

¿Qué publican las revistas mexicanas en tecnología de semillas?

Edgardo Bautista-Ramírez¹
Ernesto Alonso Rubio-Camacho^{1§}
Dora Ma. Sangerman-Jarquín²
Rosalinda González-Santos³

¹Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-INIFAP. Carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno km 8, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. CP. 47600. ²Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Textcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56250. ³Facultad de Ciencias Naturales-Universidad Autónoma de Querétaro. Av. de las Ciencias s/n, Delegación Santa Rosa Jauregui, Querétaro, México. CP. 76230.

§Autor para correspondencia: rubio.ernesto@inifap.gob.mx.

Resumen

Las investigaciones en semillas se adecuan a los avances obtenidos y las necesidades por resolver. El objetivo del presente trabajo fue identificar los aspectos relevantes de la información publicada en revistas científicas mexicanas relacionadas con mejorar la calidad y producción de semillas. La información se obtuvo de 16 revistas científicas mexicanas del catálogo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, en su temática de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias. El periodo de revisión fue de enero de 2010 a julio de 2021. Se revisaron 149 artículos realizadas en su mayoría en México. De 79 artículos su tema se centra en el estudio de la calidad fisiológica. La semilla de maíz fue la más estudiada (27 artículos) y en contraste, se observaron estudios en 50 especies con un solo artículo. Las palabras clave más utilizadas fueron germinación (32), *Zea mays* (15) semilla(s) (14) y vigor (13). Entre los cinco artículos más citados, dos se enfocan en políticas públicas y mercado de semillas. Aunque el número de artículos en semillas publicados en México sea bajo, se observa una amplia colaboración entre autores. Es necesario reforzar otras áreas de investigación para solucionar problemas como la calidad sanitaria y la conservación de semillas.

Palabras clave: calidad de semillas, biotecnología y ciencias agropecuarias, germinación y vigor, maíz, producción de semillas.

Recibido: mayo de 2022

Aceptado: agosto de 2022

Las investigaciones en semillas se van adecuando a los avances obtenidos y las necesidades por resolver. El tratamiento a las semillas contra plagas y enfermedades es muestra de lo anterior, donde se avanzó de usar arsénico al uso de controles biológicos aprobadas por la Agencia de Protección Ambiental (Sharma *et al.*, 2015). Si por cultivo se trata, el arroz es ejemplo, ya que ahora, es necesario encontrar alternativas que den vigor a las semillas en siembra directa, debido a la escasez del agua y el costo de la mano de obra que dificultan seguir con el método de trasplante manual de plántulas (Farooq *et al.*, 2009).

En legislación y políticas, los avances obtenidos en temas de semillas demandan mayor protección intelectual en el mundo (Domínguez-García, 2021). Por tanto, examinar la bibliografía publicada permitirá conocer los avances en la investigación y las necesidades por resolver en términos de semillas. Los resultados de las investigaciones en semillas se difunden preferentemente en artículos científicos. Entre las revistas especializadas se encuentran, la Journal of Seed Science que en el volumen 43 se publicaron 20 artículos y una nota científica los objetivos se enfocaron a la mejora y entendimiento de la calidad física y fisiológica de semillas de distintas especies.

La revista Seed Science and Technology que en su volumen 43(3) abarcó temas de biología básica, producción, pruebas, ecología, la conservación y la biodiversidad en semillas (Baalbaki, 2021). Aunque en México, existen 16 revistas científicas indexadas en el índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica Tecnológica del Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología (CRMICYT) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en el área IV, que corresponde a Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, ninguna se especializa en semillas; sin embargo, es ahí donde una porción de los(as) investigadores(as) mexicanos(as) que trabajan en semillas publica sus resultados.

El sector semillero en México ha sufrido cambios que modifican directa o indirectamente las temáticas de la producción de semillas dentro del territorio nacional. Antes de 1991, los ámbitos relacionados al sector semillero era tarea de las instituciones públicas; con la aprobación de la Ley de Semillas en ese año, el sector privado empieza a participar en la investigación, producción y comercialización de semillas (Espinosa-Calderón *et al.*, 2014). En 2011 surge el programa Mas Agro, que impulsó el crecimiento y competitividad de las empresas de semillas nacionales (Donnet *et al.*, 2020). Con todos los cambios en el sector semillero no se encontró un documento que compile la investigación en materia de semillas publicadas en México.

El objetivo del trabajo fue identificar los enfoques de las investigaciones, las especies estudiadas, número de citas recibidas y la colaboración entre autores de la información publicada en revistas científicas mexicanas enfocadas a mejorar la calidad y producción de semillas. Recopilar y sistematizar esta información permitirá conocer los avances en la investigación y e identificar las líneas prioritarias de investigación que requiere México en materia de semillas.

Origen de la información

La información se obtuvo de 16 revistas científicas mexicanas del catálogo de sistema de clasificación de revistas mexicanas de ciencia y tecnología del CONACYT, en su temática de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias (Cuadro 1). El periodo de revisión fue de enero de 2010 a julio de 2021. En cada número publicado en línea se buscó que el artículo tuviera una relación directa con la calidad genética, física, fisiológica y sanitaria de las semillas sin excluir a ninguna

especie. Para ello, la palabra clave de búsqueda fue semilla(s). Las variables de estudio fueron: autores, instituciones de los autores, año de publicación, país de origen, palabras clave, enfoque de la investigación y uso principal de la especie estudiada.

Cuadro 1. Número de artículos revisados en cada revista científica mexicana.

ID	Revista	Número de artículos de 2010 a 2021
1	Agricultura Sociedad y Desarrollo	4
2	Agro Productividad	16
3	Agrociencia	9
4	Bio Ciencias	8
5	Biocenia	1
6	Ecosistemas y Recursos Agropecuarios	4
7	Ingeniería Agrícola y Biosistemas	1
8	Polibotánica	8
9	Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas	29
10	Revista Chapingo Serie Horticultura	5
11	Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente	5
12	Revista Chapingo Serie Zonas Áridas	2
13	Revista Fitotecnia Mexicana	35
14	Revista Mexicana de Ciencias Forestales	10
15	Revista Mexicana de Fitopatología	3
16	Tropical and Subtropical Agroecosystems	9
	Total	149

De acuerdo con Popinigis (1985) la calidad de las semillas es una sumatoria de sus atributos genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios. Sin embargo, la investigación en semillas abarca otros temas, por ello, la variable, enfoque de la investigación tuvo las siguientes categorías: I) calidad genética; II) calidad física; III) calidad fisiológica; IV) calidad sanitaria; V) conservación y diversidad; VI) estandarización de pruebas en semillas; y VII) políticas públicas y mercado de semillas.

La clasificación de los artículos se realizó utilizando el título, palabra clave y objetivos y cuando estas no eran suficientemente determinantes se utilizaron las variables respuestas. La variable uso de la especie estudiada se obtuvo dentro del artículo o en otras fuentes relacionadas. Las variables año de publicación y país de origen se interpretaron mediante tablas de frecuencia. Para el enfoque de la investigación y uso de la especie estudiada se analizaron a partir de gráficas de barras apiladas, donde, el total de cada barra correspondió al enfoque de la investigación y los segmentos correspondieron al uso de la especie estudiada.

Con los autores y las palabras clave se hizo un análisis de redes de colaboración utilizando la paquetería *bibliometrix* (Aria y Cuccurullo, 2017) del software R v4.1 (R Core Team, 2021). Además, el uso de esta librería permitió la creación de los gráficos con base en el análisis de redes.

Finalmente, se realizó un mapa de ubicación de las instituciones más importantes en trabajos de semillas en México. Para ello fue necesario utilizar las librerías ggplot2 (Wickhan, 2016) y sf (Pebesma, 2018) también de R.

Google Scholar es una herramienta válida para la extracción de indicadores bibliométricos y una plataforma que aumenta la visibilidad de los repositorios institucionales (Cabezas-Clavijo y Delgado López, 2013; Corchuelo-Rodríguez *et al.*, 2021). Por ello, se utilizó esta plataforma para obtener el número de citas de cada artículo revisado. Aunque, se realizó una revisión exhaustiva para evitar artículos con doble referencia y errores generales.

En las 16 revistas mexicanas del Catálogo Nacional de Ciencias y Tecnología de México se identificaron 149 artículos relacionados con el tema de semillas. Los resultados de las investigaciones fueron hechos en su mayoría en México, con 139 artículos, seguidos de Brasil con tres y otros siete países con un artículo cada uno (Cuadro 2). El promedio de artículos de 2010 a 2020 fue de 13 (años completos).

Cuadro 2. Número de artículos publicados en semillas por año y país de origen.

Año	Número de artículos	País de origen	Número de artículos
2010	6	Brasil	3
2011	13	Canadá	1
2012	9	China	1
2013	9	Colombia	1
2014	10	Cuba	1
2015	11	Ecuador	1
2016	12	México	139
2017	15	Nigeria	1
2018	29	Perú	1
2019	15	-	-
2020	14	-	-
2021	6	-	-

El año con mayor número de publicaciones fue 2018, en contraste con el año 2010 donde solo se publicaron seis artículos. El número relativamente bajo de manuscritos publicados puede, entre otras situaciones, atribuirse al dominio que tienen las empresas transnacionales sobre el sector semillero, ya que cuentan con recurso financiero e infraestructura para realizar investigación y cuyos resultados no están obligados a divulgar (Perelmuter, 2020). O bien, a que los investigadores en semillas prefieran publicar sus resultados en revistas extranjeras, por temor a no ser citados, ser víctimas de antipatía (Cicero-Sabido, 2006).

Enfoque de la investigación y uso de la especie

El uso de semillas de calidad para la producción es una inversión de alta rentabilidad para los agricultores, lo que justifica los esfuerzos en investigación hecha para generarlas (García-Rodríguez *et al.*, 2018). De 149 artículos revisados, 124 se centran en estudiar la calidad genética,

física, fisiológica y sanitaria de las semillas, parámetros que determinan la capacidad y productividad de las semillas (Popinigis, 1985). Sin embargo, la calidad fisiológica es la más estudiada, 79 de los 149 artículos revisados se enfocaron en ella (Figura 1). La calidad fisiológica considera la integridad de cada una de las estructuras y procesos fisiológicos e histoquímicos que proporcionan a la semilla altos índices de viabilidad (Antuna-Grijalva *et al.*, 2003) y para su cuantificación se utilizan la germinación y el vigor de las semillas (Pérez *et al.*, 2006).

Esto justifica que los objetivos de 50 artículos se centran en la germinación, 14 en histoquímica, ocho a la morfología y siete al deterioro de las semillas. Los enfoques, calidad física y sanitaria agruparon a 19 y 18 artículos respectivamente (Figura 1). En calidad física, 10 artículos se centraron en evaluar el efecto del tamaño de semilla en la germinación y vigor de las plántulas. Otras variables estudiadas son peso de 1 000 semillas, peso volumétrico y pureza física, las cuales contribuyen a determinar la totalidad de la calidad física de las semillas (Moreno, 1996).

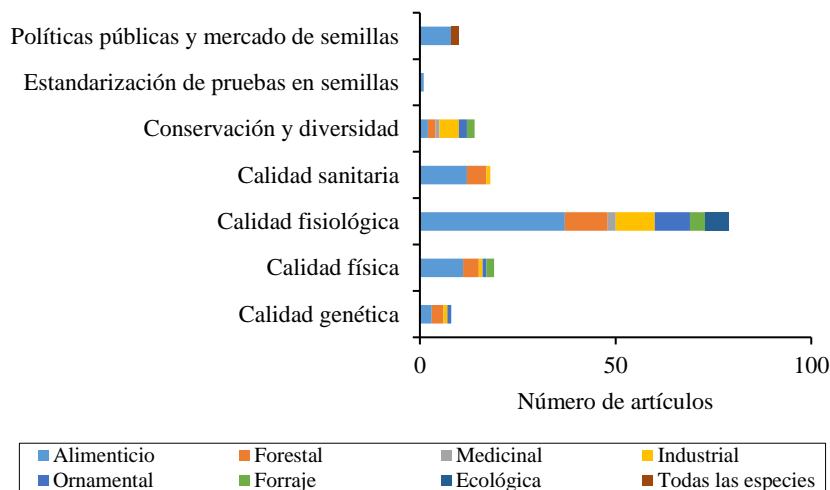


Figura 1. Uso de la especie estudiada dentro de los enfoques de las investigaciones en semillas publicadas en revistas mexicanas de enero de 2010 a junio de 2021.

En cuanto a la calidad sanitaria, 10 artículos tenían por objetivo estudiar el efecto y control de hongos fitopatógenos y seis en el control de plagas, uno a virus y otro a bacterias. El número de estudios enfocados a la calidad física y sanitaria es bajo respecto a los enfocados a la calidad fisiológica. Por tanto, consideramos que es necesario aumentar la investigación de la calidad física y sanitaria de las semillas, debido a que en la producción de semillas es común que la calidad fitosanitaria no sean las óptimas (Navarrete-Maya *et al.*, 2014). Adicionalmente, recomendamos ampliar el conocimiento sobre la importancia de la calidad física en los aspectos fisiológicos de las semillas (Fernández-Sosa *et al.*, 2015).

Los tres enfoques con menor número de artículos fueron: conservación y diversidad (14), políticas públicas y mercado de semillas (10) y estandarización de pruebas en semillas (1). Los tres enfoques mantienen relación estrecha con la riqueza biológica de México. Aunque existe una iniciativa nacional para estudiar, conocer y conservar la diversidad genética de los cultivos nativos de México y sus parientes silvestres (Mastretta-Yanes *et al.*, 2019), el presente trabajo de revisión demuestra lo contrario.

Sin embargo, para esclarecer lo planteado, será necesario realizar una revisión de los avances en materia de conservación de semillas de México. De los 149 artículos revisados, 74 fueron investigaciones hechas en especies cultivadas. El maíz fue la especie más estudiada (27 artículos), seguida del género *Capsicum* spp., con 10 artículos.

Estos resultados pueden atribuirse a que, en México, el chile y el maíz son cultivos muy importantes, ya que son una fuente de ingresos para muchas familias y forman parte de la cultura e identidad nacional (Mancilla-Villa *et al.*, 2020). Del total de artículos revisados, 25 se centraron en especies forestales (Figura 1). Probablemente, los investigadores forestales de México prefieran publicar sus resultados en revistas internacionales. Sin embargo, si los artículos publicados en las revistas nacionales son una muestra de los estudios enfocados en semillas forestales el número de artículos es bajo.

Esto contrasta con su importancia como fuente de germoplasma, su uso en la producción masiva de plantas (Sáenz *et al.*, 2011) y de la superficie territorial del país que es aproximadamente de 65% (Zamora, 2016). Por otra parte, el número de investigadores forestales en México es bajo en comparación con los investigadores dedicados a la parte agrícola, esto a su vez, podría explicar la baja producción en esta área. Por tanto, es necesario tratar de incrementar el número de investigadores forestales en México cuyo campo de estudio incluya el germoplasma forestal.

Las especies de uso industrial, ornamental, forraje, ecológica y medicinal acumularon 48 artículos entre todos (Figura 1). Aunado a lo anterior, 50 especies solo tuvieron un sólo artículo. Es posible que por la falta de financiamiento y la importancia dada a las especies vegetales estudiadas muchos de estas investigaciones no tuvieran continuidad, al menos en lo que respecta al estudio de sus semillas. Esta tendencia se mantiene en otros ambientes del conocimiento de las especies vegetales de México, de acuerdo con Mastretta- Yanes *et al.* (2019) la información al respecto es escasa o ni siquiera existe.

Palabras clave

Las palabras clave son de vital importancia en la indexación y recuperación de la información (González-Tous y Mattar, 2012), por lo que es importante el tiempo dedicado para elegir las adecuadamente. El total de palabras clave fueron 475, el mínimo y máximo de palabras fueron 2 y 9 respectivamente, con un promedio de 4.5 palabras por artículo. Las palabras clave más utilizadas en los artículos revisados fueron germinación (38), *Zea mays* (18) vigor (15), semilla(s) (13) y viabilidad (9) las cuales tienen una relación estrecha (Figura 2). las palabras clave tienen correspondencia con el enfoque y la especie más estudiada, germinación y maíz respectivamente.

Usar las palabras clave de forma incorrecta propicia que el documento no sea accesible en una búsqueda bibliográfica (González y Mattar, 2012). En este sentido, una de las causas posibles por las cuales 85% de los artículos revisados tengan menos de 10 citas es porque los autores no hicieron uso correcto de las palabras clave. Ejemplo, repetir el nombre de la especie estudiada en el título del manuscrito y en las palabras clave.

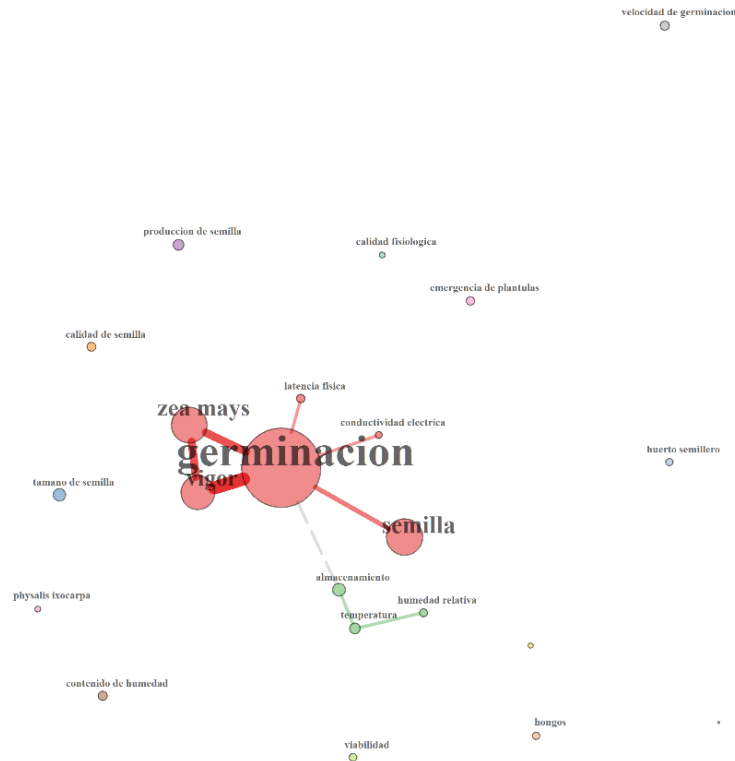


Figura 2. Palabras clave más utilizadas en los 149 artículos revisados.

Impacto de los artículos

De acuerdo con Google Scholar, entre los cinco artículos con mayor número de citas revisados en este trabajo, se encuentran dos artículos en maíz con enfoque en políticas públicas y mercado de semillas (Cuadro 3). Los dos artículos dan argumento a trabajos en maíz con diversos enfoques. Probablemente porque las políticas públicas y los mecanismos para su implementación influyen en cada aspecto de la competitividad del sector agrícola de México (Ávila-Foucat, 2017).

Cuadro 3. Artículos con más citas relacionados a semillas publicados en México de 2010 a 2021.

Título	Autores y año	Número de citas en google académico
Evolución de la calidad de semilla de <i>Capsicum annuum</i> durante su desarrollo en el fruto	Ayala-Villegas <i>et al.</i> (2010).	28
Semilla de maíz bajo la influencia de irradiación de campos electromagnéticos	Domínguez-Pacheco <i>et al.</i> (2010)	31
El mercado de la semilla mejorada de maíz en México Análisis del saldo comercial por entidad federativa	García-Salazar <i>et al.</i> (2014)	36
Pre-hidratación en semillas de <i>Moringa oleifera</i> bajo estrés salino	Dos Santos <i>et al.</i> (2011)	39
Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México	Luna-Mena <i>et al.</i> (2012)	94

Para asegurar su establecimiento, las plantas desarrollaron estrategias que regulan su germinación (Nonogaki, 2019). Conocer estos aspectos contribuye a mejorar la calidad fisiológica de las semillas. Por ello, no es de extrañarse que entre los cinco artículos más citados se busque conocer el máximo de germinación en distintas condiciones.

Para que un artículo sea citado es necesario que conozcan lo bueno que es el trabajo o bien enviarlo a una revista con visibilidad e importancia en la comunidad científica (Romero, 2010). Al respecto la publicación de artículos en México ha incrementado, pero no así los indicadores de calidad (López-Leyva *et al.*, 2018). Debe ser por ello que de 149 artículos, 45 nunca han sido citados, 24 solo se han citado una vez y 59 han sido citados entre 2 y 10 veces.

Redes de autores

El total de autores y coautores fue de 543, con un promedio de 3.6 autores por artículo, sobresalen, Ayala-Garay, Córdova-Téllez y López-Upton del Colegio de Postgraduados y Covarrubias-Prieto del Tecnológico de Roque (Figura 3). El número de artículos e investigadores en semillas en México es bajo, pero con una amplia colaboración entre autores (Figura 3). Esto concuerda con Rodríguez-Miramontes *et al.* (2017) quienes señalaron que después de 2011 las actividades de colaboración entre investigadores en México están en continuo crecimiento.

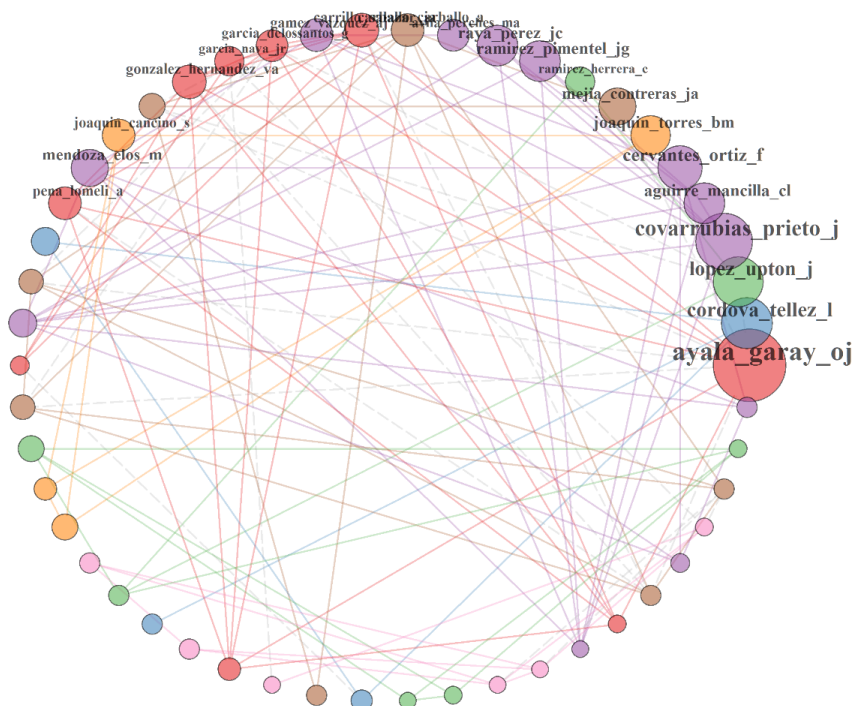


Figura 3. Redes de colaboración entre los 50 autores con mayor número de artículos de semillas publicados en México de 2010 a junio de 2021. Donde el tamaño de los círculos es proporcional al número de publicaciones y los colores similares indican la colaboración estrecha entre autores.

Los artículos con resultados de investigación en México (139) fueron elaborados por investigadores nacionales adscritos a instituciones mexicanas. De acuerdo con Corrales-Reyes (2017) colaborar con investigadores internacionales aumenta el número de citas de los artículos, opción que los

investigadores nacionales en semillas deberán considerar. Además, este tipo de colaboraciones permitirá el acceso a recursos que posiblemente no existan en México. Entre las instituciones mexicanas a las que están adscritas los autores y que destacan por cantidad, tres cuentan con programas de posgrados relacionadas con la biotecnología y ciencias agropecuarias (Cuadro 4).

Cuadro 4. Instituciones sobresalientes por el número de artículos en semillas publicados de 2010 a junio de 2021.

Institución	Núm. de artículos
Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo	39
Universidad Autónoma Chapingo	23
*INIFAP-Campo Experimental Valle de México	15
Instituto Tecnológico de Roque	11
INIFAP-Campo Experimental Bajío	8

*= Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

En estas instituciones donde centros de investigaciones como INIFAP envían al personal a capacitarse. Al respecto, el Campo Experimental Valle de México y Bajío son campos de adscripción del INIFAP que mayor número de artículos en semillas publicaron de 2010 a junio de 2021.

Del 2010 a junio de 2021 de los 32 estados de la República Mexicana, 27 cuentan con instituciones que participaron en la publicaron un artículo referente a semillas (Figura 4). Por entidad federativa, sobre sale el personal adscrito a instituciones ubicadas dentro del Estado de México con 101 artículos, seguido por Veracruz con 16 artículos. En el periodo de revisión, en los estados del norte y parte del occidente de México la investigación publicada en semillas es limitada, probablemente, porque en estos estados se ubican grandes empresas semilleras, que cumplen con la función de investigar y resolver los problemas en materia de semillas de las especies de interés comercial.

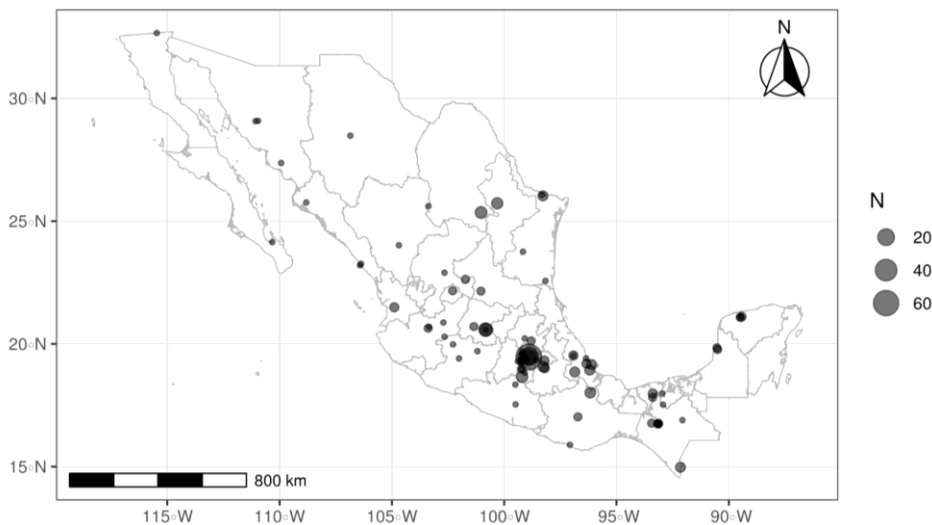


Figura 4. Ubicación geográfica de las instituciones de adscripción de los investigadores que publicaron artículos relacionados a semillas en México de 2010 a junio de 2021 y cantidad de artículos por institución. Donde el tamaño de los círculos es proporcional al número de artículos.

Conclusiones

La información publicada en México, en materia de semillas se centran en la calidad fisiológica de los cultivos de importancia alimenticia. Sin embargo, es necesario reforzar otras áreas de investigación para dar solución a problemas como la calidad sanitaria y la conservación de semillas. El número de artículos es bajo al igual que su impacto, para revertir esta situación es necesario mejorar la calidad de las publicaciones y usar de forma adecuada las palabras clave.

Existe colaboración entre autores; sin embargo, son las instituciones con posgrado las que mayor número de artículos publicaron en el periodo de estudio. Esta investigación considera que su aporte representa una herramienta fundamental que permite conocer el estado actual de la investigación en semillas en México, lo que permitirá definir el rumbo y las áreas prioritarias para la ciencia de semillas de uso agrícola y germoplasma forestal a nivel nacional.

Literatura citada

- Antuna, O.; Rincón, F.; Gutiérrez, E.; Ruiz, N. A. y Bustamante, L. 2003. Componentes genéticos de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica de semillas en líneas de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* 26(1):11-17.
- Aria, M. and Cuccurullo, C. 2017. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *J. Informetr.* 11(4):959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>.
- Ávila, F. V. S. 2017. Desafíos del sector primario y políticas públicas sustentables. *Economía Informa.* 402(1):29-39. <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2017.01.003>.
- Baalbaki, R. 2021. Seed science and technology. *Seed Sci. Technol.* 49(3):321-330. <https://doi.org/10.15258/sst.2021.49.3.11>.
- Cabezas, C. A. and Delgado, L. C. E. 2013. Google Scholar e índice h en biomedicina: la popularización de la evaluación bibliométrica. *Med. Intensiva.* 37(5):343-354. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2013.01.008>.
- Cicero, S. R. 2006. ¿Por qué los autores mexicanos no envían trabajos importantes a las revistas médicas mexicanas?: Un comentario breve. *Gac. Méd. Méx.* 142(2):128-129.
- Corchuelo, R. C. A.; González, D. J. L.; Pineda, R. W.; Garnica, P. L. C.; Patacón, R. I. P. y Millán, R. M. A. 2020. Revistas Publindex de Ciencias Naturales: retos y perspectivas desde la bibliometría. *Nova.* 18(34):125-148. <https://doi.org/10.22490/24629448.3924>.
- Corrales, R. I. E. 2017. Coautoría y redes de colaboración científica en Medwave. *Medwave.* 17(9):7103. <https://doi.org/10.5867/medware.2017.09.7103>.
- Domínguez, G. I. A. 2021. Políticas públicas en materia de producción, certificación y comercio de semillas en México. Tesis doctoral. Universidad Autónoma Chapingo. (UACH). Texcoco, Estado de México. 9-26 pp.
- Donnet, M. L.; López, B. I. D.; Domínguez, C. y Arista, C. J. 2020. Análisis de la estructura del sector y la asociación público-privada de semillas de maíz en México. *Agron. Mesoam.* 31(2):367-383. <https://doi.org/10.15517/am.v31i2.34894>.
- Espinosa, C. A.; Turrent, F. A.; Tadeo, R. M.; Vicente, T. S.; Gómez, M. N.; Valdivia, B. R.; Sierra, M. M. y Zamudio, G. B. 2014. Ley de semillas y Ley Federal de variedades vegetales y transgénicos de maíz en México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 5(2):293-308.
- Farooq, M.; Basra, S. M. A.; Wahid, A.; Ahmad, N. and Saleem, B. A. 2009. Improving the drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. *J. Agron. Crop. Sci.* 195(4):237-246. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2009.00365.x>.

- Fernández, S. R.; Carballo, C. A.; Villaseñor, M. H. E. y Hernández, L. A. 2015. Calidad de la semilla de trigo de temporal en función del ambiente de producción. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 6(6):1239-1251.
- García, R. J. J.; Ávila, P. M. A.; Gámez, V. F. P. y Gámez, V. A. J. 2018. Calidad física y fisiológica de semilla de maíz influenciada por el patrón de siembra de progenitores. *Rev. Fitot. Mexic.* 41(1):31-37.
- González, T. M. y Mattar, V. S. 2012. Las claves de las palabras clave en los artículos científicos. *Rev. MVZ Córdoba.* 17(2):2955-2956. <https://doi.org/10.21897/rmvz.228>.
- López, L. S.; Alvarado, B. A. y Mungaray, M. A. B. 2018. La difusión de la ciencia en México a través de artículos científicos. Condiciones y contextos. *Rev. Educ. Sup.* 47(188):157-176.
- Mancilla, V. O. R.; Hernández, V. O.; Manuel, C. J. C.; Chávez, Ch. J. A.; Castillo, Á. E. A.; Guevara, G. R. D.; Huerta, O. J. J.; Can, Ch. A. y Sánchez, B. E. I. 2020. Rentabilidad en maíz (*Zea mays* L.) y chile (*Capsicum annum* L.) con manejo convencional y alternativo en Autlán, Jalisco. *Idesia Arica.* 38(3):33-42. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000300033>.
- Mastretta, Y. A.; Bellon, R. M.; Acevedo, F.; Burgeff, C.; Piñero, D. y Sarukhán, J. 2019. Un programa para México de conservación y uso de la diversidad genética de las plantas domesticadas y sus parientes silvestres. *Rev. Fitot. Mexic.* 42(4):321-334.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3^{ra}. Ed. Instituto de Biología, UNAM. México. 393 p.
- Navarrete, M. R.; Aranda, O. S.; Rodríguez, M. M. L.; Moya, H. S. L. y González, O. M. G. 2014. Bacterias fitopatógenas en semillas: su detección y regulación. *Rev. Mex. Fitopatol.* 32(2):75-88.
- Nonogaki, H. 2019. Seed germination and dormancy: The classic story, new puzzles, and evolution. *J. Integr. Plant Biol.* 61(5):541-563. <https://doi.org/10.1111/jipb.12762>.
- Pebesma, E. 2018. Simple features for R: Standardized support for spatial vector data. *R. J.* 10(1):439-446. <https://doi.org/10.32614/rj-2018-009>, 2018.
- Perelmuter, T. 2020. Gobernanza global de las semillas. Complementariedades y conflictos entre lo ambiental, la propiedad intelectual y el libre comercio. *Letras verdes. Rev. Latinoame. Estudios Soc.* 1(28):87-105. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.28.2020.4304>.
- Pérez, M. C.; Hernández, L. A.; González, C. F. V.; García, S. G.; Carballo, C. A.; Vásquez, R. T. R. y Tovar, G. M. R. 2006. Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. *Agric. Téc. Méx.* 32(3):341-352.
- Popinigis, F. 1985. Fisiología da sementé. 2^{da}. Ed. Brasilia. 289 p.
- Rodríguez, M. J.; González, B. C. N. y Maqueda, R. G. 2017. El sistema nacional de investigadores en México: 20 años de producción científica en las instituciones de educación superior. *Investig. Bibl.* 31(esp):187-219.
- Romero, L. 2010. Quiero ser citado. *Rev. Perú. Biol.* 17(3):273-276.
- Sáenz, R. J. T.; Muñoz, F. H. J. y Rueda, S. A. 2011. Especies promisorias de clima templado para plantaciones forestales comerciales en Michoacán. Libro técnico núm. 10. 203 p.
- Sharma, K. K.; Singh, U. S.; Sharma, P.; Kumar, A. and Sharma, L. 2015. Seed treatments for sustainable agriculture-A review. *J. Appl. Nat. Sci.* 7(1):521-539. <https://doi.org/10.31018/jans.v7i1.641>.
- Zamora, M. M. C. 2016. Superficie forestal actual. *Rev. Mex. de Cienc. Forest.* 7(35):4-5.