



Sustentabilidad en México un análisis bibliométrico del área del conocimiento en los últimos 28 años

Volumen XX No (2). Julio-Diciembre 2020. Pág. 101-120

ISSN: 0121-1048 IMPRESO ISSN: 2422-3220 EN LÍNEA

**García-Orozco,
Dalia***

Universidad Michoacana
de San Nicolás de
Hidalgo, 58030, Mexico
dalia.garcia@umich.mx
Corresponsal author

**Espitia-Moreno,
Irma C.**

Universidad Michoacana
de San Nicolás de
Hidalgo, 58030, Mexico
ic.espitia.m@gmail.com

**Alfaro-García,
Víctor G.**

Universidad Michoacana
de San Nicolás de Hidalgo,
58030, Mexico
victor.alfaro@umich.mx

Merigó, José M.

University of Technology
Sydney, Ultimo, NSW
2007, Australia.
University of Chile,
Santiago, 8330015, Chile,
Jose.Merigo@uts.edu.au

Resumen

Los actuales problemas económicos, sociales y ambientales propiciados por el crecimiento poblacional mundial y la sobre explotación de los recursos del planeta han generado un aumento en el interés por el estudio de la sustentabilidad como tema prioritario de las naciones. El presente trabajo tiene como objetivo aplicar técnicas bibliométricas para analizar la evolución de las publicaciones científicas en el área del conocimiento de la sustentabilidad realizada en autoría o coautoría por al menos un investigador adscrito a un centro de investigación localizado en México. En total se identificaron 2,629 artículos publicados en los últimos 28 años a través de la metódica búsqueda en la base de datos científica Web of Science. Los resultados se organizan en tablas que muestran los artículos más influyentes del área, las revistas con mayor número de publicaciones, los autores más productivos, las áreas de investigación más relevantes y las organizaciones más representativas. El análisis visual de resultados se complementa con mapas de redes desarrolladas con ayuda del software VOSviewer. Los resultados muestran las tendencias temáticas predominantes, además de un claro aumento en las disciplinas participativas, con especial énfasis en las disciplinas sociales.

Palabras Clave: Sustentabilidad, Bibliometría, Mapas de Redes, Análisis Regional, México.

Códigos JEL: Q56, Q01, Y1.

* Citar: García-Orozco, Dalia, Espitia-Moreno, Irma C., Alfaro-García, Víctor G., and Merigó, José M. (2020). Sustentabilidad en México un análisis bibliométrico del área del conocimiento en los últimos 28 años. *Inquietud Empresarial*, 20(2), 101-120

Sustainability in Mexico a bibliometric analysis of the scientific research filed in the last 28 years

Abstract

The current economic, social, and environmental problems caused by global population growth and the over-exploitation of the planet's resources generate an increasing interest in sustainability driven studies as a priority issue for nations. The objective of the present paper is to apply bibliometric techniques for the analyses of the evolution of the scientific publications with focus on sustainability driven topics authored or coauthored by at least one researcher with affiliation to an institute located in the Mexican Republic. In total, 2,629 articles published in the last 28 years were identified by the designed methodical search in the Web of Science scientific database. The results are organized in tables that show the most influential articles in the area, the journals with the highest number of publications, the most productive authors, the most relevant research areas, and the most representative organizations. These results are complemented by visual network maps developed with the software VOSviewer. The results show the predominant thematic trends, in addition to a clear increase in participatory disciplines, with special emphasis on social disciplines.

Keywords: Sustainability, Bibliometrics, Network Maps, Regional Analysis, Mexico.

JEL Classification: Q56, Q01, Y1.

1. INTRODUCCIÓN

El aumento en la degradación de los recursos naturales (aire, agua y suelo) indispensables para la subsistencia del hombre en la tierra, cuestiona nuestro comportamiento al respecto (Carabias Barcelo, 2018). La Evaluación de los Ecosistemas Milenio en 2005 señaló que en las últimas décadas el hombre ha transformado los ecosistemas más rápido que en toda la historia de la humanidad conocida (Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink, 2017) y a la fecha el panorama no ha mejorado. Hoy en día se pronuncia que la demanda y la extracción de recursos naturales renovables supera la capacidad de reposición de la naturaleza, y los desechos la de absorción (Carabias, 2019), de continuar así y si la población mundial llegase a alcanzar los 9600 millones en 2050, se necesitaría el equivalente de casi tres planetas para

proporcionar los recursos naturales precisos para mantener el estilo de vida actual (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015). Ante esta problemática la comunidad científica ha ido desarrollando la ciencia de la sustentabilidad, la cual proviene del francés *soutenir*, que significa “sostener o apoyar”. La concepción actual de la sustentabilidad se basada en un principio de la silvicultura que señala que la cantidad de madera cosechada no debe exceder el volumen que crece de nuevo (Geissdoerfer et al., 2017), entendiéndose de la siguiente manera: la cantidad de recursos naturales explotados no debe exceder la capacidad de regeneración de los mismos (García-Orozco, Alfaro-García, Espitia-Moreno, & Gil-Lafuente, 2020).

Si bien la concepción del desarrollo sustentable no es un precepto nuevo, se tiene registro de su análisis por lo menos desde el siglo XVIII con la Teoría Malthusiana, quien ya desde entonces vislumbraba un

desenfrenado crecimiento poblacional que generaría hambre y conflictos debido a los recursos finitos (Larrondo, Bernal, & López, 2015), lo que parecía un futuro distante cada día es más palpable. Recientes estudios sociales destacan una mayor preocupación por la creciente crisis ambiental y las consecuencias de esta (Carabias, 2019; Geissdoerfer et al., 2017; Heo & Muralidharan, 2019; Torres-Hernández, Barreto, & Rincón Vásquez, 2015; Yadav & Pathak, 2016) confrontado nuestras acciones y captando la atención de gobiernos, organizaciones, de la comunidad científica y la población en general a hacer un llamado urgente hacia un plan de desarrollo más sustentable. Sin embargo migrar hacia el desarrollo sustentable implica adoptar un enfoque sistémico y un esfuerzo conjunto (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015), debido a la complejidad estructural de los problemas abordados por la sustentabilidad, que fluctúan en las dimensiones ambiental, económica y social (Gómez, 2006; Santillo, 2007) es decir que es multidimensional y multidisciplinaria (Giovannoni & Fabietti, 2013).

En los últimos 45 años se han realizado diversas acciones de cooperación para adoptar medidas que protejan la salud humana y el medio ambiente (Torregrosa, 2005), un precedente de ello es el informe al Club de Roma sobre “Los límites del crecimiento” donde se advierte las consecuencias de la polución, la producción y el consumo inconsciente para los próximos 100 años (Meadows, Meadows, Randers, & Behrens, 1972), seguido del mayor acto de cooperación internacional a favor del medio ambiente hasta el momento “El Convenio de Viena en 1981” con el que se logró el consenso entre naciones para la protección en la capa de

ozono. Posteriormente en 1987 se presenta el informe de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo llamado Brundtland, donde se acuñó el término más representativo de la sustentabilidad como *“aquel desarrollo que se satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”* y se asocia el precepto de equidad intergeneracional (Simon, 1987). En 1992 la ONU celebra en Río de Janeiro la Cumbre de la Tierra, dando paso a los Objetivos del Milenio, se convoca al Protocolo de Kioto sobre Cambio Climático (Espitia-Moreno & Pedraza, 2010) y recientemente se plantean los Objetivos de Desarrollo Sustentables 2015-2030.

Dichos eventos en conjunto, así como el avance en las tecnologías de la información han propiciado la expansión en la investigación de la ciencia de la sustentabilidad, pasando de unos cientos de artículos científicos publicados en 1990 a 12,000 documentos en promedio por año hasta el 2015 (Kajikawa, Ohno, Takeda, Matsushima, & Komiyama, 2007; Kajikawa, Tocoa, & Yamaguchi, 2014). La importancia que tiene la generación de conocimiento en el campo de la sustentabilidad radica en la evidencia plasmada en numerosos estudios donde se demuestra que la educación, la investigación y la colaboración social son fundamentales e inseparables para lograr el desarrollo sustentable de una nación (Chaudhary, 2018; Clark, Haytko, Hermans, & Simmers, 2019; Kajikawa, 2008; Rothenberg & Matthews, 2017; Yadav & Pathak, 2016), por lo que se espera de la contribución directa o indirecta de la gran mayoría de las disciplinas científicas y de todas las naciones (Kajikawa et al., 2014).

Debido al aumento en la publicación de documentos y la diversidad disciplinaria de la sustentabilidad, es necesario generar estudios que ofrezcan una metódica exploración del tema con el objetivo de plasmar el progreso actual en este tipo de trabajos, visualizar los avances más recientes, brindar una orientación adecuada para nuevos estudios y promover sinergias entre los diversos actores de la sociedad. Persiguiendo dicho fin, en nuestros días un gran número de investigadores sugieren el uso de herramientas de medición que permitan examinar la evolución de la comunicación científica mediante el análisis de amplias bases de datos utilizando técnicas bibliométricas (Blanco-Mesa, Merigó, & Gil-Lafuente, 2017; Buter & Van Raan, 2013; Cancino, Merigo, Torres, & Diaz, 2018; Merigó, Blanco-Mesa, Gil-Lafuente, & Yager, 2017; Yilmaz, Dinçol, & Yalçın, 2019; Zhang, Zhong, & Geng, 2019).

Diodato (1994) se refiere a la bibliometría como el análisis matemático y estadístico de patrones que aparecen en la publicación y uso del documento, útil para proporcionar una visión general de un campo de investigación de acuerdo con una amplia gama de indicadores, de los cuales los más utilizados son el número de documentos, denotando el nivel de productividad y el número de citas, las cuales reflejan la influencia de un documento sobre de otros que lo citan (Cancino et al., 2018; McBurney & Novak, 2002), Bilas Roy & Basak (Bilas Roy & Basak, 2013) añaden que dichas mediciones poseen cualidades descriptivas útiles para conocer el comportamiento histórico de las publicaciones, proporcionando una medida cuantificable probada y efectiva del nivel de influencia o relación que puede tener un documento, autor, organización o revistas en

la disseminación del conocimiento ver por ejemplo Alfaro-García et al., (2018); Alfaro-García et al., (2020); Blanco-Mesa, León-Castro, & Merigó, (2019).

2. ANTECEDENTES

Derivados de la presente investigación se encontraron estudios bibliométricos que analizan la estructura de la ciencia de la sustentabilidad a nivel global en dos títulos Kajikawa et al., (2007) y Kajikawa et al., (2014), los trabajos “Creating an academic landscape of sustainability science: An analysis of the citation network” y “Sustainability science: the changing landscape of sustainability research” realizan un análisis de citas y proporción de documentos, además se presenta un comparativo entre los resultados del artículo publicado en el 2014 y el del 2007. Por otra parte “Identification and analysis of the highly cited knowledge base of sustainability science” de Buter & Van Raan, (2013) presenta el cmulo de documentos seleccionando solo los más citados y analiza la estructura de la sustentabilidad de acuerdo a las áreas de investigación de los artículos preseleccionados.

Otros documentos que tratan sobre el término sustentabilidad en revistas especializadas de sustentabilidad son “Research core and framework of sustainability science” Kajikawa, (2008) , en comparación con otros términos, “The Circular Economy – A new sustaibability paradigm?” de Geissdoerfer et al., (2017), “What Is Sustainability? A Review of the Concept and Its Applications” de Giovannoni & Fabietti, (2013) y “What is the bioeconomy? A review of the literature” por Bugge, Hansen, y Klitkou (2016).

No obstante, en el mejor de nuestro conocimiento, no se encontró ningún referente que tenga por objetivo visualizar la estructura de la ciencia de la sustentabilidad en México. Buscando cerrar la brecha encontrada, el objetivo del presente trabajo es analizar el desarrollo de la ciencia de la sustentabilidad en México en los últimos 28 años haciendo uso de técnicas bibliométricas que permita dilucidar con mayor precisión la estructura del conocimiento sustentable nacional actual.

La estructura del estudio se plantea de la siguiente manera. La siguiente sección, datos y métodos, presenta la metodología de recopilación de datos y la forma de tratamiento de los mismos. La sección de resultados plasma los hallazgos de la metódica búsqueda en la Web of Science, los cuales se muestran en categorías de: años, citas, revistas, autores, organizaciones y áreas de investigación. A continuación, se presenta un análisis de mapas de redes bibliométricas, donde se plantea la visualización de la interacción entre documentos mediante palabras clave, redes de coautoría y acoplamiento bibliográfico. Finalmente se culmina el estudio con la sección de conclusiones.

3. DATOS Y MÉTODOS

3.1. Datos

Los resultados presentados en este documento se basan en la BBDD Web of Science (WoS), considerada por numerosos autores como una fuente confiable de obtención de datos para la aplicación de técnicas bibliométricas (Glänzel & Moed, 2002; Meho & Yang, 2007; Yilmaz et al., 2019). La WoS contiene información sobre investigación multidisciplinaria de alta

calidad indexada desde 1900 y cuenta con un total de 60 millones de registros y más de 1 billón de referencias citadas, su cobertura de publicación es de más de 80 países y los documentos indexados se encuentran en 32 idiomas en 12,665 revistas cuyas categorías temáticas superan las 250.

La delimitación de la muestra de artículos recolectados y analizados en este documento atiende a lo previsto en otros artículos sobre la estructura de sustentabilidad a nivel mundial, debido a la falta de documentos similares para México (Bugge et al., 2016; Kajikawa et al., 2007, 2014). Para Bugge, Hansen, & Klitkou, (Bugge et al., 2016), la delimitación de un estudio bibliométrico sobre publicaciones científicas debe definirse en función del tema de investigación; las áreas que se incluirán o descartarán para la objetividad del análisis, las cuales deberán sustentarse; el período de búsqueda, para lo que recomienda utilizar períodos completos limitándose como máximo al último período anterior que se encuentre vigente (Geissdoerfer et al., 2017; Glänzel & Moed, 2002; Merigó, Pedrycz, Weber, & de la Sotta, 2018); pudiendo refinarse aún más la búsqueda por delimitaciones geográficas, la selección de una o varias revistas o la selección de palabras clave, siendo estos últimos refinamientos los más utilizados sin embargo no los únicos, quedando a opción del investigador la perspectiva de análisis que desee obtener.

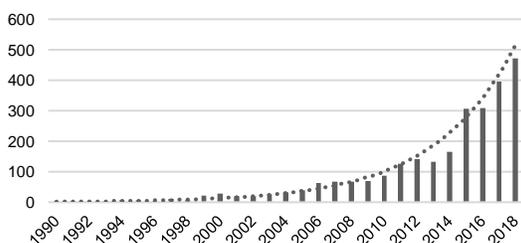
3.2. Métodos

El proceso de búsqueda y descarga de datos y metadatos se realizó durante en septiembre de 2019. Para la obtención de resultados se utilizó la función de búsqueda avanzada de Web of Science por tema, con la siguiente información: SUSTAINAB*(article or note or

letter) en los índices: Science Citation Index (SCI), Social Sciences Citation Index (SSCI) y Emerging Sourced Citatiorn Index (ESCI); considerando los primeros dos índices el SCI y SSCI como las mejores fuentes de citas (Meho & Yang, 2007; Zhang et al., 2019); se delimitó el estudio en Países/Regiones: México, para el periodo comprendido de 1980 a 2018. La refinación utilizada busca que los resultados de publicaciones obtenidas pertenecieran al menos a un autor cuya dirección de afiliación se encontrara en México. En la búsqueda se incluyó el comodín*, precediendo la palabra sustainab* con el objetivo de incluir la variabilidad que sufre la terminación lingüística del término sustentabilidad, agregando al cuerpo de estudio los términos sustentabilidad y sustentable (Buter & Van Raan, 2013; Kajikawa et al., 2007, 2014).

Derivado de la búsqueda se recopilaron 2,629 artículos elaborados por investigadores adscritos a centros de investigación mexicanas. En el Gráfico 1 se aprecia cómo el tópico “sustentabilidad” ha captado la atención de los investigadores en México a través del tiempo.

GRÁFICO 1: EVOLUCIÓN DE LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS POR AÑO



Fuente: Creación propia a partir de información recopilada de la BBDD Web of Science

En general, la construcción del conocimiento sobre ciencias sustentables en México se representa a lo largo de los 28 años

como positiva y en aumento, con periodos fluctuantes para los primeros 18 años y con mayor solidez para los últimos 10 periodos, donde se manifiestan casi en su totalidad crecimientos en el número de publicaciones salvo por un decremento respecto del año anterior del 5.6% para el periodo 2013. Se observa un aumento considerable del 84.33% respecto del año anterior en el periodo 2015, manteniendo e incrementando el nivel de productividad hacia el final de la tabla en 2018, estos últimos 4 años de análisis son los más representativos en la historia de la sustentabilidad en México, conteniendo el 56.34% de todas las publicaciones de los 28 años analizados.

La Tabla 1 muestra la estructura de citas para los documentos en el campo de la sustentabilidad en México. Se observa un promedio de 15 citas por documento, encontrándose solo el 2.3% de los artículos con una citación mayor a 100 citas por documento y un 11.5 entre 25 y 50 citas por documento.

TABLA 1: ESTRUCTURA DE CITAS

Número de citas	Artículos publicados	Porcentaje
≥1500	1	0.038
≥750	2	0.076
≥ 500	3	0.114
≥250	6	0.228
≥ 100	49	1.864
≥ 50	103	3.918
≥25	200	7.607
<25	2265	86.155
Total	2629	100

Fuente: Creación propia a partir de información recopilada de la BBDD Web of Science.

La Tabla 2. Muestra los artículos con mayor influencia en el campo de la sustentabilidad, donde existe la colaboración de por lo menos un investigador adscrito a un centro de investigación en México. El artículo

más citado es “The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths”, cuenta con 1,512 citas, es publicado en 2001 en colaboración con autores de 9 países distintos (Lambin et al., 2001), el autor cuya suscripción académica se encuentra en México es Rodolfo Dirzo, investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México. Le siguen las publicaciones “Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment” (Carpenter et al., 2009) el autor adscrito al centro de investigación en México es José Sarukhan, investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México, en el

Instituto de Biología, departamento de Botánica y presenta 981 citas, en tercera posición del ranking se ubica el documento titulado “The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems” con 837 citas (Stevens, 2000), el segundo autor de cuatro es Bonfil R., investigador adscrito al Instituto Nacional de la Pesca y acuicultura de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México. Algo a destacar es que los primeros tres documentos del ranking mencionados pertenecen al área de “Environmental Sciences”.

TABLA 2: TOP 15 ARTÍCULOS MÁS CITADOS

R	Artículo	Autor	Autor-MX	ORG-MX	Rev-S	TC-S	PY
1	The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths	Lambin, EF; Turner, BL; Geist, HJ; Agbola, SB; Angelsen, A; Bruce, JW; Coomes, OT; Dirzo, R; Fischer, G; Folke, C; (más 16 autores)*	Dirzo, R.	UNAM	GECH	1512	2001
2	Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment	Carpenter, Stephen R.; Mooney, Harold A.; Agard, John; Capistrano, Doris; DeFries, Ruth S.; Diaz, Sandra; Dietz, Thomas; Duraiappah, Anantha K.; Oteng-Yeboah, Alfred; Pereira, Henrique Miguel; (más 5 autores)*	Sarukhán, J.	UNAM	NASUS A	981	2009
3	The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems	Stevens, JD; Bonfil, R; Dulvy, NK; Walker, PA	Bonfil, R.	INAPESCA	MSC	837	2000
4	Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 315 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE), 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015	Kassebaum, NJ; Arora, M; Barber, RM; Bhutta, ZA; Carter, A; Casey, DC; Charlson, FJ; Coates, MM; Coggeshall, M; Cornaby, L; (más 600 autores)*	Benjet, C; Campuzano, JC; Cardenas, R; Jimenez-Corona, A.	UAM	LAN	637	2016
5	Tracking the ecological overshoot of the human economy	Wackernagel, M; Schulz, NB; Deumling, D; Linares, AC; Jenkins, M; Kapos, V; Monfreda, C; Loh, J; Myers, N; Norgaard, R; Randers, J.	Wackernage, M; Linares, AC.	UAX	NASUS A	524	2002
6	National natural capital accounting with the ecological footprint concept	Wackernagel, M; Onisto, L; Bello, P; Linares, AC; Falfan, ISL; Garcia, JM; Guerrero, AIS; Guerrero, CS	Wackernagel, M; Onisto, L; Bello, P; Linares, AC; Falfan, ISL; Garcia, JM;	UAX	ECEC	504	1999

Sustentabilidad en México un análisis bibliométrico del área del conocimiento en los últimos
28 años

			Guerrero, AIS; Guerrero, CS						
7	The IPBES Conceptual Framework - connecting nature and people	Diaz, S; Demissew, S; Carabias, J; Joly, C; Lonsdale, M; Ash, N; Larigauderie, A; Adhikari, JR; Arico, S; Baldi, A; (más 74 autores)*	Carabias, J.	UNAM	COES	487	2015		
8	The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields	Allen-Wardell, G; Bernhardt, P; Bitner, R; Burquez, A; Buchmann, S; Cane, J; Cox, PA; Dalton, V; Feinsinger, P; Ingram, M; (más 12 autores)*	Burquez, A; Medellin, R; Medellin-Morales, S.	UNAM	COBI	437	1998		
9	From linear fuel switching to multiple cooking strategies: A critique and alternative to the energy ladder model	Masera, OR; Saatkamp, BD; Kammen, DM	Masera, OR	UNAM	WODE	305	2000		
10	The coasts of our world: Ecological, economic and social importance	Martinez, M. L.; Intralawan, A.; Vazquez, G.; Perez-Maqueo, O.; Sutton, P.; Landgrave, R.	Vázquez, G.; Pérez-Maqueo, O.	INECOL	ECEC	301	2007		
11	The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants	Altieri, MA.; Manuel TV.	Manuel TV.	UNAM	JPES	293	2011		
12	Declarations for sustainability in higher education: becoming better leaders, through addressing the university system	Lozano, R; Lukman, R; Lozano, FJ.; Huisingh, D; Lambrechts, W.	Lozano, FJ.	ITESM	JCP	269	2013		
13	Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries	Pretty, JN; Noble, AD; Bossio, D; Dixon, J; Hine, RE; de Vries, FWTP; Morison, JIL	Dixon, J	CIMMYT	EST	239	2006		
14	Climate variability, fish, and fisheries	Lehodey, P.; Alheit, J.; Barange, M.; Baumgartner, T.; Beaugrand, G.; Drinkwater, K.; Fromentin, J. -M.; Hare, S. R.; Ottersen, G.; Perry, R. I.; (más 3 autores)*	Baumgartner, T	CICESE	JCL	238	2006		
15	Improvement of water use efficiency in rice by expression of HARDY, an Arabidopsis drought and salt tolerance gene	Karaba, A; Dixit, S; Greco, R; Aharoni, A; Trijatmiko, KR.; Marsch-Martinez, N; Krishnan, A; Nataraja, KN.; Udayakumar, M; Pereira, A.	Nayelli Marsch-Martinez	CINVESTAV IPN	NASUS A	237	2007		

Abreviaciones: R, Ranking; Autor-MX, Autor(es) del artículo que se encuentren afiliados a por lo menos un centro de investigación en México; ORG, Organización en México a la que pertenece el autor; Rev, Revista; TC, Total de Citas del artículo; AP, Año de publicación del artículo; UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México; INAPESCA, Instituto Nacional de la Pesca y Acuicultura; UAM, Universidad Autónoma Metropolitana; UAX, Universidad Anáhuac Xalapa; INECOL, Instituto de Ecología; ITESM, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores De Monterrey; CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo; CICESE, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; CINVESTAV-IPN, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; GECH, Global Environmental Change; NASUSA, National Academy of Sciences of The United States of America; MSC, Journal of Marine Science; LAN, Lancet; ECEC, Ecological Economics; COES, Current Opinion in Environmental Sustainability; COBI, Conservation Biology; WODE, World Development; JPES, Journal of Peasant Studies; JCP, Journal of Cleaner Production; EST, Environmental Science & Technology; JCL, Journal of Climate.*Se presentan los primeros diez resultados y se indica entre paréntesis el número de autores restantes.Creación propia a partir de información recopilada de la BBDD Web of Science

La Tabla 3 muestra las principales revistas encontradas en los resultados. Encabezan la lista la Revistas *Journal of Cleaner Production* y *Sustainability* ambas comparten el mismo

número de artículos publicados sobre sustentabilidad con al menos un autor adscrito a un centro de investigación mexicano cada uno, sin embargo, la revista

Journal of Cleaner Production se coloca en el primer lugar del ranking por presentar el mayor impacto, importancia y difusión, lo anterior medido en el resto de indicadores de la tabla 3, en especial en las marcadas diferencias de los conteos de citas (Glänzel &

Moed, 2002), donde a razón del total de citas cada artículo del *Journal of Cleaner Production* cuenta con un promedio de 25 citas, mientras que, la revista *Sustainability* presenta un promedio de 3 citas por artículo.

TABLA 3: TOP 15 REVISTAS CON MAYOR NÚMERO DE PUBLICACIONES

R	Rev	TA-S	TC-S	H-S	IF-2018	IFP-5	%Tp	≥250	≥ 100	≥ 50	≥ 25	<25	Rev-AIS
1	JCP	74	1903	20	6.39	7.05	2.81	1	4	3	11	55	ENG
2	SUST	74	270	8	2.59	2.80	2.81	0	0	0	1	73	ESE
3	INTC	40	169	7	0.26	0.30	1.52	0	0	0	1	39	ESE
4	ES	29	540	15	4.13	4.96	1.10	0	1	0	5	23	ESE
5	OCM	25	243	8	2.59	3.04	0.95	0	0	0	5	20	OCE
6	FEM	24	783	15	3.12	3.60	0.91	0	3	1	4	16	FOR
7	TCA	24	27	3	0.29	0.30	0.91	0	0	0	0	24	CIENG
8	ASCE	23	255	8	6.97	7.18	0.87	0	0	0	3	20	CHENG
9	AGRO	23	53	5	0.37	0.52	0.87	0	0	0	0	23	AGR
10	AEE	19	720	13	3.95	4.65	0.72	0	1	5	5	8	AGR
11	FR	17	220	10	2.34	2.36	0.64	0	0	0	2	15	FISH
12	MB	17	68	4	0.58	0.85	0.64	0	0	0	1	16	FOR
13	PO	17	130	6	2.77	3.33	0.64	0	0	0	2	15	STOT
14	RBT	16	50	5	0.58	0.71	0.60	0	0	0	0	16	LSBOT
15	CTEP	15	175	6	2.27	2.42	0.57	0	0	1	1	13	ENG

Abreviaciones: R, Ranking; Rev, Revista; TA-S, Total de Artículos - Sustainability, publicados por el autor; TC-S, Total de Citas del autor - Sustainability; H-S, índice H del autor - Sustainability; IF-2018, Factor de Impacto Journal Citation Reports para el 2018; IF-5 Promedio del Factor de Impacto Journal Citation Reports para los últimos 5 años; %Tp, Porcentaje del total de publicaciones; ≥250; ≥ 100; ≥ 50; ≥ 25; <25, estructura de citas por revista; Rev-AIS, Principal área de investigación de la revista; JCP, Journal of Cleaner Production; SUST, Sustainability; INTC, Interciencia; ES, Ecology and Society; OCM, Ocean Coastal Management; FEM, Forest Ecology and Management; TCA, Tecnología y Ciencias del Agua; ASCE, Acs Sustainable Chemistry Engineering; AGRO, Agrociencia; AEE, Agriculture Ecosystems Environment; FR, Fisheries Research; MB, Madera y Bosques; PO, Plos One; RBT, Revista de Biología Tropical; CTEP, Clean Technologies and Environmental Policy; ENG, Engineering; ESE, Environmental Sciences Ecology; OCE, Oceanography; FOR, Forestry; CIENG, Civil Engineering; CHENG, Chemical Engineering; AGR, Agriculture; FISH, Fisheries; STOT, Science Technology Other Topics; LSBOT, Life Sciences Biomedicine Other Topics;. Creación propia a partir de información recopilada de la BBDD Web of Science.

Lo mismo se plantea para el indicador H-S, el cual al comparar un par de revistas con un número similar de artículos y valores distintos del índice h, denota que la más alta es la revista más exitosa (Hirsch, 2005). Así y en función del índice h, de las 74 publicaciones sobre sustentabilidad de cada revista, la revista JCP contiene por lo menos 20 artículos que han sido citados un mínimo de 20 veces, mientras que la revista Sustainability contiene por lo menos 8 artículos que han sido citados por lo menos 8

veces cada uno. La citación se puede observar en el desglose de la estructura de citas por revista, donde los campos posteriores a mayor o igual a 50 citas de la revista *Sustainability* se encuentran vacíos. Notar que el IF para el último periodo es de 6.39 para JCP y 2.59 para SUST y el IF de los últimos 5 años 7.05 y 2.80 respectivamente, evidenciando una mayor relevancia por parte de JCP.

En la tercera posición del ranking de producción se encuentra la revista *Interciencia* la cual contiene 40 artículos del

tema, cada uno presenta en promedio 4 citas, dicha revista contiene un H-S de 7, corroborable con la estructura de citas y su principal área de investigación se centra en las Ciencias Ecológicas y del Medio Ambiente (ESE).

La Tabla 4 presenta a los Autores más productivos en el campo de la sustentabilidad en México. Se observa en primera y segunda

posición a investigadores adscritos a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, ambos en el área de investigación de Ingeniería Química. Por un lado, José María Ponce Ortega, del cual se encontró registro de 48 publicaciones para el campo analizado, la mayoría de sus publicaciones se encuentran en la revista ACS Sustainable Chemistry Engineering, el autor a su vez cuenta con el índice H más alto del Ranking.

TABLA 4: TOP 15 AUTORES CON MAYOR NÚMERO DE PUBLICACIONES

R	Autor	TA-S	TC-S	H-S	ORG	AI-S	Rev-S	TA	TC	H
1	Ponce-Ortega, J.M.	48	863	17	UMSNH	CHE	ASCE	184	3154	31
2	Serna-Gonzalez, M.	22	609	14	UMSNH	CHE	JCP	71	1661	24
3	Casas, A.	20	360	11	UNAM	PS	JEE	110	2314	28
4	Arreguin-Sanchez, F.	16	123	6	IPN	ESE	EM	102	1426	20
5	Balvanera, P.	16	701	14	UNAM	ESE	ES	75	6286	30
6	Flores-Tlacuahuac, A.	15	180	8	ITESM	CHE	IECR	83	1155	20
7	Aragon-Noriega, E.A.	14	72	4	CIBNOR	MFB	RBMO	62	551	12
8	Ortega-Rubio, A.	14	58	4	CIBNOR	ESE	IJSDWE	118	506	11
9	Sayre, K.D.	14	851	12	CIMMYT	AGR	PAS	43	3123	26
10	Astier, M.	13	199	8	UNAM	ESE	IJAS	26	282	9
11	Martinez-Ramos, M.	13	309	9	UNAM	ESE	CTEP	133	6235	45
12	Masera, O.	13	601	8	UNAM	ESE	CTEP	89	4742	37
13	Salem, A.Z.M.	13	121	7	UAEM	EE	JCP	223	1853	23
14	Napoles-Rivera, F.	12	185	9	UMSNH	EE	JCP	47	640	16
15	Bocco, G.	11	101	6	UNAM	ESE	INTC	66	1286	17

Abreviaciones: R, Ranking; TA-S, Total de Artículos - Sustainability, publicados por el autor; TC-S, Total de Citas del autor - Sustainability; H-S, índice H del autor - Sustainability; ORG, Organización a la que pertenece el autor; AI-S, Principal Área de Investigación del autor - Sustainability; Rev-S, Principal Revista en la que publica el autor - Sustainability; TA, Total de artículos publicados por el autor; TC, Total de Citas del autor en general; H, índice H general del autor; UMSNH, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México; IPN, Instituto Politécnico Nacional; ITESM, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores De Monterrey; CIBNOR, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste; CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo; UAEM, Universidad Autónoma del Estado de México; CHE, Chemical Engineering; PS, Plant Sciences; ESE, Environmental Sciences Ecology; MFB, Marine Freshwater Biology; AGR, Agriculture; EE, Environmental Engineering; ASCE, ACS Sustainable Chemistry Engineering; JCP, Journal of Cleaner Production; JEE, Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine; EM, Ecological Modelling; ES, Ecology And Society; IECR, Industrial Engineering Chemistry Research; RBMO, Revista de Biología Marina y Oceanografía; IJSDWE, International Journal of Sustainable Development and World Ecology; PAS, Plant and Soil; IJAS, International Journal of Agricultural Sustainability; CTEP, Clean Technologies and Environmental Policy; INTC, Interciencia; Creación propia a partir de información recopilada de la BBDD Web of Science

La publicación en el área de la sustentabilidad más citada de Ponce Ortega es “Optimal planning and site selection for distributed multiproduct biorefineries involving economic, and social objectives” con 132 citas (Santibañez-Aguilar, González-Campos, Ponce-Ortega, Serna-González, & El-Halwagi, 2014), en la cual es co-autor con el segundo autor más productivo del presente

ranking, Medardo Serna González quién posee 22 artículos, la mayor parte publicados en la revista JCP. Ambos autores demuestran un dominio en el campo de la sustentabilidad sobre de otras investigaciones que han realizado, este hecho se aprecia en la relación existente entre los indicadores TA-S y H, así para Ponce Ortega el 26% de sus publicaciones sobre sustentabilidad le

proporcionan el 54% del valor de su H índice total y para Medardo Serna González, el 30% de su TA-S le proporciona el 58.33% de su índice H total. En tercera posición de la Tabla 3 se encuentra Alejandro Casas, investigador adscrito a la Universidad Nacional Autónoma de México con 20 publicaciones en sustentabilidad y un H-S de 11. Su artículo más citado en el campo de la sustentabilidad es “Conservation and sustainable use of crop wild relatives” con 60 citas (Heywood, Casas, Ford-Lloyd, Kell, & Maxted, 2007), su principal área de investigación se basa en Ciencias de las Plantas y publica mayoritariamente en la revista *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*.

La Tabla 5 presenta las 15 organizaciones con la mayor cantidad de publicaciones en el área. La mayor fuente de publicaciones nacionales sobre sustentabilidad proviene de investigadores adscritos a la Universidad Nacional Autónoma de México, 639 artículos encontrados para esta búsqueda, es decir, de cada 10 publicaciones sobre sustentabilidad en México 2.4 son de un autor con afiliación a la UNAM, en segunda posición se encuentra el Instituto Politécnico Nacional México del cual provienen el 8.86% de las publicaciones nacionales y en tercera posición la Universidad Autónoma Chapingo con el 5.71%.

TABLA 5: TOP 15 ORGANIZACIONES CON MAYOR NÚMERO DE PUBLICACIONES

R	Organización/Universidad	TA-S	%PT
1	Universidad Nacional Autónoma de México	639	24.31%
2	Instituto Politécnico Nacional México	233	8.86%
7	Universidad Autónoma Chapingo	150	5.71%
3	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	117	4.45%
4	El Colegio de La Frontera Sur	110	4.18%
5	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo	103	3.92%
6	Universidad Autónoma de Baja California	102	3.88%
8	Universidad Autónoma Metropolitana México	94	3.58%
9	Universidad Autónoma del Estado De México	89	3.39%
10	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	80	3.04%
11	Universidad Veracruzana	77	2.93%
12	Universidad Autónoma de Nuevo León	67	2.55%
13	Universidad Autónoma de Yucatán	67	2.55%
14	Universidad de Guadalajara	63	2.40%
15	Universidad de Sonora	56	2.13%

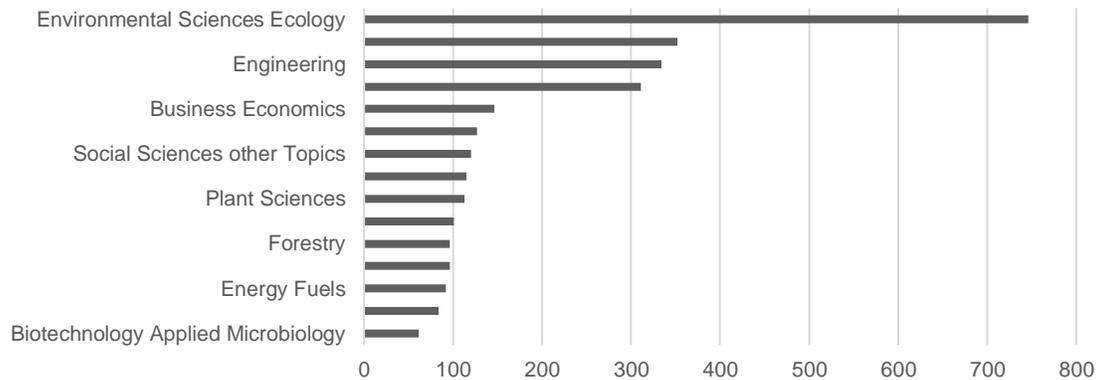
Abreviaciones: R, Ranking; TA-S, Total de Artículos; %PT, Porcentaje respecto del total de los artículos 2,629. Creación propia a partir de información recopilada de la BBDD Web of Science.

La Gráfica 2, muestra las áreas de investigación dentro del estudio de la sustentabilidad presentes en el mayor número de artículos. En total 15 sub tópicos engloban el 71% del total de contenidos. En primer lugar, de la tabla se encuentra el área de investigación sobre Ciencias Ecológicas y del Medio Ambiente la cual representa poco

más del 18% de todas las publicaciones sobre sustentabilidad en México. En segundo lugar, publicaciones sobre Agricultura con el 8.67%, seguido por Ingeniería con el 8.23%, Ciencias de la Tecnología y afines con 7.66%, Negocios y Economía con 3.60%, Recursos Hídricos con 3.13% y en la séptima posición Ciencias Sociales y otros tópicos 2.96%, hasta esta

posición se encuentra el 52% de las áreas de investigación en sustentabilidad en México.

GRÁFICA 2: ÁREAS DE INVESTIGACIÓN DENTRO DE LA SUSTENTABILIDAD CON MAYOR NÚMERO DE PUBLICACIONES POR AUTORES CON AFILIACIÓN A UNA INSTITUCIÓN MEXICANA



Fuente: Creación propia a partir de información recopilada de la BBDD Web of Science.

4. ANÁLISIS DE LOS MAPAS BIBLIOMÉTRICOS

En este apartado se presentan los mapas de redes a los que se sometió la información bibliométrica recabada en esta investigación para el tópico Sustentabilidad en México. Para la construcción de los mapas se utilizó el software VOSviewer, con el cual se pueden analizar grandes grupos de información sus conexiones y coincidencias entre documentos, autores, revistas, palabras clave, organizaciones, etc., (van Eck & Waltman, 2010). Merigó et al., (2018) señala que el uso de esta herramienta posibilita el establecimiento de patrones y cuerpos temáticos, lo que favorece la interpretación. En el presente documento se despliegan mapas con base en la distancia, en los que el espacio entre elementos representa su fuerza de relación, a menor distancia, una relación más fuerte, la líneas indican relación y el tamaño de los elementos, la importancia, misma que puede ser medida en número de documento o citas y mapas de densidad, donde los términos con mayor ocurrencia se

presentan en las áreas más representativas del mapa de calor (Buter & Van Raan, 2013).

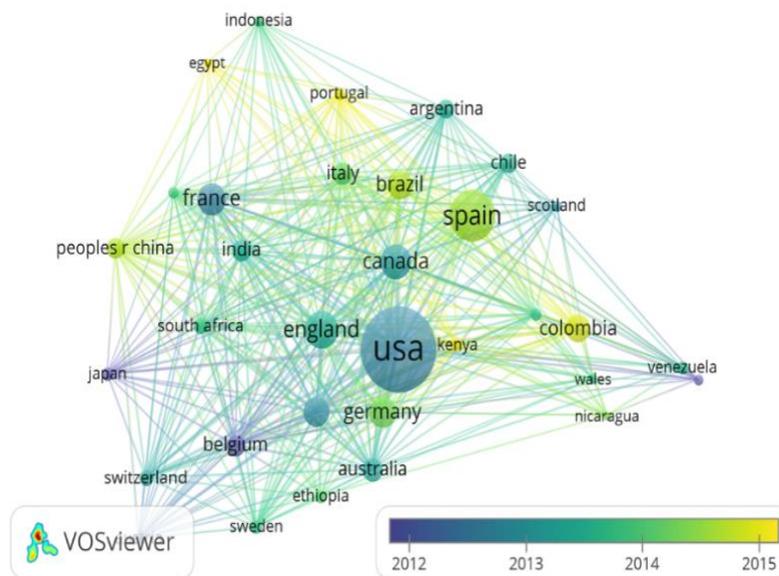
La Figura 1 presenta un mapa de co-ocurrencia de palabras clave sobre los artículos de sustentabilidad en México. Las zonas cálidas concentran la mayor co-ocurrencia de palabras en tonos rojos, para el caso opuesto, las zonas frías en tono verde o azul. Mediante el análisis de palabras claves es posible identificar los temas principales en las publicaciones para identificar tendencias y oportunidades (McBurney & Novak, 2002). Se observa que la palabra clave más representativa es *management* seguida de *conservation*, *systems* y *growth*, en tonalidades naranjas representando una menor concentración se encuentran diversas palabras clave como: *sustainable development*, *model*, *performance*, *biodiversity*, *impact*, etc. En los bordes del mapa de calor se encuentran las temáticas de menor concurrencia, lo cual se puede explicar por dos situaciones, estas pueden ser tendencias emergentes (que están por desarrollarse) o temas poco acudidos por los investigadores mexicanos.

seguido de Alejandro Casas, quien figura en la Tabla 4. Como el tercer autor con más producción. Cabe mencionar también que cada tonalidad representa un clúster o agrupación de autores en común coautoría, los enlaces entre ellos son los autores Torres Ignacio, Casas Alejandro, Skutsch Margaret, Ghilardi Adrián y Martínez Ramos Miguel.

La Figura 3 presenta un análisis de coautoría entre países, todos en relación con México para el tema de la sustentabilidad. Se observa un mayor número de documentos en donde los autores mexicanos presentan colaboraciones con investigadores de Estados Unidos, seguido de España, Inglaterra, Canadá, Alemania, Francia y Colombia, en menor medida se encuentran países de Latinoamérica y Asia. Para la elaboración de la Figura 3, se seleccionaron los países con

coautorías que representaran un mínimo de 200 artículos por país con un mínimo de 10 citas cada documento, el total representado fue de 33 ítems. La tonalidad de las esferas corresponde a la edad promedio de los artículos en coautoría con México, reflejando un cúmulo de documentos de mayor antigüedad para países como Japón, Bélgica, Estados Unidos y Francia en tonalidad azul, esto indica que, a pesar de contener artículos de mayor antigüedad, se continúa la colaboración por lo que al ser un promedio tiende a normalizarse. Los países con colaboraciones más recientes son aquellos en amarillo brillante como Colombia, Portugal y Egipto. Finalmente, con mayor tiempo de coautoría, pero con un mayor número de documentos recientes, aquellos en verde claro como: España, Brasil, China y Alemania.

FIGURA 3: CO-AUTORÍA DE PUBLICACIONES CON OTROS PAÍSES

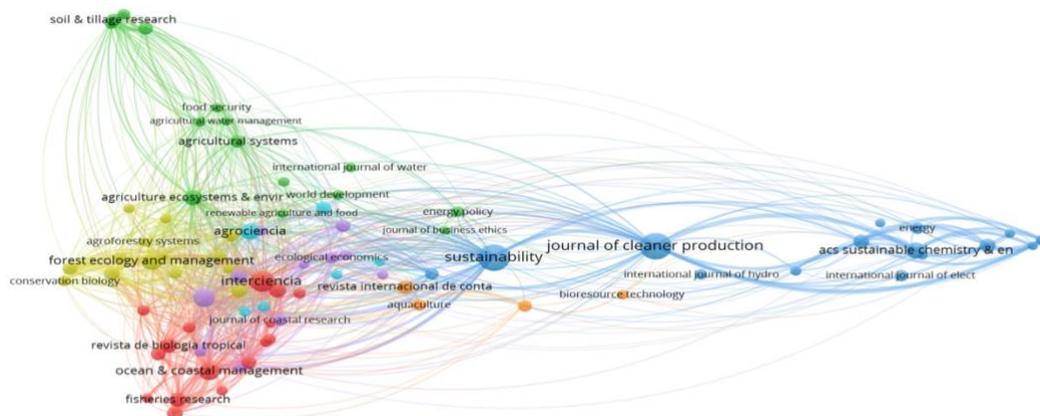


Fuente: Creación propia a partir de información recopilada de la BBDD Web of Science y el software VosViewer

La Figura 4 presenta las 49 revistas con mayor interrelación en cuestión de acoplamiento bibliográfico. Este análisis representa la relación entre revistas mediante las líneas provenientes de cada nodo. La influencia de cada revista con las demás se determina por la cantidad de líneas que emergen hacia otras y el grosor de las mismas (Miguel, Moya-Anegón, & Herrero-Solana, 2006). La Figura 4 se construyó con un

mínimo de 30 co-ocurrencias en cada elemento. Se aprecia una diversidad en las áreas de investigación de las revistas esperadas por la multidimensionalidad de la sustentabilidad, al centro las revistas donde convergen tópicos inusualmente emparejados, sirviendo como nexo adicional entre disciplinas y ciencias, las revistas *Journal of Cleaner Production* y *Sustainability*.

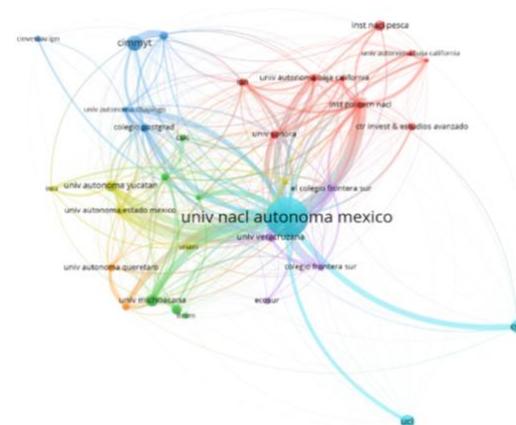
FIGURA 4: ACOPLAMIENTO BIBLIOGRÁFICO ENTRE REVISTAS



Fuente: Creación propia a partir de información recopilada de la BBDD Web of Science y el software VosViewer.

La Figura 5 es el resultado de un análisis de acoplamiento bibliográfico entre universidades y organizaciones. Al centro, por su magnitud e importancia en las publicaciones científicas de México y del campo analizado se encuentra la Universidad Autónoma de México. Su posición demuestra la gran influencia que tienen los artículos elaborados en esta universidad con el resto de las instituciones del país, fungiendo como centro, enlace y dispersor de información sobre sustentabilidad. Para la presente representación gráfica se refinó la búsqueda para aquellas universidades o centros de investigación con un mínimo de 5 documentos y por lo menos con una cantidad de 200 citas.

FIGURA 5: ACOPLAMIENTO BIBLIOGRÁFICO ENTRE ORGANIZACIONES



Fuente: Creación propia a partir de información recopilada de la BBDD Web of Science y el software VosViewer

5. DISCUSIÓN

Los resultados globales de recuento de publicaciones demuestran una positiva participación e incursión de áreas en la investigación de las Sustentabilidad nacional mexicana, sin embargo se deja en perspectiva que esto no es necesariamente una cuestión positiva si se encuentra una interconexión limitada entre áreas, esto debido a que el constructo de la sustentabilidad tiende a tomar una discursiva distinta para cada dimensión o área de estudio dispersando y limitando una implementación integral de esta ciencia (Giovannoni & Fabietti, 2013; Jones, Watkins, Braganza, & Coughlan, 2007).

Esta interconexión se manifiesta en los grupos de co-autorías (Figura 2.). En ella se observa que los autores son en su gran mayoría de la UNAM y comparten una misma temática investigativa. Esto revela que en México existe una multidisciplinariedad pero no una investigación transdisciplinaria que permita conjuntar las dimensiones de la sustentabilidad, además de que no existe colaboración real entre instituciones o centros de investigación, y se observa una concentración por lo general determinada por su ubicación geográfica, por ejemplo 1) Investigadores adscritos al Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM, campus Morelia, Michoacán: Masera Omar, Martínez Ramos Miguel, Casas Alejandro Torres Ignacio, Blancas José, Pérez Negrón, Rangel Landa Selene. 2) Investigadores adscritos al Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, en Morelia, Michoacán: Skutsch Margaret y Gilardi Adrián. 3) Investigadores adscritos al Jardín Botánico IB-UNAM, en México: Caballero Javier y Dávila Patricia Investigadores adscritos al Colegio de la

Frontera Sur en Campeche: González-Espinoza Mario. 4) Un único investigador extranjero derivado de esta red de coautoría: Anten Niels P.R. adscrito a la Wageningen University & Research, en los Países Bajos.

Para México, en los próximos años, se espera un aumento considerable en la producción de artículos en temas de energía sustentable, tópico identificado como emergente (véase Figura 1.) esto debido al impulso generado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el cual creó en el año 2015 un fideicomiso especial para la investigación en esta área. Se espera que dicha inversión se vea reflejada en la investigación nacional en los años venideros. También se espera que las ciencias sociales continúen expandiéndose, esto debido a la segunda posición que ostentan a nivel mundial en número de publicaciones Kajikawa et al., (2014) es decir 5 menos que en México, sin embargo y dado que se pueden contabilizar solo 4 años de la expansión en la investigación de la sustentabilidad en el país. Se espera que esta área adquiera una mayor consolidación en el transcurso del tiempo, pues se ha previsto en la estructura mundial que es la más reciente, además es la dimensión con el mayor potencial para guiar a la sociedad a la transición hacia la sustentabilidad. Es dentro de la esfera social, donde implica pensar en los impactos de la sustentabilidad de los procesos productivos y de los estilos de vida adoptados (Aguayo Gonzalez, Lama Ruiz, & Peralta Alvarez, 2011).

6. CONCLUSIONS

El presente trabajo tiene como objetivo plasmar la evolución de la ciencia en sustentabilidad por científicos mexicanos en los últimos 28 años. Los resultados muestran

que la mayor actividad se ha producido en los últimos 10 años, siendo en los últimos 4 donde se refleja la mayor productividad. El 56% de todas las publicaciones de todos los tiempos se encuentran en este período de tiempo. El crecimiento de publicaciones en temas de sustentabilidad es un resultado esperado dada la postura global de la misma donde el constructo de la sustentabilidad se considera tarea central de la ciencia y la tecnología (Holdren, 2008; Raven, 2002) y parte de un contrato entre investigadores y sociedad (Lubchenco, 1998). Vale la pena destacar el aumento en la transición del periodo 2014 al 2015 donde se observa un incremento del 84% en el número de publicaciones en temas de sustentabilidad. Lo anterior es un reflejo de una serie de causales tanto nacionales como de la tendencia mundial. Haciendo una breve exploración de las posibles causas de este notable incremento se destaca 1) La creciente preocupación por la crisis ambiental. 2) Una mayor frecuencia del tópico sustentable en el discurso, social y político. 3) Para México, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) el máximo impulsor de investigación nacional incorpora a la Sustentabilidad como tópico en las estrategias y Líneas de Acción Agenda Prioritaria en Ciencia, Tecnología e Innovación, las cuales se sujetan a las prioridades del Plan Nacional de Desarrollo desde 2007 y posteriormente con una mayor connotación para el *Plan 2008-2015 y 2014-2018*. 4) La creación de los Objetivos Mundiales por la Organización de las Naciones Unidas de los que México es miembro, denominados *Objetivos de Desarrollo Sustentable 2015-2030*.

Las revistas que más aportan a la disseminación de temas en sustentabilidad en el país, por cantidad de documentos

nacionales en el área (Tabla 3), además de fungir como puntos focales entre disciplinas (Figura 4) son las revistas *Journal of Cleaner Production* (1993), la cual cuenta con 74 publicaciones, un promedio de citación de 25 citas por documento, un índice H-S de 20, un IF para 2018 de 6.39 y cuya área de investigación más concurrente es en ingeniería. En segundo lugar, la revista *Sustainability* (2009), con 74 publicaciones, un promedio de citación de 3 citas por artículo, un índice H-S de 8 y un FI para 2018 de 2.59.

El centro de investigación más importante del país para este campo del conocimiento es la Universidad Autónoma de México seguida de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ambas organizaciones representan el 60% de la adscripción de los investigadores de la sustentabilidad en México, además son origen de los autores más productivos del país, José María Ponce Ortega y Medardo Serna González de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Alejandro Casas de la UNAM. Los artículos más citados identificados con la metodología propuesta son: “The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths”; “Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment” y “The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems” (Tabla 2), ambos pertenecientes a la categoría de investigación “Environmental Sciences” la cual es la principal en el tópico de investigación de este documento (Gráfica 2.).

En concordancia con la literatura sobre Sustentabilidad y los antecedentes de análisis bibliométricos a nivel mundial (Kajikawa et al., 2007, 2014), se encuentra que las áreas de

investigación de mayor influencia en los estudios de sustentabilidad son: ambiental, económica y social. Los resultados en proporción coinciden con lo encontrado por Buter & Van Raan (Buter & Van Raan, 2013) donde en su análisis a nivel mundial de los documentos más citados, se encontró en mayor proporción aquellos pertenecientes a la dimensión ambiental, seguida de la dimensión económica y con menor madurez las pertenecientes a la dimensión social (ver Gráfica 2). Un aspecto a destacar es que si bien el 71% de los documentos se encuentran en las primeras 15 áreas de investigación, se encontraron por lo menos 100 áreas más de tópicos de investigación, lo que denota una mayor participación de las ciencias (Kajikawa et al., 2014). De igual forma, en la Figura 1 se observan divergentes tendencias en las palabras clave de los artículos, destacando por sobre los demás el tópico *management* y aunque tiene su acepción mayoritariamente dentro de las ciencias sociales, una parte de este término también se deriva en esta investigación del verbo gestionar o gestión. Es así que podemos encontrar diversas áreas de investigación que no necesariamente pertenecen a las ciencias sociales, como por ejemplo gestión de modelos matemáticos o gestión de sistemas de riego sustentables.

El presente documento cuenta con ciertas limitaciones, en primera instancia la selección de la base de datos explorada, que, si bien recopila fuentes evaluadas por expertos y mantiene una robusta metodología de inclusión de publicaciones, puede dejar de lado algunos artículos relevantes en el área. Mucha investigación hace falta, por ejemplo, ampliar la búsqueda en otras bases de datos, así como generar mejores refinamientos de búsqueda, el análisis de resultados sobre grupos emergentes y grupos de conexiones de

forma interdisciplinaria, explorar la interacción de las dimensiones de la sustentabilidad profundizando en interacciones interdisciplinarias, dicho análisis ha de explorarse a nivel global y por países.

Además, se propone como investigación a futuro desarrollar periódicamente una búsqueda basada en la metodología propuesta en este trabajo, para contrastar las fluctuaciones y evoluciones de este campo de estudio en México y trabajar sobre el impacto de la sustentabilidad en las diversas esferas que la componen, con ello buscar dar luz en la exploración y análisis de la evolución de la investigación, su relevancia en las ciencias, la generación de sinergias y la exploración de nuevas vías para la generación del conocimiento.

Agradecimientos

El primer y tercer autor agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACyT de México, por el apoyo a este trabajo a través del número de los apoyos con números 741832 y 740762.

7. REFERENCIAS

- Aguayo Gonzalez, F., Lama Ruiz, J. R., & Peralta Alvarez, M. E. (2011). Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna: una arquitectura de referencia abierta para el diseño c2c sustainable. *DYNA Ingenieria E Industria*, 86(3), 199–211.
- Alfaro-García, Víctor G., Merigó, J. M., Alfaro-calderó, G. G., Plata-Pérez, L., & Gil-Lafuente, A. M. (2018). A citation analysis overview of fuzzy research. *Lectures on Modelling and Simulation, Best of Ma*, 1–6.
- Alfaro-García, Víctor G., Merigó, J. M., Alfaro Calderón, G. G., Plata-Pérez, L., Gil-Lafuente, A. M., & Herrera-Viedma, E. (2020). A citation analysis of fuzzy research by universities and countries. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 1–13. <https://doi.org/10.3233/JIFS-179629>
- Bilas Roy, S., & Basak, M. (2013). Journal of Documentation : A bibliometric study. *Library Philosophy Practices*, (945), 1–10.

- Blanco-Mesa, F., León-Castro, E., & Merigó, J. M. (2019, August 1). A bibliometric analysis of aggregation operators. *Applied Soft Computing Journal*, Vol. 81. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105488>
- Blanco-Mesa, F., Merigó, J. M., & Gil-Lafuente, A. M. (2017). Fuzzy decision making: A bibliometric-based review. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, Vol. 32, pp. 2033–2050. <https://doi.org/10.3233/JIFS-161640>
- Bugge, M., Hansen, T., & Klitkou, A. (2016). What Is the Bioeconomy? A review of the literature. *Sustainability*, 8(7), 691.
- Buter, R. K., & Van Raan, A. F. J. (2013). Identification and analysis of the highly cited knowledge base of sustainability science. *Sustainability Science*, 8(2), 253–267.
- Cancino, C. A., Merigo, J. M., Torres, J. P., & Diaz, D. (2018). A bibliometric analysis of venture capital research. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 23(45), 182–195. <https://doi.org/10.1108/JEFAS-01-2018-0016>
- Carabias Barcelo, V. (2018). Conciencia ambiental y comportamiento ecológico. Un análisis de la escala GEB (General Ecological Behavior) de Kaiser. *Revista Internacional de Sociología*, 60(33), 133.
- Carabias, J. (2019). Políticas económicas con sustentabilidad ambiental/Economic policies with environmental sustainability. *Journal of Economic Literature*, 16(42), 118–125.
- Carpenter, S. R., Mooney, H. A., Agard, J., Capistrano, D., Defries, R. S., Diaz, S., ... Whyte, A. (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(5), 1305–1312.
- Chaudhary, R. (2018). Green buying behavior in India: an empirical analysis. *Journal of Global Responsibility*, 9(2), 179–192.
- Clark, R. A., Haytko, D. L., Hermans, C. M., & Simmers, C. S. (2019). Social Influence on green consumerism: country and gender comparisons between China and the United States. *Journal of International Consumer Marketing*, 31(3), 177–190. <https://doi.org/10.1080/08961530.2018.1527740>
- Diodato, V. P. (1994). *Dictionary of bibliometrics* (1st ed.). New York: Haworth Press.
- Espitia-Moreno, I. C., & Pedraza, O. H. (2010). *El comportamiento del consumidor y el manejo sustentable de envases*. (1ra ed.). México: Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Inst. de Investigaciones Económicas y Empresariales.
- García-Orozco, D., Alfaro-García, V. G., Espitia-Moreno, I. C., & Gil-Lafuente, A. M. (2020). Forgotten effects analysis of the consumer behavior of sustainable food products in Mexico. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, Pre-press*, 1–10. <https://doi.org/10.3233/JIFS-189194>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768.
- Giovannoni, E., & Fabietti, G. (2013). What Is Sustainability? A review of the concept and its applications. In *Integrated Reporting* (pp. 21–40). Cham: Springer International Publishing.
- Glänzel, W., & Moed, H. F. (2002). Journal impact measures in bibliometric research. *Scientometrics*, 53(2), 171–193.
- Gómez, C. (2006). El desarrollo sostenible: conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación. *Cuestiones de Sociología (5-6)*, 295–312.
- Heo, J., & Muralidharan, S. (2019). What triggers young Millennials to purchase eco-friendly products?: the interrelationships among knowledge, perceived consumer effectiveness, and environmental concern. *Journal of Marketing Communications*, 25(4), 421–437.
- Heywood, V., Casas, A., Ford-Lloyd, B., Kell, S., & Maxted, N. (2007). Conservation and sustainable use of crop wild relatives. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121(3), 245–255.
- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(46), 16569–16572.
- Holdren, J. P. (2008). Science and Technology for sustainable well-being. *Association Affairs*, 319(5862), 424–434.
- Jones, D., Watkins, A., Braganza, K., & Coughlan, M. (2007). The great global warming swindle": a critique. *Bull. Aust. Meteor. Ocean. Soc*, 20(3), 63–72.
- Kajikawa, Y. (2008). Research core and framework of sustainability science. *Sustainability Science*, 3(2), 215–239.
- Kajikawa, Y., Ohno, J., Takeda, Y., Matsushima, K., & Komiyama, H. (2007). Creating an academic landscape of sustainability science: an analysis of the citation network. *Sustainability Science*, 2(2), 221–231.
- Kajikawa, Y., Tacao, F., & Yamaguchi, K. (2014). Sustainability science: the changing landscape of sustainability research. *Sustainability Science*, 9(4), 431–438.
- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., ... Xu, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4), 261–269.
- Larrondo, D., Bernal, E., & López, M. (2015). Marketing sustentable. Donde la innovación crea valor. Retrieved October 19, 2019, from <https://www.researchgate.net/publication/283317009>

- Lubchenco, J. (1998). Entering the century of the environment: a new social contract for science. *Science*, 279(5350), 491–497.
- McBurney, M. K., & Novak, P. L. (2002). What is bibliometrics and why should you care? *Proceedings. IEEE International Professional Communication Conference*, 108–114. IEEE.
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J., & Behrens, W. (1972). Los límites del crecimiento: Informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad. *Fondo de Cultura Económica, No. HC59(L42)*, 255.
- Meho, L. I., & Yang, K. (2007). Impact of data sources on citation counts and rankings of LIS faculty: Web of science versus scopus and google scholar. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(13), 2105–2125.
- Merigó, J. M., Blanco-Mesa, F., Gil-Lafuente, A. M., & Yager, R. R. (2017). Thirty years of the International Journal of Intelligent Systems: a bibliometric review. *International Journal of Intelligent Systems*, 32(5), 526–554.
- Merigó, J. M., Pedrycz, W., Weber, R., & de la Sotta, C. (2018). Fifty years of Information Sciences: A bibliometric overview. *Information Sciences*, 432, 245–268.
- Miguel, S., Moya-Anegón, F., & Herrero-Solana, V. (2006). El análisis de co-citas como método de investigación en Bibliotecología y Ciencia de la Información. *Investigación Bibliotecológica*, 21(43).
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). Objetivos de Desarrollo Sustentable 2015-2030. Retrieved October 23, 2019, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Raven, P. H. (2002). Presidential address: Science, Sustainability, and the Human Prospect. *Science*, 297(5583), 954–958.
- Rothenberg, L., & Matthews, D. (2017). Consumer decision making when purchasing eco-friendly apparel. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 45(4), 404–418.
- Santibañez-Aguilar, J. E., González-Campos, J. B., Ponce-Ortega, J. M., Serna-González, M., & El-Halwagi, M. M. (2014). Optimal planning and site selection for distributed multiproduct biorefineries involving economic, environmental and social objectives. *Journal of Cleaner Production*, 65, 270–294.
- Santillo, D. (2007). Reclaiming the definition of sustainability (7 pp). *Environmental Science and Pollution Research - International*, 14(1), 60–66.
- Simon, D. (1987). Our common future: report of the world commission on environment and development (Book Review). *Third World Planning Review*, 9(3), 285.
- Stevens, J. (2000). The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57(3), 476–494.
- Torregrosa, C. G. (2005). Un estudio analítico de la relación entre los negocios internacionales y el desarrollo sustentable en el contexto de los tratados de libre comercio: la experiencia práctica (An Analytical study of the relation between international business and sustainable development in the context of free trade agreements: practical experience). *Innovaciones de Negocios*, 1–14.
- Torres-Hernández, T., Barreto, I., & Rincón Vásquez, J. C. (2015). Creencias y normas subjetivas como predictores de intención de comportamiento proambiental. *Suma Psicológica*, 22(2), 86–92.
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538.
- Yadav, R., & Pathak, G. S. (2016). Young consumers' intention towards buying green products in a developing nation: Extending the theory of planned behavior. *Journal of Cleaner Production*, 135, 732–739.
- Yılmaz, B., Dinçol, M. E., & Yalçın, T. Y. (2019). A bibliometric analysis of the 103 top-cited articles in endodontics. *Acta Odontologica Scandinavica*, 77(8), 574–583.
- Zhang, L., Zhong, Y., & Geng, Y. (2019). A bibliometric and visual study on urban mining. *Journal of Cleaner Production*, 239, 118067.