

“Biofertilizantes” una revisión sistemática de la literatura científica en los últimos 10 años

Rita Franco Polo

017200103k@uct.edu.pe

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Universidad Católica de Trujillo

Carretera Panamericana Norte Km. 555-Trujillo-Perú.

Resumen

Esta investigación tiene como propósito realizar una revisión de ¿Cuánto se conoce sobre Biofertilizantes en los últimos 10 años? Llamamos “biofertilizantes” a aquellos que con la ayuda de microorganismos benéficos poseen gran capacidad de transformar compuestos presentes en la materia orgánica y así contribuyen con las exigencias de las plantas mejorando a su vez la calidad del suelo. La presente revisión sistemática recopila información empírica de revistas científicas indexadas de Latinoamérica y España (publicado entre los años 2011 y 2021) sobre la temática de biofertilizantes. Las bases de datos de donde se substrajeron dichos artículos fueron Scielo, Redalyc, Dialnet, incluyendo repositorios de tesis de universidades de Hispanoamérica. Además, para la búsqueda de los artículos, se hizo uso de palabras clave: “biofertilizantes”, “cultivos a base de fertilizantes”, “abonos orgánicos”, “nutrientes”, “tipos de suelos”, “macroorganismos”, “inoculantes microbianos”. Los resultados reflejan que gran parte de las investigaciones referente a biofertilizantes pertenecen a Perú, México, España, Colombia, Venezuela, y Ecuador.

Palabras clave: Biofertilizantes, macroorganismos, cultivo de suelos, agricultura, revisión

Abstract

Esta investigación tiene como propósito realizar una revisión de ¿Cuánto se conoce sobre Biofertilizantes en los últimos 10 años? Llamamos “biofertilizantes” a aquellos que con la ayuda de microorganismos benéficos poseen gran capacidad de transformar compuestos presentes en la materia orgánica y así contribuyen con las exigencias de las plantas mejorando a su vez la calidad del suelo. La presente revisión sistemática recopila información empírica de revistas científicas indexadas de Latinoamérica y España (publicado entre los años 2011 y 2021) sobre la temática de biofertilizantes. Las bases de datos de donde se substrajeron dichos artículos fueron Scielo, Redalyc, Dialnet, incluyendo repositorios de tesis de universidades de Hispanoamérica. Además, para la búsqueda de los artículos, se hizo uso de palabras clave: “biofertilizantes”, “cultivos a base de fertilizantes”, “abonos orgánicos”, “nutrientes”, “tipos de suelos”, “macroorganismos”, “inoculantes microbianos”. Los resultados reflejan que gran parte de las investigaciones referente a biofertilizantes pertenecen a Perú, México, España, Colombia, Venezuela, y Ecuador.

keywords: Biofertilizers, macroorganisms, soil cultivation, agriculture, review

1. Introducción

En la actualidad el uso de los biofertilizantes se ha vuelto uno de los recursos con gran demanda por sus diferentes propiedades y nutrientes que posee. Cabe mencionar, que los biofertilizantes son productos a base de microorganismos benéficos del suelo, en especial bacterias y/o hongos, que viven asociados o en simbiosis con las plantas ayudando de manera natural a su nutrición y crecimiento, además de ser mejoradores de suelo (AEFA – Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes” 2017). Durante la vida cotidiana el consumo de estos productos es habitual, ya que facilitan una producción segura y eficiente. Según (Symborg 2021) sostuvo que, el uso de productos naturales y orgánicos ayudan a mejorar la calidad del suelo. En este sentido, el ser humano se ha visto en la necesidad de convertir la agricultura en una actividad sostenible. Así mismo sostiene que, los productos a base de los microorganismos beneficiosos que viven en simbiosis con las plantas, ayudan de manera natural su nutrición y crecimiento. De acuerdo a la revisión sistemática de los diferentes antecedentes, respecto a Biofertilizantes, se pudo encontrar investigaciones que permiten estructurar nuestro constructo a partir de los siguientes hallazgos realizados por (Núñez - Ernesto 2016) la cual afirma que, un biofertilizante es producido por medio de una bacteria o un hongo que le proporciona a la planta adquirir nutrientes para mejorar su rendimiento. Al respecto, el doctor Mauricio Alberto Trujillo Roldán del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), explicó que estos microorganismos son extraídos de un estado sólido (suelo), producidos en masa y posteriormente se regresan al mismo proporcionando una mayor disponibilidad de nutrimentos al suelo (El Universal 2016). Los biofertilizantes afectan positivamente en el crecimiento de las plantas, por ser aplicados de forma directa conceden beneficios en las propiedades físicas, químicas del suelo. Su modo de aplicación debe realizarse sobre las semillas, la superficie de las plantas o el suelo para colonizar la rizosfera o el interior de la planta, a fin de garantizar una mejor productividad desde una óptica sostenible (Natali – Laura 2017). Según (Portal Frutícola 2019) clasifica a los biofertilizantes de la siguiente manera:

Acción directa : Los biofertilizantes al ser aplicados la masa viva existente empieza a actuar agrupándose en los tejidos vegetales de las diferentes especies, es ahí donde se produce la acción benéfica hacia la planta y no en su medio circundante. Acción indirecta: Los biofertilizantes son aprovechados primero por el suelo, luego son transmitidos hacia los cultivos, dentro de los cuales pertenecen los mecanismos de acción que trabajan en la solubilización de nutrientes como el fósforo, nitrógeno y potasio.

Inoculantes microbianos : Son insumos que producen una reacción con la materia orgánica del suelo, por lo que se produce una disponibilidad de poblaciones microbianas, con alto contenido en nutrientes que permiten el incremento de sustancias benéficas para las plantas.

Rhizobium : Es una bacteria que generalmente se encuentra en el suelo, está puede ser capaz de colonizar las raíces de leguminosas fijando nitrógeno atmosférico mediante simbiosis.

Azotobacter : De las varias especies de *Azotobacter*, *A. chroococcum* pasa a ser el habitante dominante en los suelos herbáceos capaces de fijar N₂ (N₂ 2-15 mg fija/g de fuente de carbono) especialmente en medios de cultivo agrícola.

Azospirillum : *Azospirillum brasilense* y *A. lipoferum*, son considerados los principales habitantes del recurso suelo, la rizosfera y espacios intercelulares de la corteza de la raíz de las plantas gramíneas. Por lo que, llevan a cabo la relación simbiótica asociativa con las plantas gramíneas.

Frente a todo el potencial que disponen los biofertilizantes antes mencionada nace la necesidad de responder a la siguiente interrogante: ¿Cuánto se conoce sobre Biofertilizantes en los últimos 10 años? Este trabajo se justifica, debido a que hoy en día se evidencia productos biofertilizantes que están pasando desapercibido por todos, la importancia de abordar este tema surge porque los biofertilizantes promueven la viabilidad del suelo asegurando la producción agrícola. Esta temática trae consigo una serie de ventajas, que ayuda a la tierra. En tal sentido, este trabajo de investigación tiene como objetivo principal, analizar las diferentes investigaciones acerca de biofertilizantes a través de la literatura científica en los últimos 10 años. Para ello, en esta investigación se planteó como objetivos específicos a: Identificar las bases de datos académicas consultadas respecto al constructo Biofertilizantes; identificar el número de artículos publicados en revistas en función a los años de publicación comprendidos entre 2011 al 2021, y finalmente identificar el número de definiciones conceptuales del estudio en función a los artículos científicos seleccionados en dicha investigación de revisión.

2. Metodología

Para esta investigación se incluyeron artículos originales en español, publicados en bases de datos científicos registrados, que describieran un enfoque y/o estrategia de Biofertilizantes, en algunos casos, asociados a actitudes y/o conocimientos sobre biofertilizantes, así como signos, causas, consecuencias y factores que intervienen de forma consecutiva. Asimismo, todos los artículos se recolectaron consultando las bases de datos del Google Académico, Redalyc, Scielo, Dialnet, y researchgate, entre estos, algunas bibliotecas virtuales y repositorios de tesis de universidades de habla hispana. Además, para garantizar la sensibilidad del proceso de búsqueda de los artículos, se hizo uso de las siguientes palabras clave: “biofertilizantes”, “cultivos a base de fertilizantes”, “abonos orgánicos”, “nutrientes”, “tipos de suelos”, “macroorganismos”, “inoculantes microbianos”, principalmente. Por otro lado, como criterio de exclusión se sostuvo en no conservar artículos que no mantengan el mismo tema de investigación, que presenten características incompatibles en cuanto a los objetivos de estudio respecto al presente y por lo tanto a sus resultados. Además, no se consideraron aquellos que se hayan publicado en otro idioma adverso al que se plantea con anterioridad. Finalmente, para la selección de artículos, se optó por clasificar la información a través de una matriz que cuenta con los siguientes datos, empezando por: autores, base de datos, autor, año, país, universidad, objetivo, resultados, método y conclusiones.

| | | |
|--|----|-----|
| Base de datos | N | % |
| Scielo | 5 | 50 |
| Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato | 1 | 10 |
| Repositorio de la Universidad Autónoma de Nuevo León | 1 | 10 |
| Repositorio de la Universidad de Cuenca | 1 | 10 |
| Repositorio de la Universidad Nacional Agraria | 1 | 10 |
| Repositorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos | 1 | 10 |
| Total | 10 | 100 |

Tabla 1: Base de datos académicos consultados respecto al constructo biofertilizantes.

| Año | N° | % |
|-------|----|-----|
| 2012 | 1 | 10 |
| 2013 | 1 | 10 |
| 2014 | 1 | 10 |
| 2015 | 1 | 10 |
| 2016 | 1 | 10 |
| 2018 | 2 | 20 |
| 2019 | 2 | 20 |
| 2020 | 1 | 10 |
| Total | 10 | 100 |

Tabla 2: Números de artículos publicados en revistas indexadas en función a los años de publicación entre 2011 al 2021.

3. Alcance de revisión

Como se puede observar en la Tabla N°1, el 50 % de artículos pertenecen a Scielo, el 10 % pertenece al Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato, el 10 % pertenecen a Universidad Autónoma de Nuevo León, 10 % pertenecen a la Universidad de Cuenca, de igual forma el 10 % restante pertenecen a la Universidad Nacional Agraria, Así mismo, el 10 % pertenecen a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lo cual muestra una ligera diferencia entre los artículos y repositorios de tesis.

Como se puede observar en la tabla N° 2, el 20 % pertenecen al año 2018 y 2019, el 10 % pertenecen al año 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 y 2020.

4. Definiciones conceptuales “Biofertilizantes” N° 3

Numero de definiciones conceptuales del estudio en función de los artículos científicos seleccionados. Según (José Escoto 2014); (Jovana Gonzales 2019); (Dennys Corrales 2019) refieren que los biofertilizantes son abonos que se originan a partir de microorganismos inoculantes presentes en la materia orgánica, capaces de proveer beneficios seguros y generar un perfecto equilibrio nutricional para la agricultura. Por lo cual se infiere que ambos autores coinciden con sus definiciones acerca del constructo “biofertilizantes”, con respecto a repo-

sitorios de tesis de los diferentes países. Por el otro lado, (Maida, de Zayas Pérez, María R y Rosa 2012); (Martha B, Patricia V y et al. s.f); (Grageda-Cabrera et al. 2012) manifiestan que los biofertilizantes son insumos a base de microorganismos que se encuentran de forma natural en el suelo y que ayudan a vivir en simbiosis con las plantas y por lo general brindan los nutrientes necesarios para su crecimiento. Por lo que se aduce que los autores hablan lo mismo en los tres artículos consultados para la investigación. Así mismo, (Peña-Borrego et al. 2018) menciona que, los biofertilizantes son alternativas de solución para el incremento de la productividad en zonas agrícolas, siendo su utilización en algunos países considerado para la obtención de certificarse en producciones orgánicas (1–3), su uso no es obstaculizado ya que promueve una agricultura sostenible. Por consiguiente (Mátyás et al. 2020) define que la temática de biofertilizantes es amplia, ya que con el campo de la biotecnología se ha aislado una gran variedad de microorganismos que aumentan el crecimiento y la productividad de las plantaciones. Además de mejorar fertilidad del suelo directamente. Por otro lado, (Urbina et al. 2018) sostiene que los biofertilizantes son elaborados a base de subproductos líquidos y sólidos, dentro de las cuales son suero de leche, húmedo del café, estiércoles estos son obtenidos a través de investigadores donde expresan que los altos nutrientes benefician al sector agrícola. Finalmente (Abanto-Rodríguez et al. 2019) afirma que estos bioproductos tienen gran efectividad en el manejo agronómico por lo que se les considera esenciales por tener un efecto rápido y viable a lo largo del tiempo. Como se puede verificar de los 10 artículos de investigación; el 30 % de definiciones coinciden en repositorios de tesis de universidades, el 30 % pertenecen a artículos de Scielo, el 40 % pertenecen a repositorios y artículos distintos.

4.1 Discusión

Teniendo en cuenta el primer objetivo de la investigación el cual fue analizar las diferentes investigaciones acerca de biofertilizantes a través de la literatura científica en los últimos 10 años; según la búsqueda de datos consultados en base al tema, han sido consultados 20 artículos en distintas fuentes, dentro de las cuales se han tomado 10 con el propósito de llevar a cabo la revisión sistemática a detalle. Con respecto al objetivo específico lo cual fue identificar las bases de datos académicas consultadas respecto al constructo Biofertilizantes; en los resultados obtenidos se evidencia que el 50 % de artículos pertenecen a Scielo siendo la mayor fuente de información con respecto al tema estudiado; Según (Armenta-Bojórquez et al. 2010), manifiesta que los abonos químicos tienen baja eficiencia (50 %) por lo que considera una de las alternativas, la utilización de cepas nativas de microorganismos. Por otro lado, (Nacional De Ciencias et al. 2015), refiere que los biofertilizantes son abonos orgánicos eficientes para el sector agrícola, los hallazgos del presente estudio corroboran lo de Armenta-Bojórquez por lo que evidencia que la mayor información sobre biofertilizantes procede de artículos confiables, a su vez promueve que el uso de estos son soluciones sostenibles. En el objetivo específico el cual fue identificar el número de artículos publicados en revistas indexadas en función a los años de publicación comprendidos entre 2011 al 2021, en los resultados obtenidos el 20 % pertenecen al año 2018 y 2019 por lo que se comprende que estos fueron los últimos años en el que se han desarrollado investigaciones en relación a la temática; según (Mora-Quilismal, Segundo Ramiro et al. 2021), manifiesta que en su artículo de investigación realizada en Ecuador el uso de biofertilizantes son de

gran demanda en la actualidad. Por otro lado, (Abrahán López 2017) refiere que el uso de abonos orgánicos al ser aplicados al suelo ayuda a mejorar sus propiedades físico, químicos y biológicos, los hallazgos del presente estudio contrastan lo de Mora-Quilismal y Segundo Ramiro et al, ya que sostienen que estos insumos son viables en la agricultura, además de ser una de las prácticas más eco amigables para el planeta. En el cuarto objetivo específico fue identificar el número de definiciones conceptuales del estudio en función a los artículos científicos seleccionados, los resultados demuestran que el 30 % de artículos definieron conceptualmente a la variable biofertilizantes por lo que se comprueba la coincidencia en varias de las definiciones sostienen similitud. Según (Conrado Hernández 2021), realizó un artículo de revisión, donde en la mayoría de su presentación explica sobre biofertilizantes, lo cual muestra que los beneficios de estos productos son favorables. Por otro lado, (Ramos Agüero, and Terry Alfonso 2014) afirma que los biofertilizantes provienen de la descomposición de la materia orgánica y al incorporarse al suelo ayudan a aumentar el crecimiento de las plantas, los hallazgos de la presente investigación corroboran lo de Hernández, 2021, por el valor que se está dando a las distintas descripciones que ya han permanecido desde tiempos atrás.

5. Conclusiones

Se concluye que con los 10 artículos que fueron analizados y desarrollados durante los años 2011 al 2021, correspondientes a tesis e investigaciones de artículos científicos, cuyos objetivos y resultados fueron explicados en base a la temática. En los resultados obtenidos refleja que el gran porcentaje de artículos científicos consultados para la presente investigación, están publicados en bibliotecas científicas de carácter electrónicos, siendo estas las fuentes de mayor información permanente en la actualidad. Por otro lado, en los últimos años según la revisión dada se ha logrado identificar que las publicaciones sobre el tema provienen de los años 2013, 2014 y viceversa, excluyendo el 2020 por lo que muchos de los artículos no se han logrado publicar adecuadamente ese mismo año debido a la emergencia sanitaria. Así mismo, la importancia que se ha dado en la actualidad a los biofertilizantes, se obtuvo un número de definiciones conceptuales seleccionados concuerdan en su mayoría con los artículos publicados recientemente, es por ello, que América Latina y Europa han tomado como prioridad el uso de estos productos con el fin de mejorar la calidad del suelo y así combatir del cambio climático.

Referencias

- AEFA – Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. «Biofertilizantes». Aefa-Agronutrientes.org, 2017. <https://aefa-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/biofertilizantes>
- Symborg. «Biofertilizantes — Abonos Fertilizantes Orgánicos — Symborg». Noviembre 3, 2021. <https://symborg.com/es/biofertilizantes/>
- Núñez - Ernesto. «Así Funcionan Los Biofertilizantes». Ciencia UNAM. 2016. http://ciencia.unam.mx/leer/570/Asi_funcionan_los_biofertilizantes

- El Universal. «Biofertilizantes Mejoran La Productividad Agrícola». June 21, 2016. <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/ciencia/2016/06/21/biofertilizantes-mejoran-la-productividad-agricola>
- Natali - Laura. «Biofertilizantes: Conceptos, Beneficios Y Aplicación En Colombia». ResearchGate. unknown. August 2, 2017. https://www.researchgate.net/publication/331454557_Biofertilizantes_conceptos_beneficios_y_aplicacion_en_Colombia
- PortalFruticola. «Biofertilizantes: Definición, Función Y Tipos». PortalFruticola.com. July 17, 2019. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/07/17/biofertilizantes-definicion-funcion-y-tipos/>
- Mátyás, Bence, Daniel A. Lowy, Ankit Singla, Jesus R. Melendez, and Sándor Zsolt. «Comparison of Effects Exerted by Bio-Fertilizers, NPK Fertilizers, and Cultivation Methods on Soil Respiration in Chernozem Soil». *La Granja* 32 (2): 8–18, 2020. <https://doi.org/10.17163/lgr.n32.2020.01>
- Peña-Borrego, Maida D, Rosa M Rodríguez-Fernández, Almaguer-Pérez, Nelvis A, Yuri F Peña-Rueda, and Sebastián Zayas-Infante. «Gestión Del Conocimiento Sobre Biofertilizantes a Nivel Local: Estudio de Caso Municipio Calixto García, Cuba». *Cultivos Tropicales* 39 (2): 41–50, 2018. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000200006&lang=es
- Maida, de Zayas Pérez, María R, and Rosa. «La Producción Científica Sobre Biofertilizantes En Cuba En El Período 2008-2012: Un Análisis Bibliométrico de Las Revistas Cubanas». *Cultivos Tropicales* 36 (1): 44–54, 2012. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000100006
- Armenta-Bojórquez, México, Adolfo Dagoberto, García-Gutiérrez, Cipriano Camacho-Báez, J Ricardo, Apodaca-Sánchez, Miguel Ángel, et al. «Ra Ximhai.» «Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México». *Ra Ximhai* 6 (1): 51–56, 2010. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46112896007.pdf>
- Nacional De Ciencias, Instituto, Agrícolas Cuba, Peña Borrego, Maida De Zayas Pérez, and María Rodríguez Fernández. «Cultivos Tropicales». *Cultivos Tropicales* 36 (1): 44–54, 2015. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193237111006.pdf>
- Mora-Quilismal, Segundo Ramiro, Emma Teresa Cuaical-Galárraga, Judith García-Bolívar, Revelo-Ruales, Vinicio Wladimir, Luis Miguel Puetate-Mejía, Edith Aguila-Alcantara, Michel Ruiz-Sánchez, et al. «Biofertilización Con Bacterias Solubilizadoras de Fósforo Y Hongos Micorrízicos Arbusculares En El Cultivo de La Papa». *Cultivos Tropicales* 42 (2), 2021. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362021000200002
- Abrahán López. «Comercialización de fertilizantes orgánicos elaborados por la empresa Luckysoil. SA». (Tesis de grado) Universidad Politécnica Salesiana Ecuador: Facultad de administración de empresas, 2017. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13476/1/UPS-GT001826.pdf>

- Conrado Hernández. «Vista de Avances En La Producción de Conocimiento Sobre Biofertilizantes Y Nuevos Escenarios Económicos Para El Perú». *Produccioncientificaluz.org.*, 2021. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/36473/39160>
- José Escoto. «Efecto de biofertilizantes y productos orgánicos en la producción de nopal verdura». (Tesis de maestría) Universidad Autónoma de Nuevo León: Facultad de Agronomía, 2014. <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080253676.PDF>
- Yovana, Erika. «Evaluación de Un Biofertilizante (Azotobacter Y Rhizobium) Para Tarwi Y Frijol Caupí Como Alternativa Ambiental a La Fertilización Nitrogenada». *Unmsm.edu.pe*, 2019. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12672/10602>
- Dennys Corrales. «Efecto de la aplicación de dos biofertilizantes en diferentes concentraciones en plantines de cacao (theobroma cacao l.) al año de establecimiento en la estación experimental de sapecho». (Tesis de grado) Universidad Mayor de san Andrés Facultad de agronomía: Programa de Ingeniería en Agronomía tropical, 2019. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/22181/T-2674.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martha B, Patricia V y et al. «Respuesta de cultivos agrícolas a los biofertilizantes en la región central de México». *Agricultura técnica en México* Vol. 29 Num.2 Pag 213-225, s.f. <https://www.redalyc.org/pdf/608/60829211.pdf>
- Grageda-Cabrera, Oscar Arath, Arturo Díaz-Franco, Juan José Peña-Cabriales, and José Antonio Vera-Nuñez. «Impacto de Los Biofertilizantes En La Agricultura». *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3 (6): 1261–74, 2012. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000600015
- Urbina, Rene, Suazo Daniel, Isaac Tosta, Vásquez Escuela, Agrícola Panamericana, and Zamorano Honduras. «Efecto de Dos Biofertilizantes Y Fertilización Convencional En El Crecimiento de Plántulas de Café En La Etapa de Vivero». (Tesis de licenciatura) Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.2018. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6409/1/CPA-2018-T093.pdf>
- Abanto-Rodríguez, Carlos, Gerson Manuel Soregui Mori, Mario Herman Pinedo Panduro, Ena Vilma Velazco Castro, Elvis Javier Paredes Dávila, and Eduardo Medeiros de Oliveira. «Uso de Biofertilizantes En El Desarrollo Vegetativo Y Productivo de Plantas de Camu-Camu En Ucayali, Perú». *Revista Ceres* 66 (2): 108–16, 2019. <https://doi.org/10.1590/0034-737x201966020005>
- Ramos Agüero, and Terry Alfonso. «Cultivos Tropicales». *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas: Cuba, Cultivos Tropicales* 35: 52–59, 2014. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493007.pdf>