

Vigilancia tecnológica estratégica: análisis patentométrico y bibliométrico de inoculantes bacterianos

Rosa Fernanda Soto-Balcazar, Gilberto Figueroa-Alfaro, Gustavo Alli Cruz-Pérez, Jesús Valente Leal-Rojas* **ID**

Edificio de Posgrado Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), Calle. 17 sur 901, Barrio de Santiago, CP. 72410, Puebla, Puebla, México.

*Email autor para correspondencia: [*jesusvalente.leal@upaep.edu.mx](mailto:jesusvalente.leal@upaep.edu.mx)

Recibido: 22 noviembre 2022. **Aceptado:** 30 enero 2023

RESUMEN

El seguimiento de las principales tendencias tecnológicas desempeña un papel sustancial para aumentar la competitividad de las empresas, por tanto, el uso de la vigilancia tecnológica resulta una herramienta sustancial para monitorear el desarrollo científico de las composiciones-inoculantes bacterianos que coadyuven a mejorar los rendimientos de los cultivos y el control de plagas a través de los microorganismos promotores del crecimiento vegetal. Los resultados muestran que las instituciones chinas y empresas estadounidenses lideran la presentación de solicitudes de patente relativas a composiciones-inoculantes bacterianos, al acumular el 17.6% de dichos documentos durante el periodo analizado. Mientras que en la generación de conocimiento mediante textos científicos destacan las instituciones de origen indio y chino al concentrar el 80% de la cuota en el top 5 de las principales academias, comportamiento que respalda la participación de los países en vías de desarrollo para la maduración de esta tecnología.

Palabras clave: inoculantes; microorganismos; patentes; publicaciones científicas.

ABSTRACT

The monitoring of the main technological trends plays a substantial role in increasing the competitiveness of companies; therefore, the use of technological surveillance is a substantial tool for monitoring the scientific development of bacterial inoculant compositions that help to improve crop yields and pest control through plant growth-promoting microorganisms. The results show that Chinese

institutions and U.S. companies lead in the filing of patent applications related to bacterial inoculant compositions, accumulating 17.6% of such documents during the period analyzed. Meanwhile, in the generation of knowledge through scientific texts, institutions of Indian and Chinese origin stand out, concentrating 80% of the share in the top 5 of the main academies, a behaviour that supports the participation of developing countries in the maturation of this technology.

Keywords: inoculants; microorganisms; patents; scientific publications.

INTRODUCCIÓN

La historia humana ha demostrado que los cambios tecnológicos han creado, transformado y desaparecido mercados. El seguimiento de las principales tendencias tecnológicas desempeña un papel sustancial para aumentar la competitividad de las empresas. Empero, el ritmo acelerado del desarrollo científico, junto con los efímeros ciclos de innovación incrementan la complejidad, así como los esfuerzos necesarios para mantener la novedad en la organización [1].

Motivo por el cual, se han propuesto diversos enfoques para crear sistemas de vigilancia tecnológica (VT), que van desde simples búsquedas en Internet basadas en palabras clave, hasta entrevistas procesadas en sofisticados programas de minería de textos que buscan patrones de consumo [2]. En esencia, la VT trata de establecer un proceso de monitoreo que recopile datos y, posteriormente, comunique los mismos a los responsables de la toma de decisiones [3].

Para el caso en particular, el proceso de VT se aplicará en el contexto del desarrollo e

investigación de inoculantes bacterianos utilizando un enfoque de análisis patentométrico y bibliométrico.

Para establecer el contexto, en la actualidad, el aumento de la demanda de alimentos es una consecuencia natural del incremento de la población mundial [4]. Sin embargo, el uso excesivo de insumos químicos agrícolas, para cubrir dicha demanda, ha generado efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud [5], precios elevados para los consumidores [6], así como el fomento del almacenamiento de compuestos tóxicos en los suelos agrícolas [7].

La mayor parte de las necesidades de seguridad alimentaria a nivel mundial se abordan a través de políticas agrícolas enfocadas en impulsar prácticas agrícolas más sostenibles, la reducción de desperdicios, las pérdidas de alimentos y el fomento de una mayor innovación comercial, además de la tecnificación de los sistemas agrícolas. Cerca de 1,300 millones de toneladas de alimentos producidos en el mundo para el consumo humano son desperdiciados por los consumidores o se pierden a lo largo de la cadena de suministro anualmente [8].



El suelo es un recurso natural limitado y, por tanto, su uso óptimo, así como su sostenibilidad, dependen de las prácticas agrícolas aplicadas [9]. La agricultura sostenible busca mitigar el uso de insumos agrícolas a través de la capacidad natural de las plantas y los microorganismos; donde los inoculantes juegan un papel importante [10].

Los géneros de microorganismos que destacan por su uso para la producción de inoculantes son: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azobacter*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mezorhizobium* y *Streptomyces* [11]. Estos microbios promueven un mayor crecimiento de las raíces, consecuencia de una mejor captación de agua y nutrientes que se encuentran en zonas más profundas del suelo [12], siendo la promesa para revolucionar la agricultura en un futuro no muy lejano, ya que sus capacidades no sólo ayudarán a mejorar los rendimientos de los cultivos sino también a controlar las plagas [13].

Un inoculante microbiano puede ser conceptualizado como una formulación que incluye un agente bacteriano o un grupo de microorganismos y un acarreador (sólido, líquido o gel) para ser aplicado en semilla o suelo [14]; siendo la técnica de inoculación de semillas, la más utilizada en la actualidad debido a su efectividad [15]. Sin embargo, sigue siendo un reto mejorar su eficacia microbiana en entornos reales y no sólo en pruebas de laboratorio para poder llevarla a la escala comercial [16].

De acuerdo con la empresa en inteligencia de

mercados Markets And Markets™, el valor del mercado de los inoculantes agrícolas crecerá a un ritmo del 6.9% anual entre 2020 y 2025. Prediciendo un valor de 1,207 millones de dólares para 2025, siendo los países en desarrollo, los consumidores potenciales de estos productos [17].

El objetivo de este estudio es conocer las principales empresas que han desarrollado inoculantes óptimos para su comercialización y las principales instituciones que han contribuido con la generación de nuevo conocimiento para mejorar el desarrollo de esta tecnología.

METODOLOGÍA

La estrategia de búsqueda del estado del arte se realizó en la base de datos PATENTSCOPE™, que da acceso a las solicitudes de patentes PCT (Tratado de Cooperación en materia de Patentes) y, a las oficinas de patentes nacionales y regionales [18]. Esta búsqueda se realizó el 17 de octubre de 2022, utilizando la herramienta de búsqueda avanzada; con la siguiente cadena de búsqueda: EN_TI:((Inoculant OR "composition") AND (microorganism OR microbial OR "PGPR" OR "PGPB" OR Rhizobia* OR Azospirillum*)) AND EN_AB:(plant AND gro*) AND DP:[2013 TO 2022]. El idioma de las solicitudes en inglés, todas las oficinas y sólo un miembro por familia de patentes. Posteriormente, los datos obtenidos se transfirieron a un formato `xlsx` (Microsoft Excel) para su graficación, análisis y publicación.

Para la búsqueda de publicaciones científicas se utilizó la base de datos SCOPUS® de ELSEVIER®, considerada como la principal base de datos de textos científicos [19]. Esta búsqueda se realizó el 17 de octubre de 2022, utilizando la herramienta de búsqueda avanzada de documentos con la siguiente cadena de búsqueda: TITLE-ABS (inoculant) AND (microorganism OR microbial OR “PGPR” OR “PGPB” OR rhizobia* OR azospirillum*). Considerando las palabras clave en título del artículo y resumen, limitando los resultados a los años de 2013 a 2022 y en todos los documentos. Una vez obtenidos los resultados de la búsqueda, se continuó a trasladar los datos a un formato 'xlsx' (Microsoft Excel) para su posterior graficación, análisis y publicación en este documento.

RESULTADOS

Con base a los resultados obtenidos, se identifica que durante el periodo de análisis (2013 – 2022) el número de solicitudes de patentes y publicaciones científicas fueron de 182 y 3,902 documentos, respectivamente. Puntualizando, que los resultados tienden a aumentar con el paso del tiempo debido a que las bases de datos se actualizan constantemente con nuevos artículos científicos y solicitudes de patentes.

Actividad patentométrica

El comportamiento de las solicitudes de patentes, relativas a: composiciones o

inoculantes para estimular el crecimiento vegetal, ha ido ganando fuerza en los últimos diez años. Muestra de ello es la productividad en solicitudes de patente obtenidas en el año 2017 y 2020, periodos en los cuales se registraron el mayor número de solicitudes de patente (figura 1A). Estos resultados muestran un interés por desarrollar mejores tecnologías que ayuden a aumentar el rendimiento en los cultivos agrícolas de forma sostenible, con alta probabilidad de obtener una ventaja competitiva en el sector correspondiente.

Por otro lado, la entidad que lideró la presentación de patentes para la promoción del crecimiento de las plantas durante el periodo 2013 - 2022 fue la Universidad Agrícola de Nanjing (Nanjing, China) con un 3.8% de las solicitudes de patentes, seguida de Servicios Agronómicos Koch LLC. (Wichita, Estados Unidos) con un 2.7% de solicitudes de patentes, Universidad Agrícola de Jilin (Jilin, China) con el 2.2% de las solicitudes, Monsanto Technology LLC. (Missouri, Estados Unidos) con el 1.6 % y Universidad Agrícola de Qingdao (Shandong, China) con otro 1.6 %; que representan un 17.6 % del total de solicitudes de patentes durante este periodo analizado (figura 1B).

Asimismo, China y PCT fueron los territorios en los que se concentró el mayor número de solicitudes de patentes, con un 66.5% y un 15.9%, respectivamente, seguidos por EE. UU con un 6.6%, República de Corea con un 5.5% y Japón, con un 1,6% (figura 1C).

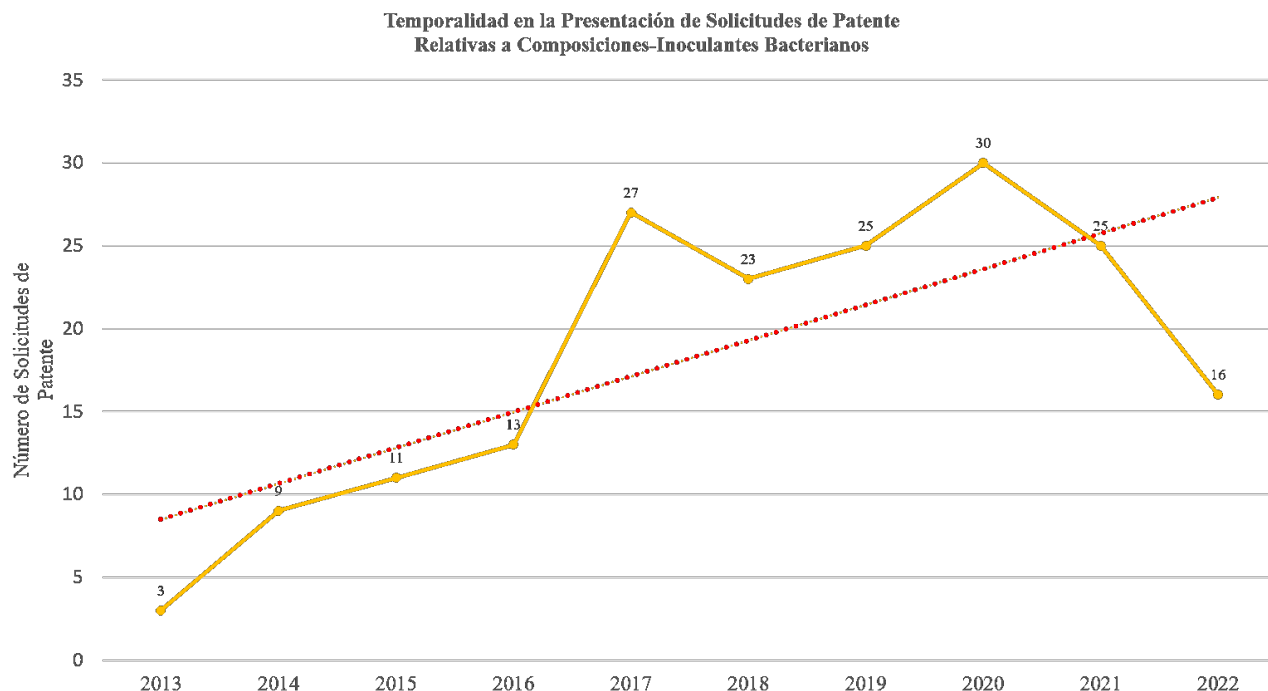


Figura 1A. Temporalidad en la presentación de solicitudes de patente durante los últimos 10 años.

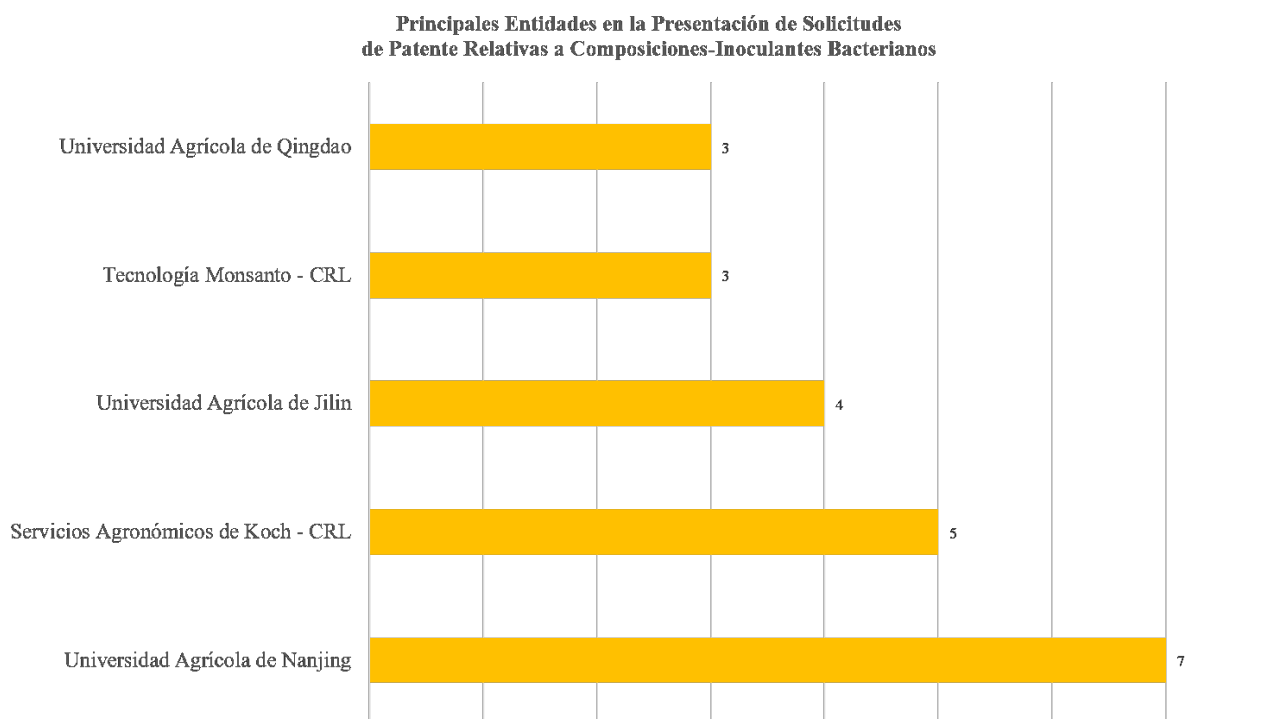


Figura 1B. Principales cinco entidades que lideran la presentación de solicitudes de patente relativas a composiciones-inoculantes bacterianos en el periodo 2013-2022.

Principales Países en la Presentación de Solicitudes
 de Patente Relativas a Composiciones-Inoculantes Bacterianos

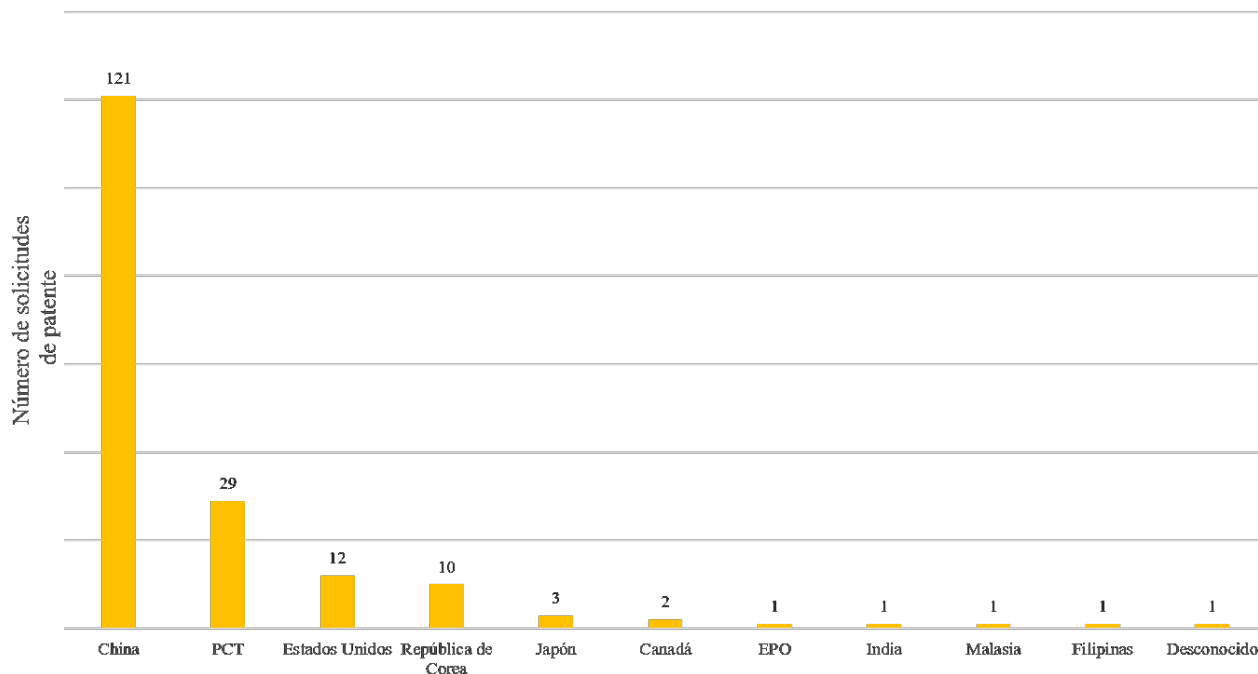


Figura 1C. Territorios con mayor presentación de solicitudes de patente relativas a composiciones-inoculantes bacterianos.

Dentro del top 5 de la Clasificación Internacional de Patentes (IPC, por sus siglas inglés), las más utilizadas para organizar las tecnologías fueron: C12N (microorganismos o enzimas; composiciones de los mismos; propagación, conservación o mantenimiento de microorganismos; mutaciones o ingeniería genética; medios de cultivo); A01N (conservación de cuerpos humanos o animales o plantas o partes de ellos; biocidas; repelentes o atrayentes de plagas; reguladores del crecimiento de las plantas); C12R (esquema de indexación asociado a las subclases C12C-C12Q, relativo a los microorganismos); C05G (mezclas de fertilizantes cubiertos individualmente por las diferentes subclases de

la clase C05; mezclas de uno o varios fertilizantes con aditivos que no tienen actividad específica de fertilizantes, así como por su forma; y A01P (biocidas, sustancias que repelen o que atraen a animales nocivos o preparaciones o compuestos químicos con actividad reguladora del crecimiento de las plantas).

Actividad bibliométrica

De igual forma, la actividad en publicaciones científicas, relacionadas con la promoción del crecimiento de las plantas a través de microorganismos, mostró un crecimiento sustancial en el mismo periodo, teniendo los

indicadores más altos en los años 2021 y 2022, siendo este último, pendiente de actualizar con los artículos que se publiquen a finales del año (figura 2A).

En cuanto a las instituciones con presencia relevante en la creación de nuevos conocimientos relacionados con promotores, inoculantes o estimulantes del crecimiento vegetal, en el periodo 2013 - 2022 fueron: el Instituto Indio de Investigación Agrícola-ICAR (New Delhi, India) con 2.7% de las publicaciones científicas, seguido por la Corporación Brasileña de Investigación Agrícola EMBRAPA (Brasilia, Brasil) con un 2.4%; la Universidad Agrícola de China

(Beijing, China) con 2.3%; la Academia China de Ciencias (Beijing, China) con otro 2.0% y el Consejo Indio de Investigación Agrícola (New Delhi, India) con un 1.8% (figure 2B).

En cuanto al top 5 de los países con mayor concentración de publicaciones científicas se encuentran la India con 698 artículos; China con 662; Brasil con 539; Estados Unidos de América con 369 y Canadá con 152 publicaciones (figura 2C); mostrando una gran participación de los países en desarrollo en la generación de nuevos conocimientos en inoculantes para mejorar el crecimiento de las plantas, representando el 78.5% dentro de este *ranking*.

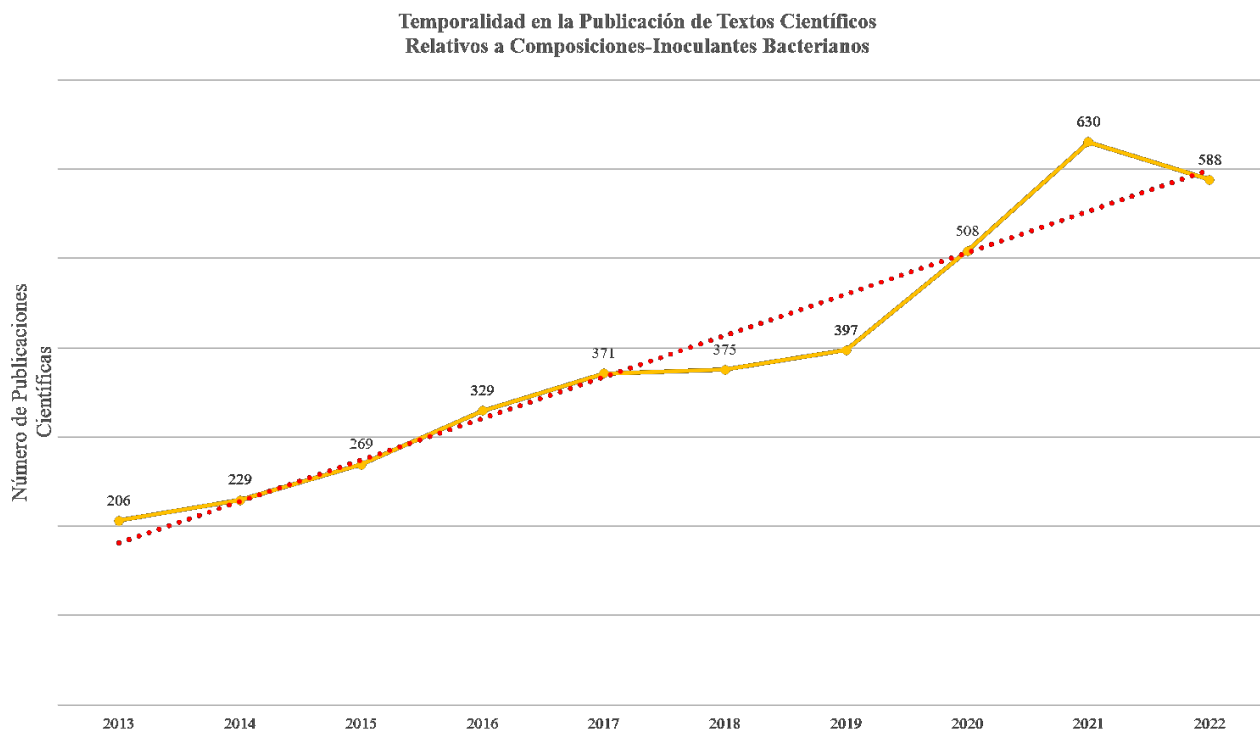


Figura 2A. Temporalidad en la publicación de textos científicos durante los últimos 10 años.

Principales Instituciones Generadoras de Conocimientos Relativos
a Composiciones-Inoculantes Bacterianos

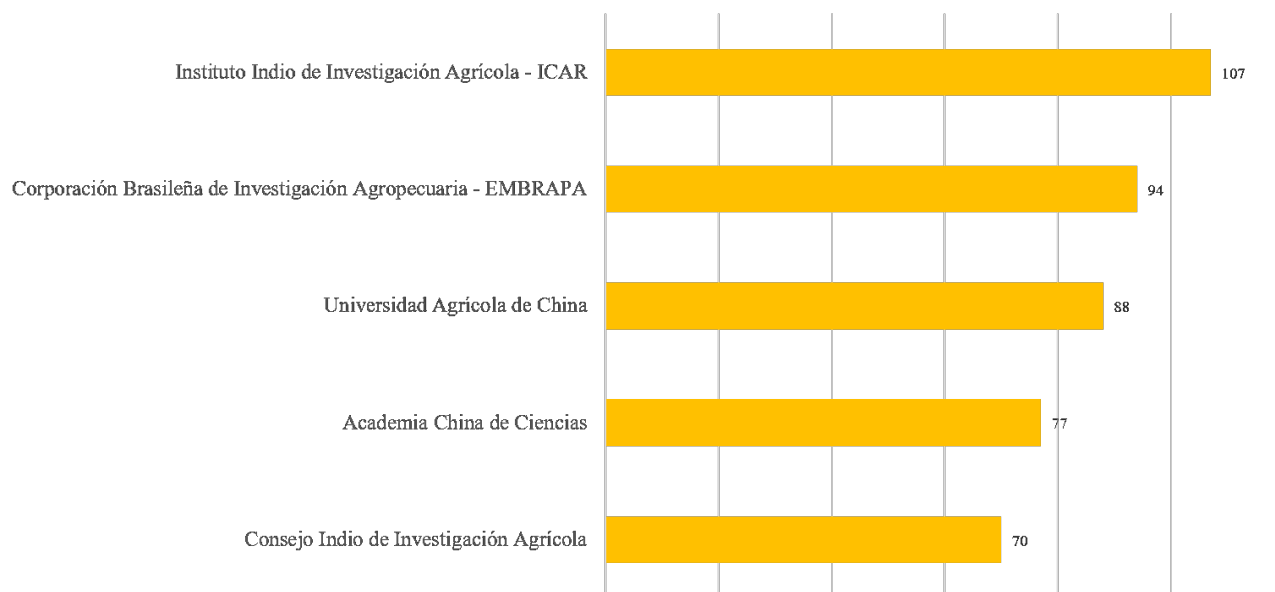


Figura 2B. Cinco principales instituciones que lideran la publicación de textos científicos relativos a composiciones-inoculantes bacterianos en el periodo 2013-2022.

Principales Países que Concentran la Publicación de Textos Científicos
Relativos a Composiciones-Inoculantes Bacterianos

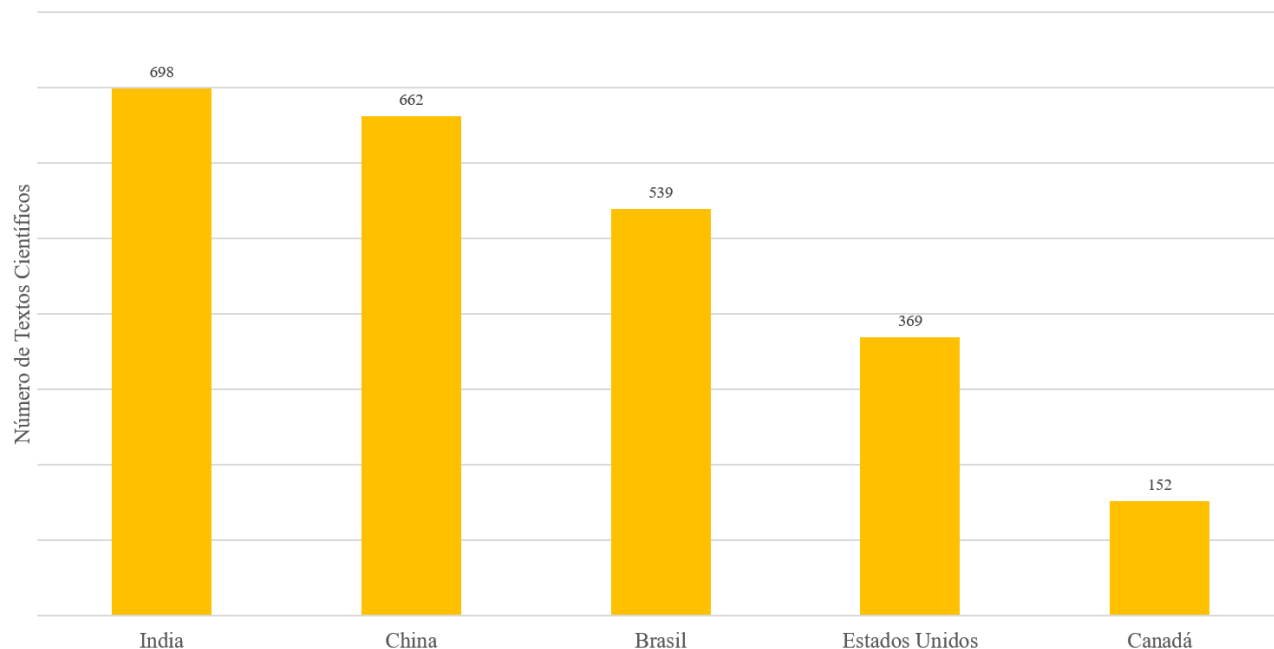


Figura 2C. Cinco principales países que concentran la publicación de textos científicos relativos a composiciones-inoculantes bacterianos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Con base en los resultados mostrados, es posible decir que existe una tendencia positiva de la actividad de patentes y de las publicaciones científicas que refleja el interés de las empresas e instituciones por desarrollar insumos agrícolas respetuosos con el medio ambiente para combatir el problema actual de la pérdida de fertilidad del suelo con la ayuda del potencial de los microorganismos [20] y poder abastecer la creciente demanda de alimentos en el mundo, mediante insumos agrícolas asequibles [21].

Por otro lado, la mayoría de las instituciones que tienen una participación significativa en el desarrollo de estos insumos son de origen chino, donde destaca la Universidad Agrícola de Nanjing por ser una institución líder en investigación de acuerdo a cuatro indicadores principales: financiamiento, excelencia en la investigación, internacionalización académica y transferencia de tecnología [22].

En cuanto a las publicaciones científicas, las instituciones indias y chinas contribuyen significativamente al desarrollo de nuevos conocimientos sobre inoculantes promotores del crecimiento vegetal; representando el 80% de la cuota en el top 5; donde, sus entornos demandan y favorecen la maduración de estas tecnologías: la India muestra un crecimiento en la producción de fertilizantes sólidos y líquidos [23], así como un pilar económico en la agricultura [24]. Mientras China ha hecho hincapié en el desarrollo de una agricultura sostenible vinculada a una sólida

infraestructura económica local [25]. Añadiendo la participación activa de los países en desarrollo, consecuencia de ser lo que tienen la mayor necesidad de desarrollar insumos agrícolas tanto baratos como eficientes, donde, además, la agricultura representa su principal actividad económica [26].

Por último, los nuevos desarrollos y conocimientos generados por empresas e instituciones tienen una esencia: la aplicación de microorganismos para su potencial aplicación como promotores del crecimiento de las plantas [27]; satisfacer la demanda mundial de alimentos; ofrecer insumos agrícolas tanto rentables como respetuosos con el medio ambiente; mejorar el rendimiento de los cultivos y fomentar su uso mediante la comunicación de sus beneficios a los agricultores interesados en adoptar estas tecnologías [28].

Significado de abreviaturas no descritas en el texto.

PGPB=Plant Growth Promoting Bacterial (Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal).

PGPR=Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Rhizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal).

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores confirman que el contenido de este artículo no tiene ningún conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

A las personas que aportaron sus conocimientos y observaciones para mejorar el contenido de este artículo. Así mismo, a la revista Alianzas y Tendencias BUAP® por apoyar las actividades de divulgación científica.

REFERENCIAS

[1,3]. Park H, Kim E, Bae K-J, Hahn H, Sung T-E, Kwon H-C. Detection and analysis of trend topics for global scientific literature using feature selection based on Gini-index. In: 2011 IEEE 23rd International Conference on Tools with Artificial Intelligence. IEEE; 2011.

[2]. Ena O, Mikova N, Saritas O, Sokolova A. A methodology for technology trend monitoring: the case of semantic technologies. *Scientometrics* [Internet]. septiembre de 2016 [citado 8 de noviembre de 2022];108(3):1013-41. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s11192-016-2024-0>

[4]. Davis KF, Gephart JA, Emery KA, Leach AM, Galloway JN, D'Odorico P. Meeting future food demand with current agricultural resources. *Global Environmental Change* [Internet]. 1 de julio de 2016 [citado 12 de octubre de 2022];39:125-32. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300632>

[5]. Tilman D, Balzer C, Hill J, Befort BL. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc Natl Acad Sci USA* [Internet]. 13 de diciembre de 2011

[citado 12 de octubre de 2022];108(50):20260-4. Disponible en: <https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1116437108>

[6]. Adesemoye AO, Torbert HA, Kloepper JW. Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. *Microb Ecol* [Internet]. 1 de noviembre de 2009 [citado 12 de octubre de 2022];58(4):921-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00248-009-9531-y>

[7]. Baez-Rogelio A, Morales-García YE, Quintero-Hernández V, Muñoz-Rojas J. Next generation of microbial inoculants for agriculture and bioremediation. *Microb Biotechnol* [Internet]. enero de 2017 [citado 12 de octubre de 2022];10(1):19-21. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1751-7915.12448>

[8]. Gustavsson J, editor. Global food losses and food waste: extent, causes and prevention; study conducted for the International Congress Save Food! at Interpack 2011, [16 - 17 May], Düsseldorf, Germany. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2011. 29 p.

[9]. Kumar M, Tomar RS, Lade H, Paul D. Methylophilic bacteria in sustainable agriculture. *World J Microbiol Biotechnol* [Internet]. 4 de junio de 2016 [citado 12 de octubre de 2022];32(7):120. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2074-8>

[10]. Sathya A, Vijayabharathi R, Gopalakrishnan S. Soil microbes: the invisible



managers of soil fertility. En: Singh DP, Singh HB, Prabha R, editores. *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity* [Internet]. New Delhi: Springer India; 2016 [citado 12 de octubre de 2022]. p. 1-16. Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/978-81-322-2644-4_1

[11]. Creus CM. Inoculantes microbianos: piezas de un rompecabezas que aún requiere ser ensamblado. *Revista Argentina de Microbiología* [Internet]. 1 de julio de 2017 [citado 12 de octubre de 2022];49(3):207-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754117301141>

[12]. Rai AK, Singh DP, Prabha R, Kumar M, Sharma L. Microbial inoculants: identification, characterization, and applications in the field. En: Singh DP, Singh HB, Prabha R, editores. *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity: Vol 1: Research Perspectives* [Internet]. New Delhi: Springer India; 2016 [citado 12 de octubre de 2022]. p. 103-15. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-81-322-2647-5_6

[13]. Parnell JJ, Berka R, Young HA, Sturino JM, Kang Y, Barnhart DM, et al. From the lab to the farm: an industrial perspective of plant beneficial microorganisms. *Frontiers in Plant Science* [Internet]. 2016 [citado 12 de octubre de 2022];7. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.01110>

[14]. Ambrosini A, de Souza R, Passaglia LMP.

Ecological role of bacterial inoculants and their potential impact on soil microbial diversity. *Plant Soil* [Internet]. 1 de marzo de 2016 [citado 19 de octubre de 2022];400(1):193-207. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2727-7>

[15]. Khalili E, Javed MA, Huyop F, Rayatpanah S, Jamshidi S, Wahab RA. Evaluation of *Trichoderma* isolates as potential biological control agent against soybean charcoal rot disease caused by *Macrophomina phaseolina*. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* [Internet]. 3 de mayo de 2016 [citado 19 de octubre de 2022];30(3):479-88. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/13102818.2016.1147334>

[16]. O'Callaghan M. Microbial inoculation of seed for improved crop performance: issues and opportunities. *Appl Microbiol Biotechnol* [Internet]. 1 de julio de 2016 [citado 19 de octubre de 2022];100(13):5729-46. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7590-9>

[17]. Inoculants market size, share, and growth - forecast to 2025 [Internet]. MarketsandMarkets. [citado 19 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/agricultural-inoculants-market-152735696.html>

[18]. Carrara P, Russo D. Patent searches opinion: How to minimize the risk when reviewing patent applications. *World Patent Information* [Internet]. 1 de junio de 2017 [citado 3 de noviembre de 2022];49:43-51.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0172219016301016>

[19]. Mongeon P, Paul-Hus A. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics* [Internet]. 1 de enero de 2016 [citado 19 de octubre de 2022];106(1):213-28. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>

[20]. Singh D, Singh J, Kumar A. Microbial options for improved crop production. En: Kumar V, Kumar M, Sharma S, Prasad R, editores. *Probiotics and Plant Health* [Internet]. Singapore: Springer; 2017 [citado 17 de noviembre de 2022]. p. 579-87. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-10-3473-2_26

[21]. Barea JM. Future challenges and perspectives for applying microbial biotechnology in sustainable agriculture based on a better understanding of plant-microbiome interactions. *Journal of soil science and plant nutrition* [Internet]. junio de 2015 [citado 17 de noviembre de 2022];15(2):261-82. Disponible en:

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-95162015000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=en

[22]. Irungu WR, Liu X, Han C, Bomer A, Wanjiru WA. Progress towards a world-class research university status: the case of nanjing agricultural university. *HES* [Internet]. 23 de diciembre de 2019 [citado 10 de noviembre de 2022];10(1):72. Disponible en: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/hes/>

<article/view/0/41639>

[23]. Sruthilaxmi CB, Babu S. Microbial bio-inoculants in Indian agriculture: Ecological perspectives for a more optimized use. *Agriculture, Ecosystems & Environment* [Internet]. 1 de mayo de 2017 [citado 17 de noviembre de 2022];242:23-5. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880917301408>

[24]. Versha M. Analyzing temporal growth of agriculture production in India. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal* [Internet]. 20 de septiembre de 2016 [citado 17 de noviembre de 2022];242:23-5. Disponible en: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:aca&volume=6&issue=3&article=046>

[25]. Yin X, Chen J, Li J. Rural innovation system: Revitalize the countryside for a sustainable development. *Journal of Rural Studies* [Internet]. julio de 2022 [citado 10 de noviembre de 2022];93:471-8. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0743016718306168>

[26]. Bharti N, Sharma SK, Saini S, Verma A, Nimonkar Y, Prakash O. Microbial plant probiotics: problems in application and formulation. En: Kumar V, Kumar M, Sharma S, Prasad R, editores. *Probiotics and Plant Health* [Internet]. Singapore: Springer; 2017 [citado 17 de noviembre de 2022]. p. 317-35. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-10-3473-2_13

[27]. Bashan Y, de-Bashan LE, Prabhu SR, Hernandez JP. Advances in plant growth-

promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998–2013). *Plant Soil* [Internet]. 1 de mayo de 2014 [citado 17 de noviembre de 2022];378(1):1-33. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1956-x>

[28]. Shubha K, Mukherjee A, Kumari M, Tiwari K, Meena VS. Bio-stimulants: an approach towards the sustainable vegetable

production. En: Meena VS, Mishra PK, Bisht JK, Pattanayak A, editores. *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture: Volume I: Plant-soil-microbe nexus* [Internet]. Singapore: Springer; 2017 [citado 17 de noviembre de 2022]. p. 259-77. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-10-5589-8_12