreas científicas, se realizaron bajo cooperación multinacional.

El principal socio de México en materia de colaboración científica es Estados Unidos, seguido de Brasil e Italia. Debemos observar que, con excepción de China, el resto de los países asiáticos no figuran entre los socios principales de México. “Los factores regionales, como la geopolítica, la historia, el idioma y la similitud cultural, parecen ser muy importantes para la red colaborativa” (Luukkonen, Persson y Sivertsen, 1992). Entre los principales colaboradores se encuentran países como España, Chile, Perú, Colombia y Argentina, con los cuales México comparte un idioma e historia común. Asimismo, aparecen nuestros principales socios comerciales, Canadá y Estados Unidos.

CUADRO 4
Países que colaboran con más frecuencia con científicos mexicanos

País	Documentos	Porcentaje	País	Documentos	Porcentaje
Estados Unidos	152	26.90	China	31	5.50
Brasil	58	10.30	Chile	29	5.10
Italia	53	9.40	India	27	4.80
Canadá	45	8.00	Australia	21	3.70
España	42	7.40	Suiza	19	3.40
Alemania	40	7.10	Turquía	18	3.20
Reino Unido	40	7.10	Perú	17	3.00
Colombia	38	6.70	Holanda	16	2.80
Argentina	35	6.20	Total	267	47.30
Francia	33	5.80			

Fuente: elaboración con datos de Scopus.

En el Cuadro 5 se muestran las 16 instituciones mexicanas que más artículos han publicado sobre el coronavirus. Se puede observar que 15 de éstas son del sector público, la única excepción es el Tecnológico de Monterrey. En otros países el sector privado desempeña un papel más relevante. Por ejemplo, en Estados Unidos la Universidad de Harvard es la institución líder en materia de artículos publicados (Teixeira da Silva, Tsigaris y Erfanmanesh, 2020). Forero *et al.* (2020) examinaron la producción científica de América Latina durante los primeros meses de la pandemia (1 de enero/24 de abril); sus datos muestran que la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Tecnológico de Monterrey, en esas fechas, ya se encontraban entre las instituciones más productivas de la región.

CUADRO 5
Instituciones nacionales que más artículos han producido sobre el covid-19

Institución	MX	CI	% MX	% CI	Total
Instituto Mexicano del Seguro Social	50	11	82	18	61
Universidad Nacional Autónoma de México	27	24	53	47	51
Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán	20	22	48	52	42
Tecnológico de Monterrey	15	23	39	61	38
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez	22	8	73	27	30
Instituto Politécnico Nacional	17	7	71	29	24
Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González	14	7	67	33	21
UMAE Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional Siglo XXI	15	2	88	12	17
Hospital General de México	12	4	75	25	16
Instituto Nacional de Cancerología, México	7	9	44	56	16
Instituto Nacional de Salud Pública. México	11	5	69	31	16
Hospital Infantil de México Federico Gómez	3	11	21	79	14
Universidad Veracruzana	8	6	57	43	14
Secretaría de Salud	11	3	79	21	14
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias	8	4	67	33	12
Universidad de Guadalajara	7	4	64	36	11

Fuente: elaboración con datos de Scopus. MX = artículos sin colaboración internacional. CI = artículos en colaboración internacional.

MAPA DE TÉRMINOS

Entre los términos del grupo I (color negro) encontramos los siguientes: *management, recommendation, strategy, cancer* y *spread*; en el grupo II (color gris): *death, diabetes, factor* y *complication*; y en el grupo III (color blanco): *coronavirus, model, drug, China* y *world*.

El grupo I atañe a las recomendaciones que se ofrecen al personal sanitario para minimizar el riesgo de contagio durante la atención a pacientes con covid-19 u otras afecciones. Asimismo, este grupo también incluye los consejos relativos a tratamientos farmacológicos contra el coronavirus. En este grupo podemos ubicar el trabajo de Olivares *et al.* (2020), que ofrece una serie de recomendaciones para el tratamiento de pacientes oftalmológicos en el contexto de la pandemia. También el de Rodríguez *et al.* (2020) que presentan los resultados de una encuesta aplicada a 609 especialistas que atienden pacientes con cáncer ginecológico, la finalidad es conocer las estrategias

El grupo III muestra una mayor variabilidad respecto a los temas tratados, en comparación con los grupos I y II. Las publicaciones asociadas con este grupo hacen referencia a tópicos como el desarrollo de vacunas (Bilal y Iqbal, 2020; Moreno, García y Rosales, 2020), el efecto de la temperatura sobre la propagación del covid-19 (del Río y Camacho, 2020; Méndez, 2020) o el desarrollo de fármacos para tratar la enfermedad (Benítez y Vique, 2020), entre otros temas.

CONCLUSIONES

El análisis de los datos presentados en este artículo nos permite arribar a varias conclusiones importantes.

1. La ciencia nacional ha tenido una participación marginal en términos de artículos publicados. Las 565 publicaciones nacionales que se encontraron (hasta el 7 de octubre de 2020) representan 0.99% de la producción global.
2. Un factor que limita fuertemente la respuesta de los investigadores nacionales es el históricamente bajo gasto en IyD que realiza el país.
3. La colaboración internacional tiene un rol importante sobre la producción académica, 47.3% de los artículos se desarrollaron bajo cooperación multinacional.
4. La institución líder en términos de producción científica es el Instituto Mexicano del Seguro Social; 15 de las 16 instituciones que lideran en materia de publicaciones son de carácter público.

Los resultados ponen de relieve la importancia que tiene la inversión en ciencia y tecnología. En las últimas décadas el gobierno ha destinado una ínfima parte de su presupuesto a las tareas científicas, asimismo, la clase empresarial tiene un comportamiento rentista (Hernández, 2016), que ha lastrado la innovación nacional. Estas décadas de baja inversión en IyD han generado falencias estructurales en el sistema de innovación nacional que no permiten a México dar una respuesta eficiente a la crisis sanitaria.

REFERENCIAS

Bauer, A. y E. Weber (2020). "Covid-19: how much unemployment was caused by the shutdown in Germany?", *Applied Economics Letters*, pp. 1-6 [doi: 10.1080/13504851.2020.1789544].

- Beaver, D.D.B. (2001). "Reflections on scientific collaboration (and its study): Past, present, and future", *Scientometrics*, 52(3), pp. 365-377 [doi: 10.1023/A:1014254214337].
- Benítez Cardoza, C.G. y J.L. Vique Sánchez (2020). "Potential inhibitors of the interaction between ACE2 and SARS-CoV-2 (RBD), to develop a drug", *Life Sciences*, núm. 256, p. 117970 [doi: 10.1016/j.lfs.2020.117970].
- Bhimraj, A. *et al.* (2020). "Infectious Diseases Society of America Guidelines on the Treatment and Management of Patients with Coronavirus Disease 2019 (covid-19)", *Clinical Infectious Diseases*, pp. 1-20 [doi: 10.1093/cid/ciaa478].
- Bilal, M. y H.M.N. Iqbal (2020). "Recent advances in therapeutic modalities and vaccines to counter covid-19/SARS-CoV-2", *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, pp. 1-9 [doi: 10.1080/21645515.2020.1794685].
- Del Río, C. y A. Camacho Ortiz (2020). "Will environmental changes in temperature affect the course of covid-19?", *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 24(3), pp. 261-263 [doi: 10.1016/j.bjid.2020.04.007].
- Fan, J. *et al.* (2020). "Bibliometric Analysis on covid-19: A Comparison of Research Between English and Chinese Studies", *Frontiers in Public Health*, núm. 8, agosto, pp. 1-10 [doi: 10.3389/fpubh.2020.00477].
- Forero Peña, D. *et al.* (2020). "Covid-19 en Latinoamérica: una revisión sistemática de la literatura y análisis bibliométrico", *Revista de Salud Pública*, 22(2), pp. 1-7 [doi: https://doi.org/10.15446/rsap.V22n2.86878].
- Garfield, E. (1964). "'Science Citation Index'-A New Dimension in Indexing", *Science*, 144(3619), pp. 649-654 [doi: 10.1126/science.144.3619.649].
- Glänzel, W., H. Moed, U. Schmoch y M. Thelwall (eds.) (2019). "Springer Handbook of Science and Technology Indicators", *Springer International Publishing* [https://doi.org/10.1007/978-3-030-02511-3].
- Gonzalez, T. *et al.* (2020). "Influence of covid-19 confinement on students' performance in higher education", *PloS One*, 15(10), p. e0239490 [doi: 10.1371/journal.pone.0239490].
- Gregorio Chaviano, O., C. Limaymanta y E. López Mesa (2020). "Análisis bibliométrico de la producción científica latinoamericana sobre covid-19", *Biomédica*, 40(2), pp. 104-119 [https://doi.org/10.7705/biomedica.5571].
- Gross, A., J. Harmon y M. Reidy (2002). *Communicating Science: The Scientific Article from the 17th Century*. Nueva York: Oxford University Press.
- Haghani, M. y M. Bliemer (2020). "Covid-19 pandemic and the unprecedented mobilisation of scholarly efforts prompted by a health crisis: Scientometric comparisons across SARS, MERS and 2019-nCoV literature", *Scientometrics* [doi: 10.1007/s11192-020-03706-z].
- He, P. *et al.* (2020). "Covid-19's Impact on Stock Prices Across Different Sectors. An Event Study Based on the Chinese Stock Market". *Emerging Markets Finance and Trade*, 56(10), pp. 2198-2212 [doi: 10.1080/1540496X.2020.1785865].
- Hernández, L. (2016). "El rentismo empresarial en México", *Revista de Economía Institucional*, 18(35), pp. 257 [https://doi.org/10.18601/01245996.v18n35.13].

- Hess, C. y E. Ostrom (2003). "Ideas, Artifacts, and Facilities: Information as a Common-Pool Resource", *Law and Contemporary Problems*, 66(1/2), pp. 111-145 [<http://www.jstor.org/stable/20059174>].
- Homolak, J., I. Kodvanj y D. Virag (2020). "Preliminary analysis of covid-19 academic information patterns: a call for open science in the times of closed borders", *Scientometrics*, 124(3), pp. 2687-2701 [doi: 10.1007/s11192-020-03587-2].
- Jeong, S., J. Choi y J. Kim (2014). "On the drivers of international collaboration: The impact of informal communication, motivation, and research resources", *Science and Public Policy*, 41(4), pp. 520-531 [doi: 10.1093/scipol/sct079].
- Kitcher, P. (1993). *The Advancement of Science: Science without Legend, Objectivity without Illusions*. Nueva York: Oxford University Press.
- Leahey, E. (2016). "From Sole Investigator to Team Scientist: Trends in the Practice and Study of Research Collaboration", *Annual Review of Sociology*, 42(1), pp. 81-100 [doi: 10.1146/annurev-soc-081715-074219].
- Leydesdorff, L. y C. Wagner (2009). "Macro-level indicators of the relations between research funding and research output", *Journal of Informetrics*, 3(4), pp. 353-362 [doi: 10.1016/j.joi.2009.05.005].
- Luukkonen, T., O. Persson y G. Sivertsen (1992). "Understanding patterns of international scientific collaboration", *Science, Technology & Human Values*, 17(1), pp. 101-126.
- Mariolis, T., N. Rodousakis y G. Soklis (2020). "The covid-19 multiplier effects of tourism on the Greek economy", *Tourism Economics*, pp. 1-8 [doi: 10.1177/1354816620946547].
- Méndez Arriaga, F. (2020). "The temperature and regional climate effects on communitarian covid-19 contagion in Mexico throughout phase 1", *Science of The Total Environment*, núm. 735, p. 139560 [doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139560].
- Moreno Fierros, L., I. García Silva y S. Rosales Mendoza (2020). "Development of SARS-CoV-2 vaccines: should we focus on mucosal immunity?", *Expert Opinion on Biological Therapy*, 20(8), pp. 831-836 [doi: 10.1080/14712598.2020.1767062].
- O'Brien, N., M. Barboza Palomino, J. Ventura Leon, T. Caycho Rodríguez, J. Sandoval Díaz, E. López López, y G. Salas (2020). "Nuevo coronavirus (covid-19). Un análisis bibliométrico", *Revista Chilena de Anestesia*, 49(3), pp. 408-415 [<https://doi.org/https://doi.org/10.25237/revchilanstv49n03.020>].
- OECD (2021). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021. Times of Crisis and Opportunity*. OECD Publishing [<https://doi.org/10.1787/75f79015-en>].
- Olivares de Emparan, J.P. et al. (2020). "Recomendaciones para el manejo de pacientes que requieren atención oftalmológica durante la pandemia de SARS-CoV-2", *Revista Mexicana de Oftalmología*, 94(3), pp. 103-112 [doi: 10.24875/RMO.M20000118].
- Oud, L. (2020). "Identifying the Quality Nuggets Amid the Explosion of covid-19-Related Scientific Communication: An Insurmountable Challenge?", *Journal of Clinical Medicine Research*, 12(10), pp. 683-685 [<https://doi.org/10.14740/jocmr4328>].

- Pascual, C. y S. Torrell Vallespín (2020). “Bibliometric analysis of latin american and caribbean scientific production about covid-19 in pubmed”, *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 31(3), pp. 1-21 [https://doi.org/10.36512/rcics.v31i3.1600].
- Potter, R., M. Szomszor y J. Adams (2020). “Interpreting CNCIs on a country-scale: The effect of domestic and international collaboration type”, *Journal of Informetrics*, 14(4) [doi: 10.1016/j.joi.2020.101075].
- Pritchard, A. (1969). “Statistical Bibliography or Bibliometrics?”, *Journal of Documentation*, 25(4), pp. 348-349 [https://doi.org/10.1108/eb026482].
- Rodriguez, J. et al. (2020). “Alternative management for gynecological cancer care during the covid-2019 pandemic: A Latin American survey”, *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 150(3), pp. 368-378 [doi: 10.1002/ijgo.13272].
- Shamsi, A. et al. (2020). “Contribution of Iran in covid-19 studies: a bibliometrics analysis”, *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders* [doi: 10.1007/s40200-020-00606-0].
- Shelton, R.D. (2020). “Scientometric laws connecting publication counts to national research funding”, *Scientometrics*, 123(1), pp. 181-206 [doi: 10.1007/s11192-020-03392-x].
- Shelton, R.D. y L. Leydesdorff (2012). “Publish or patent: Bibliometric evidence for empirical trade-offs in national funding strategies”, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(3), pp. 498-511 [doi: 10.1002/asi.21677].
- Soltani, P. y R. Patini (2020). “Retracted covid-19 articles: a side-effect of the hot race to publication”, *Scientometrics*, 125(1), pp. 819-822 [doi: 10.1007/s11192-020-03661-9].
- Tang, L. y P. Shapira (2012). “Effects of international collaboration and knowledge moderation on China’s nanotechnology research impacts”, *Journal of Technology Management in China*, 7(1), pp. 94-110 [doi: 10.1108/17468771211207376].
- Teixeira da Silva, J.A., P. Tsigaris y M. Erfanmanesh (2020). “Publishing volumes in major databases related to covid-19”, *Scientometrics* [doi: 10.1007/s11192-020-03675-3].
- Urrutia, A. y A. Muñoz (2020). “Ligadas a otra enfermedad, 73% de muertes por covid-19: Ssa”, *La Jornada* [https://www.jornada.com.mx/ultimas/politica/2020/07/28/ligadas-a-otra-enfermedad-73-de-muertes-por-covid-19-ssa-3522.html].
- Van Eck, N.J. et al. (2010). “Automatic term identification for bibliometric mapping”, *Scientometrics*, 82(3), pp. 581-596 [doi: 10.1007/s11192-010-0173-0].
- Van Eck, N.J. y L. Waltman (2010). “Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping”, *Scientometrics*, 84(2), pp. 523-538 [doi: 10.1007/s11192-009-0146-3].
- Van Eck, N.J. y L. Waltman (2020). *VOSviewer Manual*. Universiteit Leiden.
- Wagner, C. y L. Leydesdorff (2005). “Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science”, *Research Policy*, 34(10), pp. 1608-1618 [doi: 10.1016/j.respol.2005.08.002].
- Wagner, C., T. Whetsell y L. Leydesdorff, L. (2017). “Growth of international collaboration in science: revisiting six specialties”, *Scientometrics*, 110(3), pp. 1633-1652 [doi: 10.1007/s11192-016-2230-9].

- Zhang, L. *et al.* (2020). “How scientific research reacts to international public health emergencies: a global analysis of response patterns”, *Scientometrics*, 124(1), pp. 747-773 [doi: 10.1007/s11192-020-03531-4].
- Zhu, J. y W. Liu (2020). “A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers”, *Scientometrics*, 123(1), pp. 321-335 [doi: 10.1007/s11192-020-03387-8].
- Zyoud, S. y S. Al-Jabi (2020). “Mapping the situation of research on coronavirus disease-19 (covid-19): a preliminary bibliometric analysis during the early stage of the outbreak”, *BMC Infectious Diseases*, 20(1), p. 561 [doi: 10.1186/s12879-020-05293-z].

