



Siembra

ISSN: 1390-8928

ISSN: 2477-8850

xblastra@uce.edu.ec

Universidad Central del Ecuador

Ecuador

Santos-Díaz, Adriana Marcela; Uribe-Gutiérrez, Liz Alejandra; Quiroga-Cubides, Ginna Milena; Camelo-Rusínque, Mauricio; Martínez-Lemus, Erika Patricia; Zuluaga, María Victoria
Biopreparados en la agricultura latinoamericana: Avances y tendencias
Siembra, vol. 12, núm. 1, e7483, 2025, Enero-Junio
Universidad Central del Ecuador
Quito, Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v12i1.7483>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653879584007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

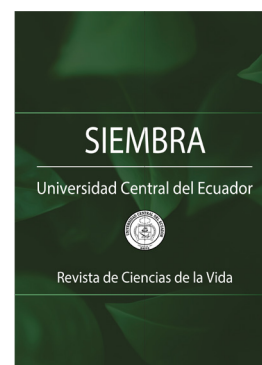
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la academia

Biopreparados en la agricultura latinoamericana: Avances y tendencias

On-farm bioinputs production in Latin American agriculture: Advances and trends

Adriana Marcela Santos-Díaz¹, Liz Alejandra Uribe-Gutiérrez²,
Ginna Milena Quiroga-Cubides³, Mauricio Camelo-Rusínque⁴,
Erika Patricia Martínez-Lemus⁵, María Victoria Zuluaga⁶



Siembra 12 (1) (2025): e7483

Recibido: 08/11/2024 / Revisado: 30/12/2024 / Aceptado: 16/01/2025

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. Departamento de laboratorios de investigación y servicios, Sede Central. Km 14 vía Mosquera-Bogotá. Mosquera, Colombia.

✉ asantos@agrosavia.co

🌐 <https://orcid.org/0000-0002-3248-7322>

² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. Centro de Investigación Tibaitatá. Km 14 vía Mosquera-Bogotá. Mosquera, Colombia.

✉ luribe@agrosavia.co

🌐 <https://orcid.org/0000-0002-8282-7196>

³ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. Departamento de Bioproductos, Sede Central. Km 14 vía Mosquera-Bogotá. Mosquera, Colombia.

✉ gquiroga@agrosavia.co

🌐 <https://orcid.org/0000-0003-2138-2776>

⁴ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. Centro de Investigación Tibaitatá. Km 14 vía Mosquera-Bogotá. Mosquera, Colombia.

✉ mcamelo@agrosavia.co

🌐 <https://orcid.org/0000-0001-8733-6655>

⁵ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. Centro de Investigación Tibaitatá. Km 14 vía Mosquera-Bogotá. Mosquera, Colombia.

✉ emartinezl@agrosavia.co

🌐 <https://orcid.org/0000-0002-5580-1564>

⁶ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. Centro de Investigación Tibaitatá. Km 14 vía Mosquera-Bogotá. Mosquera, Colombia.

✉ mzuluaga@agrosavia.co

🌐 <https://orcid.org/0000-0002-3246-3400>

Autor de correspondencia: asantos@agrosavia.co

Resumen

Debido a los retos relacionados con la sostenibilidad y la protección del medio ambiente, los biopreparados artesanales, elaborados a partir de ingredientes naturales y métodos ancestrales, han emergido como una alternativa viable al uso de los agroquímicos convencionales. Este estudio identificó las tendencias de investigación, colaboraciones y áreas de mayor interés utilizando herramientas como la base de datos Lens® y el software Bibliometrix®. El análisis de los resultados reveló que Brasil lidera en la producción científica sobre biopreparados, seguido por Cuba, Colombia y México. Asimismo, el biopreparado más estudiado es el «Bokashi», usado principalmente en cultivos de hortalizas. Aunque la mayoría de las publicaciones son artículos científicos, se identificó una escasez de material divulgativo, que dificulta la adopción de estos productos por parte de agricultores. El análisis de la información obtenida demostró que es necesario promover la divulgación y colaboración entre investigadores y agricultores, así como invertir en investigación aplicada para acelerar la adopción de tecnologías sostenibles y maximizar los beneficios de los biopreparados en la agricultura. Además permitió identificar vacíos en la evaluación de la sostenibilidad ambiental de los biopreparados, lo que abre oportunidades para futuras investigaciones.

Palabras clave: bioinsumo artesanal, agrícola, agroecología, microorganismos.

Abstract

Due to challenges related to sustainability and environmental protection, artisanal biopreparations, based on natural ingredients and ancestral methods, have emerged as a viable alternative to the use of traditional agrochemicals. This study identified research trends, collaborations and areas of greatest interest using tools such as the Lens® database and Bibliometrix® software. Our results revealed that Brazil is the leader in scientific production of biopesticides, followed by Cuba, Colombia, and Mexico. Also, the most studied bio-preparation is «bokashi», mainly used in vegetable crops. Although most publications are scientific articles, there is a lack of informative material, which hinders the adoption of these products by farmers. The results showed that there is a need to

SIEMBRA

<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA>

ISSN-e: 2477-8850

Periodicidad: semestral

vol. 12, núm 1, 2025

siembra.fag@uce.edu.ec

DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v12i1.7483>



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

improve dissemination of information and collaboration between researchers and farmers, delaying investments in applied research to accelerate the adoption of sustainable technologies, and maximize benefits of biopreparations in agriculture. The analysis identified gaps in the assessment of the environmental sustainability of biopreparations, providing opportunities for future research.

Keywords: on-farm bioinputs, agriculture, agroecology, microorganisms.

1. Introducción

En la agricultura latinoamericana se presentan varios desafíos que están relacionados con la sostenibilidad, la protección del medio ambiente y la seguridad alimentaria. Las prácticas agrícolas tradicionales no son suficientes ni eficientes para poder abordar estos problemas de manera sostenible. Además, la demanda de una gran cantidad de producción de alimentos, junto con el elevado costo de los insumos agrícolas de síntesis química, crea la necesidad de generar alternativas que permitan a los agricultores obtener buenos rendimientos y una rentabilidad sin contaminar el medio ambiente, al mismo tiempo que se reducen los costos de producción.

Teniendo en cuenta el contexto mencionado, los biopreparados artesanales, definidos como “*sustancias y mezclas de origen vegetal, animal o mineral presentes en la naturaleza que tienen propiedades nutritivas para las plantas o repelentes y atrayentes de insectos para la prevención y control de plagas*” (Promoción del Desarrollo Sostenible [IPES] / Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2010), representan una alternativa viable y ecológica para el manejo de la fertilización del suelo y el control de plagas de interés en cultivos agrícolas. Estos insumos, elaborados a partir de ingredientes naturales, microorganismos nativos, extractos naturales y métodos ancestrales, han ganado aceptación entre los agricultores debido a su fácil elaboración, bajo costo y capacidad para reducir la dependencia de agroquímicos sintéticos (Pylak et al., 2019).

En la última década, el desarrollo y uso de biopreparados en la agricultura ha aumentado por la adopción de prácticas sostenibles. Desde de la pandemia por COVID-19 (año 2020), la producción de insumos agroecológicos por parte de los propios agricultores ha sido clave para mantener la producción, ya que las restricciones comerciales limitaron el acceso a insumos agrícolas como los fertilizantes químicos (FAO, 2020). La pandemia ha afectado principalmente a los pequeños agricultores, debido al incremento de los precios de insumos agrícolas y a la disrupción en la cadena de suministro de productos como la urea, el potasio, el amoníaco y el fosfato, todos comunes en la agricultura convencional (Hermann-Bandera et al., 2023). Por tal razón, los biopreparados se convierten en una alternativa para reducir los efectos sobre el medio ambiente causados por el uso excesivo de productos químicos, y al mismo tiempo, contribuyen de manera positiva a la calidad de la producción de los cultivos. La implementación combinada de conocimientos y prácticas tradicionales con las prácticas agroecológicas ha permitido que los agricultores mejoren la salud y productividad de sus cultivos (Temegne et al., 2021).

No obstante, la falta de información unificada sobre la preparación, el uso, las dosis, los cultivos y la calidad de los biopreparados sigue en aumento. Por ello, el objetivo del presente estudio fue identificar los avances y desarrollo en el uso de biopreparados artesanales en la agricultura latinoamericana a través de un análisis bibliométrico. Utilizando herramientas de información se analizaron las publicaciones científicas sobre la aplicación de biopreparados, en diversos cultivos de interés agrícola, y su uso en Latinoamérica. Este análisis sistemático permitió identificar tendencias de investigación, áreas de mayor interés, colaboraciones entre instituciones, y el impacto de estas investigaciones en la práctica agrícola.

2. Materiales y Métodos

La estrategia de búsqueda de información consistió en la realización de actividades secuenciales, siguiendo la metodología de PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*, por sus siglas en inglés) (Rethlefsen y Page 2022), la cual se describe en la Figura 1. El enfoque de este estudio fue caracterizar y analizar las tendencias de los registros científicos y académicos disponibles en Latinoamérica durante los últimos 20 años sobre la temática de biopreparados en la agricultura, un tema emergente cuya difusión ha ocurrido mediante documentos académicos, material audiovisual y plataformas digitales. Con el fin de restringir la revisión a contenido científico y académico, se seleccionó la base de datos Lens® como motor

de búsqueda. Este metabuscador científico y tecnológico abarca artículos, resúmenes de eventos, comunicaciones, libros y tesis, y cuenta con herramientas dinámicas para la gestión y análisis de literatura académica.

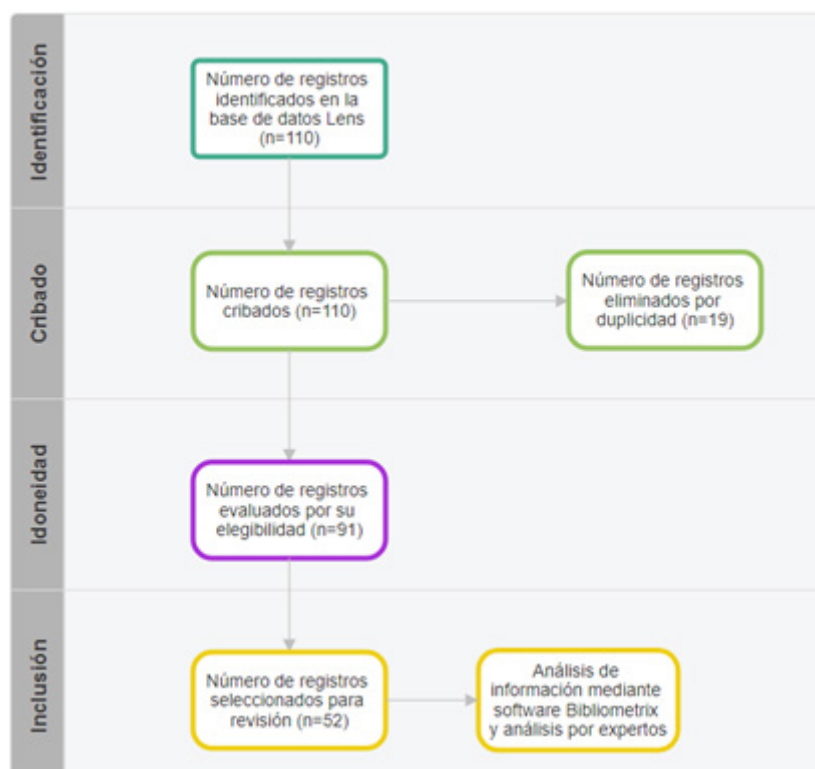


Figura 1. Diagrama de flujo de búsqueda de información y análisis sistemático. Elaboración mediante el software Smartdraw®.

Figure 1. Flowchart of information retrieval and systematic analysis. Created using Smartdraw® software.

2.1. Diseño de la ecuación de búsqueda e identificación registros

Se realizó una lluvia de ideas para identificar palabras clave relacionadas con el tema de interés, definiéndolas en español debido a que la revisión se centra en el estado bibliográfico en los países de Latinoamérica. Además, se consideraron los criterios de inclusión y exclusión establecidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de exclusión e inclusión para la búsqueda de información en la base de datos Lens®.

Table 1. Exclusion and inclusion criteria for information search in the Lens® database.

Criterios de inclusión o exclusión	Base de datos Lens®
Periodo de tiempo	No aplica
Idioma	Todos los idiomas
Área de conocimiento	Documentos enfocados hacia ciencias agrarias y ciencias básicas
Palabras claves en	Título
Países de interés	México, Belice, Costa Rica, El Salvador, Cuba, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela.

En la construcción de las ecuaciones de búsqueda se realizaron varias configuraciones de texto, en donde los criterios de búsqueda se ordenaron en grupos que se relacionaron a través de un operador booleano. En este caso el operador “OR”, que selecciona los documentos que contienen por lo menos una de las palabras especificadas (Flórez Martínez et al., 2022). Para esta investigación la ecuación, elaborada con criterios incluidos (búsqueda por sensibilidad) y no incluidos (búsqueda por especificidad) en el tesoro agrícola, fue:

- (biopreparado OR supermagro OR “microorganismos de montaña” OR bioles OR “preparado orgánico” OR “caldos microbial*” OR “caldo de microorganismos” OR biofabrica OR “extracto vegetal” OR “caldo organomineral” OR “caldo sulfocalcico” OR bokashi OR “microorganismos nativos” OR “bioinsumo artesanal” OR “jabón potásico”).

2.2. Cribado, evaluación de idoneidad e inclusión

Los metadatos obtenidos ($n = 110$) de la base de datos Lens® se analizaron en Excel mediante la creación de un archivo independiente. En este archivo, se extrajo de cada registro bibliográfico información clave, incluyendo el tipo de publicación, clasificación, tema principal u objetivo de investigación, enfoque en biopreparados, sector de uso, tipo y clasificación del biopreparado, nombre del biopreparado, cultivo en el que se aplica, usuario final, así como análisis de calidad y parámetros de evaluación (Figura 1). A partir de esta información se volvieron a aplicar los criterios de exclusión, considerando solo los registros relevantes para la temática de biopreparados en el sector agrícola. Asimismo, se excluyeron los registros duplicados o no disponibles para consulta. Tras este proceso, se identificaron un total de $n = 52$ registros, específicos sobre biopreparados en la agricultura.

2.3. Análisis de la información

En el análisis bibliométrico (fase uno) de todas las publicaciones registradas ($n = 110$), se utilizó el software de análisis científico Bibliometrix®, que permitió identificar el comportamiento histórico de las publicaciones, las fuentes primarias, los principales autores, los países con mayor producción científica y las principales publicaciones. Además, se generó un diagrama de tópicos tendenciales, lo que permitió evaluar la importancia del tema y su grado de desarrollo.

También se realizó una síntesis y análisis cualitativo y cuantitativo de los registros seleccionados (fase dos) ($n = 52$), para describir como se abarca la información sobre biopreparados agrícolas. Primero, se determinó la distribución del tipo de publicaciones, clasificación del trabajo, tipo y nombre de los biopreparados. Posteriormente, se analizó el cultivo donde se usaron los biopreparados y la relación entre el usuario y el tipo de publicación. Asimismo, se caracterizaron los parámetros de calidad evaluados en los diferentes estudios.

3. Resultados y Discusión

3.1. Fase uno: análisis bibliométrico

El análisis bibliométrico reveló una tendencia en la publicación de documentos durante las últimas tres décadas, incluyendo capítulos de libros, artículos científicos y gran cantidad de literatura sin catalogar o posiblemente literatura gris. Se observó que la cantidad de publicaciones ha fluctuado significativamente durante el período analizado, mostrando picos y descensos que reflejan diferentes momentos de interés o actividad académica en el tema (Figura 2). Este análisis mostró que, la mayoría de las publicaciones fueron artículos científicos (71), con un notable pico en 1998, cuando se publicaron 14 artículos y un capítulo de libro. Entre 2005 y 2011 se registró un aumento sostenido en los documentos sin catalogar, alcanzando su máximo en 2010 con seis documentos sin catalogar y tres artículos. El 2007 destacó por su alta productividad con siete artículos y tres documentos sin catalogar. En los últimos años la tendencia ha sido más estable, con un leve incremento en 2019 cuando se publicaron dos artículos y tres documentos sin catalogar. Cabe señalar que, a pesar de la variabilidad en el número de publicaciones, los capítulos de libro han sido escasos, con solo una publicación en 1998.

Del total de registros obtenidos a través del análisis bibliométrico, más del 30% de las publicaciones provienen de Brasil, con un total de 37 documentos. Cuba representa el 15,25% de las publicaciones, con 18 documentos, seguida de Colombia y México, cada uno con el 12,71% y 15 publicaciones. Perú cuenta con nueve publicaciones, que equivale al 7,63%, y Costa Rica con seis publicaciones (5,08%). Menos del 5% de los documentos provienen de países como Chile y Ecuador, cada uno con cuatro publicaciones (3,39%). Argentina, Bolivia, Paraguay y Venezuela contribuyen con dos documentos cada uno (1,69 %). Finalmente, Puerto Rico y Estados Unidos tienen un documento emitido desde cada país, que representa menos del 1% del total de publicaciones por país de origen (Figura 3).

De los 110 registros de la base de datos, se identificaron 71 registros clasificados como artículos científicos. El total de estos artículos fueron publicados en 64 diferentes revistas científicas latinoamericanas. Como se describe en la Tabla 2, la revista Terra Latinoamericana contiene la mayor cantidad de artículos enfocados en esta temática con tres artículos publicados (3/71; 4,22%). Dentro del top 10 de las revistas, se identificó que

solamente existen cinco revistas que han publicado dos artículos con interés en biopreparados, y el restante de revistas solamente han publicado un artículo.

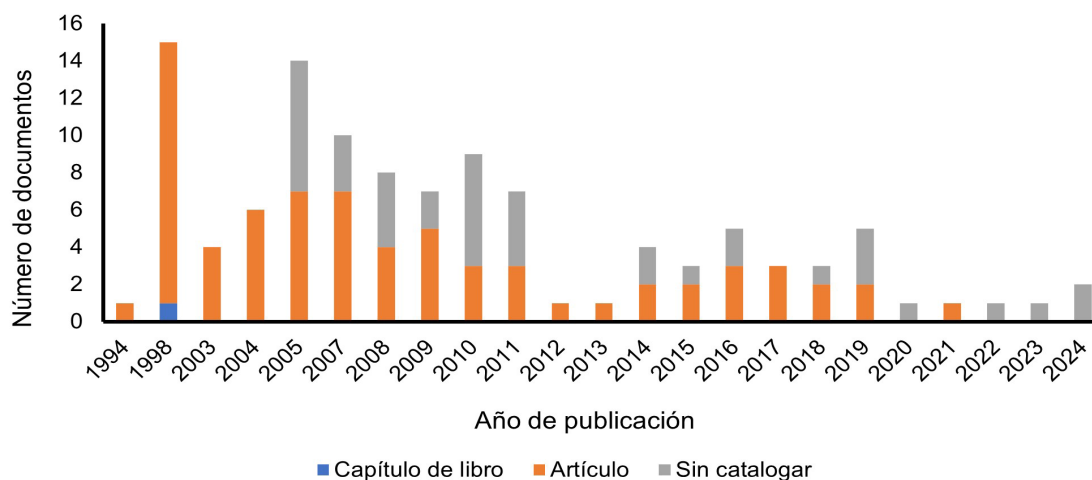


Figura 2. Número de documentos publicados por año.

Figure 2. Number of documents published annually.



Figura 3. Número de publicaciones por país de origen. Las banderas identificadas con el símbolo verde indican los países cuyas publicaciones incluyen biopreparados para uso agrícola.

Figure 3. Number of publications by country of origin. The flags identified with the green symbol indicate the countries whose publications include biopreparations for agricultural use.

Tabla 2. Revistas con mayor número de artículos con interés en biopreparados de uso agrícola.
Table 2. Journals with the highest number of articles with interest in biopreparations for agricultural use.

Top	Título de revista	Número de artículos	Base de datos indexada	SJR	Mejor Cuartil SJR	País
1	<i>Revista Terra Latinoamericana</i>	3	Latindex Doaj Scopus	0,3	Q4	México
2	<i>Acta Scientiarum - Agronomy</i>	2	Latindex Doaj Scopus	0,34	Q2	Brasil
3	<i>Pastos y Forrajes</i>	2	Latindex Doaj Scopus	0,27	Q3	Colombia
4	<i>Revista de Agricultura Neotropical</i>	2	Latindex	0,16	Q4	Brasil
5	<i>Revista Cubana de Química</i>	2	Latindex	No clasificada		Cuba
6	<i>Steviana</i>	2	Latindex	No clasificada		Paraguay

Este indicador bibliométrico sugiere que la producción científica sobre la temática de biopreparados no pertenece solamente a un campo de estudio, y concuerda con las áreas de investigación identificadas a través del análisis bibliométrico. Las cuales corresponden a agronomía (44,5%) donde se involucran temáticas enfocadas hacia el desarrollo de insumos agrícolas como biofertilizantes y prácticas agrícolas como el compostaje; ciencias biológicas (37%), donde se incluyen temáticas del área de microbiología, genética y ecología; y por último química (17%), donde se identifican temáticas como procesos de mineralización y de producción (Figura 4).

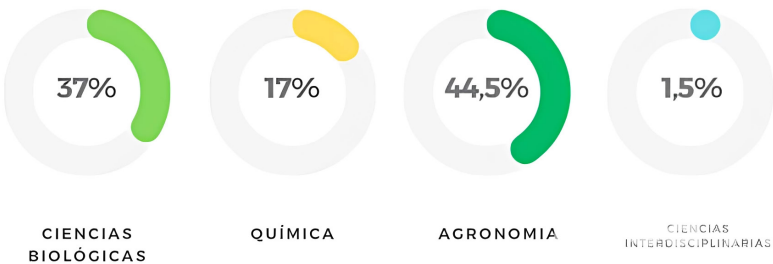


Figura 4. Clasificación de publicaciones (n=110) por áreas de estudio.
Figure 4. Classification of publications (n=110) by field of study.

El artículo con mayor número de citas (37) correspondió a “*Bokashi as an Amendment and Source of Nitrogen in Sustainable Agricultural Systems: a Review*” escrito por Quiroz y Céspedes (2019), y publicado en *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. Seguido se encuentra “*Net mineralization nitrogen and soil chemical changes with application of organic wastes with ‘Fermented Bokashi Compost’*” de Boechat et al. (2013), publicado en *Acta Scientiarum* con 32 citas. El trabajo de Jaramillo-López et al. (2015) fue el tercer artículo con mayor número de citas (18), y se titula “*Impacts of Bokashi on survival and growth rates of Pinus pseudostrobus in community reforestation projects*”. En el top cinco de artículos con mayor número de citas se identificó que el interés se enfoca en la enmienda denominada Bokashi, el cual es un tipo de abono que tiene un alto contenido de materia orgánica y nutrientes necesarios para las plantas, y presenta alta porosidad y una elevada capacidad de retención de agua (Quiroz y Céspedes, 2019).

3.2. Fase 2: Síntesis cualitativa de la información seleccionada

De los 52 registros (n = 52) seleccionados en la Fase 2, se realizó una clasificación por tipo de biopreparado, nombre de biopreparado, cultivo en el cual se evalúa, y la temática de estudio. Para este último parámetro, los registros se clasificaron en: actividad biológica en campo, actividad biológica en invernadero, proceso de producción, calidad en biopreparados, entre otros estudios (Tabla 3).

Tabla 3. Registros bibliográficos (n = 52) seleccionados por su especificidad en biopreparados de uso agrícola.

Table 3. Bibliographic records (n=52) selected for their specificity in biopreparations for agricultural use.

País	Temática	Tipo de biopreparado	Nombre del biopreparado	Cultivo (sí aplica)	Referencia
Cuba	Actividad biológica	Biológico	Microorganismos eficientes	Frijol común	Cueto Yglesias y Mesa Reinaldo (2018).
Brasil	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	<i>Beta vulgaris</i>	Silva et al. (2018)
Brasil	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	<i>Mentha suaveolens</i>	Moreira da Silva et al. (2023).
Brasil	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	Maíz (<i>Zea mays</i>)	Baldotto, y Baldotto (2016)
Brasil	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	<i>Origanum vulgare</i> L.	Wenneck et al. (2023)
Brasil	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	No aplica	Boechat et al. (2013).
Brasil	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	<i>Pereskia aculeata</i> Plum.	Milene Silverio et al. (2021)
México	Biorremediación	Biológico	Caldo microbial	<i>Erythrina americana</i>	Mendoza Sánchez et al. (2017)
Cuba	Actividad biológica	Biológico	Caldo EM (microorganismos eficientes)	<i>Daucus carota</i> , L	Núñez Sosa et al. (2017)
Brasil	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Capitata</i>	Xavier et al. (2019).
Brasil	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	<i>Alibertia edulis</i>	Santos et al. (2019b)
México	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Jaramillo-López et al. (2015).
Cuba	Actividad biológica	Mineral	Biobrás16	Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	Morejón (2004).
Brasil	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	da Costa et al. (2013)
Argentina	Política pública	No aplica	No aplica	No aplica	Ferraris et al. (2021)
Brasil	Aprovechamiento de residuos	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Boechat et al. (2020)
Perú	Selección de microorganismos	Biológico	Trichoderma	Papa	Mamani-Rojas et al. (2012)
Brasil	Biorremediación	Mixto Biológico-Mineral	Microorganismos de montaña	Pimiento	Paredes Pita et al. (2024)
México	Producción de biopreparado	Mixto Biológico-Mineral	No aplica	No aplica	Rojas-Espinoza et al. (2023)
Colombia	Actividad biológica	Mineral	No aplica	Café	Cabrera Marulanda et al. (2018)
México	Actividad biológica	Biológico	No aplica	Garbanzo	Oliva-Ortiz et al. (2017)
México	Actividad biológica	Orgánico	No aplica	Chile	Huez-Lopez et al. (2008)
Costa Rica	Calidad de suelo	Orgánico	Bokashi	Banano	Cerrato et al. (2007)
Cuba	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	FerKiASerT y <i>Trichoderma harzianum</i> A-34	Frijol caupí	Hernández-García et al. (2020)
Cuba	Actividad biológica	Biológico	Microorganismos nativos (<i>Brevibacillus borstelensis</i>)	Habichuela larga	Bayard-Vedey y Orberá-Ratón (2020)

País	Temática	Tipo de biopreparado	Nombre del biopreparado	Cultivo (sí aplica)	Referencia
Brasil	Evaluación biológica en condiciones de invernadero	Orgánico	Bokashi	<i>Alibertia edulis</i>	Santos et al. (2020)
Cuba	Producción y calidad de biopreparados	Biológico	Microorganismos eficientes	No aplica	Liriano González et al. (2018)
Brasil	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Supermagro	Maracuyá	Rodrigues et al. (2009)
Brasil	Actividad biológica y producción a gran escala	Orgánico	Bokashi	Pimienta rosa (<i>Campomanesia adamantium</i>)	Santos et al. (2019a)
Brasil	Actividad biológica	Biológico	Supermagro Caldo EM	Planta ornamental <i>Gladiolus</i> sp.	Hermann-Bandera et al. (2023)
Brasil	Producción de biopreparados	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	No aplica	Scotton et al. (2017)
Ecuador	Actividad biológica en campo	Biológico	Bioles artesanales	Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L)	Vera Chang y Salazar Pacheco (2021)
Bolivia	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	<i>Atriplex hortensi</i>	Chambi Zubieta et al. (2019)
Ecuador	Aprovechamiento de residuos	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi Abono orgánico	No aplica	Pincay-Cantos et al. (2023)
Costa Rica	Producción de biopreparados	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	No aplica	Leblanc et al. (2005)
Colombia	Evaluación biológica en condiciones de campo	Mixto Biológico-Mineral	Supermagro	Sandia (<i>Citrullus lanatus</i>)	González et al. (2015)
Brasil	Producción de biopreparados	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	No aplica	Lopes Pereira et al. (2022)
Chile	Actividad biológica en campo	Mixto Biológico-Mineral Biológico	Compost Bokashi Microorganismos eficientes	Brocoli <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	Peralta-Antonio et al. (2019)
Argentina	Producción y evaluación en invernadero de biopreparados	Orgánico	Extracto de ortiga	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	Chimento et al. (2019)
Chile	Producción y uso de biopreparados	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	No aplica	Quiroz y Céspedes (2019)
Chile	Actividad biológica	Mixto Biológico- Orgánico	Té de lombricompost	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	Bonillo et al. (2015).
Brasil	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi	Pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	Santos et al. (2021)
Chile	Actividad biológica	Mixto Biológico-Mineral	Bokashi Roca fosfórica	Perejil (<i>Petroselinum crispum</i>)	Maass et al. (2020).
Chile	Producción de biopreparados	Mixto Biológico- Orgánico	Bokashi	Rabano (<i>Raphanus sativus</i>)	Quiroz y Flores (2019).
México	Evaluación en campo	Biológico	Microorganismos nativos Compost	Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	Galecio-Julca et al. (2023)
Cuba	Producción y evaluación de biopreparados	Biológico	Microorganismos nativos	Cebolla	Castellanos González et al. (2018).
Colombia	Actividad biológica	Mixto Biológico- Orgánico	Bokashi	Lechuga	Lima et al. (2022)

País	Temática	Tipo de biopreparado	Nombre del biopreparado	Cultivo (sí aplica)	Referencia
México	Producción de biopreparados	Biológicos	Microorganismos	No aplica	Juárez Lucas et al. (2021)
México	Evaluación en campo	Mixto Biológico- Orgánico	Bokashi	Tomate	López Tolentino et al. (2023)
Brasil	Evaluación en campo	Mixto Biológico- Orgánico	Supermagro	Maracuyá	Cavalcante et al. (2011)
Ecuador	Producción de biopreparados	Mixto Biológico- Orgánico	No aplica	No aplica	Orellana et al. (2013)
Brasil	Producción y calidad de biopreparados	Mixto Biológico- Orgánico	Supermagro	No aplica	Ruiz et al. (2016)

A partir de la revisión sistemática de la información científica se observó un aumento en el número de registros publicados en el tiempo, presentándose un pico de productividad en el año 2019 seguido del año 2023 (Figura 5). La gran mayoría de documentos corresponden a artículos publicados en revistas de carácter científico y, en menor proporción, se encontraron tesis de pregrado (2020), resúmenes de congreso (2019) y notas científicas (2016). Esto demuestra la importancia que está teniendo la producción y evaluación de biopreparados en Latinoamérica con un enfoque científico, académico e institucional. Sin embargo, el desarrollo de este estudio también evidenció una importante limitación: la información científica sobre el tema se encuentra dispersa, lo que dificulta su acceso y sistematización, como lo señalan Sánchez-Llevat et al. (2022). Los resultados encontrados también son un indicio del aumento en el uso de los biopreparados, como lo indica Azizbekyan (2019).

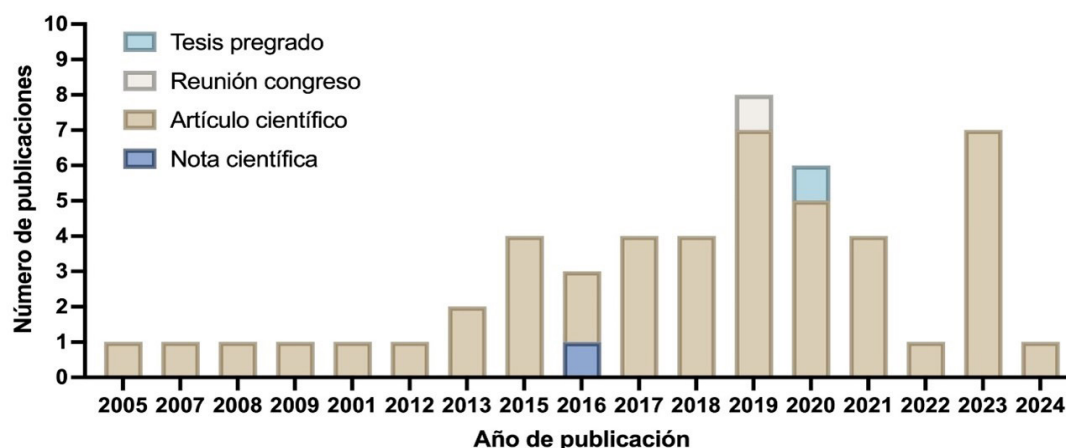


Figura 5. Distribución anual de los registros obtenidos en el proceso de revisión sistemática de la información.
Figure 5. Annual distribution of records obtained through the systematic information review process.

Es posible observar que, de las publicaciones encontradas y de acuerdo con la clasificación de los biopreparados, los artículos científicos predominan sobre otro tipo de publicaciones como notas científicas, tesis de pregrado, memorias de congresos y artículos divulgativos (Figura 6). En lo que respecta a los preparados con actividad inoculante se revisaron 21 artículos científicos frente a uno de carácter divulgativo; y 38 artículos científicos sobre biopreparados con capacidad de promover el crecimiento de plantas. Los biopreparados con propósito biocontrolador (cuatro artículos científicos) y biofertilizantes (21 artículos científicos, cuatro notas científicas y tesis de pregrado), fueron los que presentaron menor número de publicaciones al respecto.

La literatura sobre biopreparados se caracteriza por un predominio de artículos científicos, que refleja el avance y rigor de la investigación en este campo, principalmente en Latinoamérica. Esta tendencia ofrece conocimiento sólido y validado sobre el desarrollo y funcionamiento de biopreparados, generando confianza en su eficacia y seguridad. Sin embargo, la escasez de material divulgativo limita el acceso a la información para agricultores y público en general, dificultando su comprensión y adopción.

Para abordar este desafío, se propone fomentar la publicación de estudios de más publicaciones como las mencionadas (notas científicas, tesis de pregrado y artículos divulgativos) y otras de mayor acceso a produc-

tores como videos, manuales y cartillas. Además, es perentorio promover la colaboración entre investigadores, extensionistas y agricultores para traducir el conocimiento científico en soluciones prácticas para el manejo de cultivos con aplicación de biopreparados.

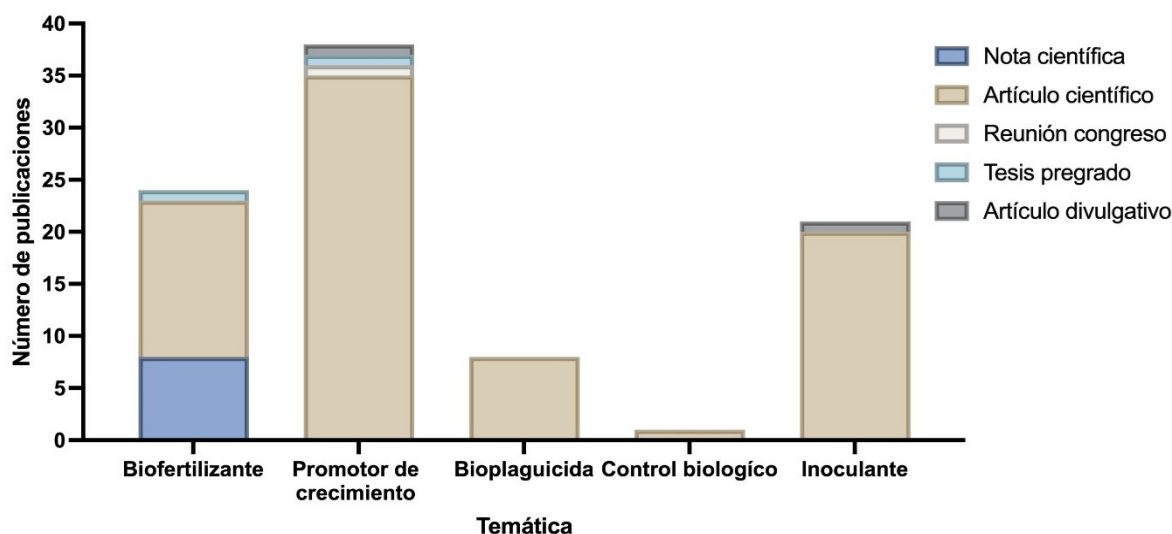


Figura 6. Tipología documental con respecto a la clasificación de los biopreparados en Latinoamérica.
Figure 6. Documentary typology with respect to the classification of biopreparations in Latin America.

Finalmente, se resalta la necesidad de invertir en investigación aplicada y desarrollo de biopreparados. Esto permitiría acelerar la adopción de estas tecnologías sostenibles y brindar beneficios concretos a agricultores y consumidores. La sinergia entre investigación, divulgación y aplicación práctica es fundamental para que los biopreparados alcancen su máximo potencial en la agricultura sostenible

En este análisis bibliométrico se muestra el número de publicaciones relacionadas con diferentes tipos de biopreparados en Latinoamérica. Se destaca claramente el “Bokashi” con el mayor número de publicaciones, superando las 25. Otros biopreparados como el “Compost”, “Fitomás E”, “Supermagro” y el “Caldo micro-bial EM” también muestran un número significativo de publicaciones, aunque considerablemente menor que Bokashi.

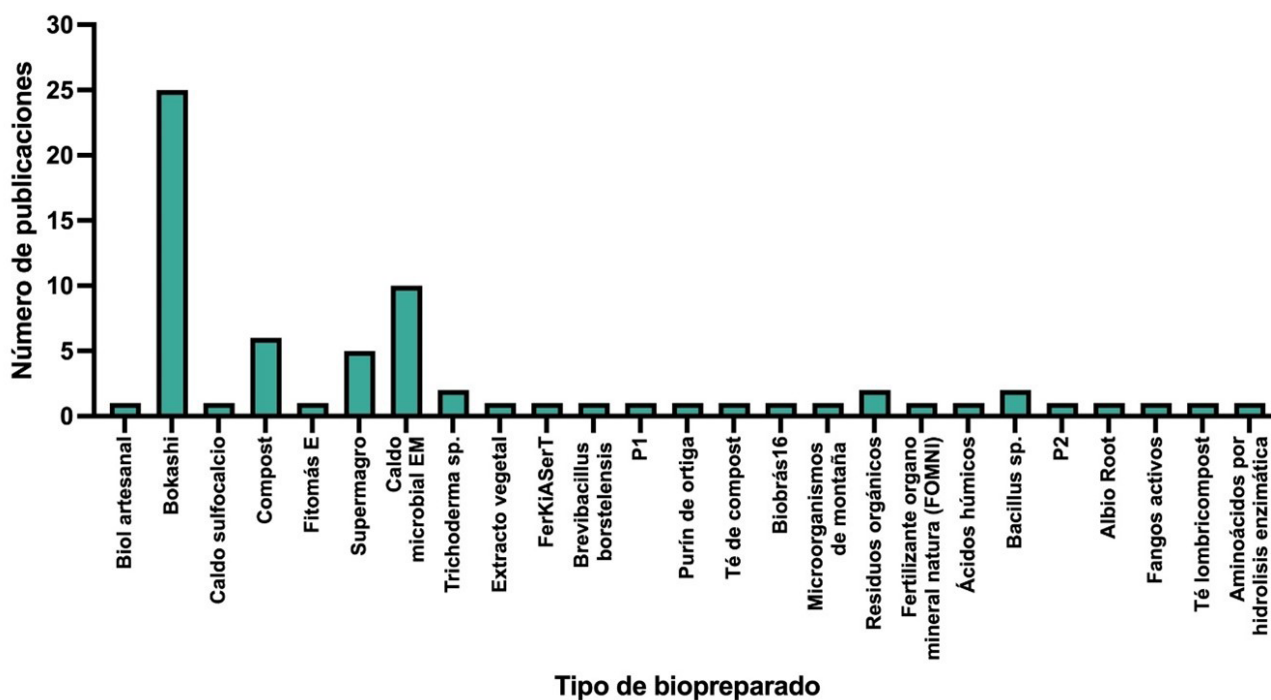


Figura 7. Distribución de publicaciones por tipo de biopreparados.
Figure 7. Distribution of publications by type of on-farm bioproducts.

Los biopreparados menos estudiados, con solo una o dos publicaciones, incluyen “Biol artesanal”, “Caldo sulfocalcio”, “*Trichoderma* sp.”, “Extracto vegetal”, “FerKIA SerT”, “*Brevibacillus borstelensis*”, “P1”, “Purín de ortiga”, “Té de compost”, “Biobrás 16”, “Microorganismos de montaña”, “Residuos orgánicos”, “Fertilizante órgano-mineral natura (FOMIN)”, “Ácidos húmicos”, “*Bacillus* sp.”, “P2”, “Albio Root”, “Fangos activos”, “Té lombri-compost” y “Aminoácidos por hidrólisis enzimática” (Figura 7). Este análisis sugiere una preferencia o mayor investigación en algunos biopreparados específicos, como el Bokashi, en comparación con otros dentro de la comunidad científica de Latinoamérica.

El análisis mostró que los biopreparados se utilizan principalmente en cultivos de hortalizas (54%), que representan más de la mitad. Los frutales y cultivos transitorios también son aplicaciones significativas con el 29% del total de las publicaciones analizadas. Las aromáticas y forestales tienen un uso moderado (5%), mientras que el cacao, las flores y los tubérculos tienen un uso menor.

Por otra parte, se encontró que el 96% de los documentos consultados correspondían a temáticas de investigación, en contextos académicos e institucionales. Los demás fueron registros de revisión (dos documentos) en formato de artículo científico sobre temáticas enfocadas el enriquecimiento de nutrientes, rendimiento y características del cultivo, la elaboración secuencial del biopreparado y su dosificación en el suelo cultivable.

En cuanto a la producción científica que discutían sobre control de calidad de los biopreparados, los parámetros que se evaluaban se clasificaron en 12 (Figura 8). La mayor parte de las variables observadas correspondieron al estudio de actividad biológica (71,6%) sobre características de las plantas obtenidas, productividad del cultivo y mejoramiento del suelo. El parámetro con mayor número de contribuciones está dentro de la categoría de actividad biológica, dirigido al desarrollo fisiológico y fenológico de las plantas obtenidas en los cultivos en donde se usaron biopreparados (35 registros), seguido de la evaluación del desarrollo fotoquímico (siete registros) y de la composición química del biopreparado (seis registros).

Como se aprecia en la Figura 8, los parámetros técnicos propios de control de calidad del biopreparado (composición química, parámetros físicos y composición microbiológica, en su orden) se presentaron en una menor proporción (21%) con respecto a la temática de actividad biológica. Este resultado demuestra la baja caracterización realizada a este tipo de productos, dado el carácter artesanal de su elaboración. También se encontró que la evaluación de variables ambientales y de factibilidad técnico-económica representan un 7,4% de la totalidad de los registros analizados. Probablemente estos temas no han sido los más estudiados debido a la naturaleza de las materias primas y la facilidad de adquisición de estos, lo cual establece implícitamente que corresponde a productos amigables con el medio ambiente y bajo costo de producción. Tampoco se encontraron estudios relacionados a la sostenibilidad ambiental, como la evaluación del ciclo de vida o la medición de la huella de carbono en el proceso de elaboración de los biopreparados o durante su uso. Sin embargo, es una ventaja competitiva a nivel académico e institucional para generar contribuciones en estas temáticas, principalmente para verificar la disminución del impacto ambiental durante su producción e implementación.

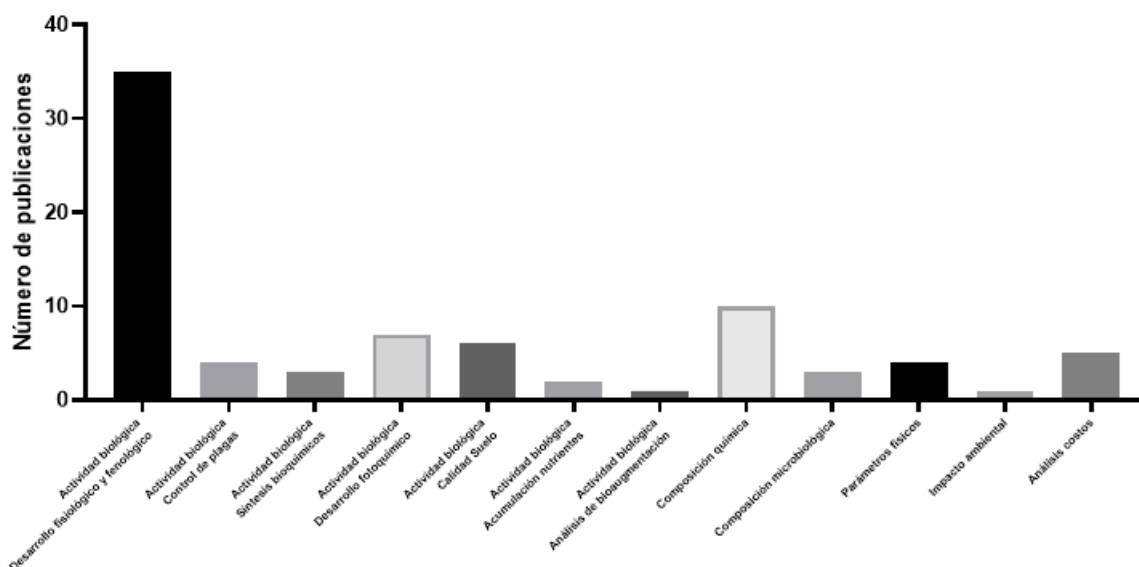


Figura 8. Distribución temática de la información científica relacionada con biopreparaciones agrícolas.
Figure 8. Thematic distribution of scientific information related to agricultural biopreparations.

El mapa de distribución temática permite categorizar los tópicos de investigación principales en dos dimensiones. La importancia relativa de cada tema en el campo de investigación se establece por la primera dimensión relevancia (grado de centralidad), mientras que la segunda (grado de densidad) establece el avance y la amplitud del conocimiento generado en el campo de investigación. Los cuatro cuadrantes de análisis son el resultado de la interacción de estas dos dimensiones y se clasifican de la siguiente forma: i) Temas motores; ii) Temas básicos y transversales; iii) temas emergentes o decadentes y iv) temas nicho o especializados.

Con base en el análisis de mapa de distribución o clúster (Figura 9), los cuadrantes del plano cartesiano representan la evolución y desarrollo de los temas analizados. Es así como se identifica que, aquellos tópicos con mayor grado de relevancia (eje vertical), y en los que se encuentra un mayor número de bibliografías, están las temáticas asociadas con la influencia que tiene la fermentación en el abono, seguido por publicaciones relacionadas con biofábricas, aunque con un menor número de publicaciones. En cuanto al avance en los conocimientos generados, con un número representativo de publicaciones se encuentran aquellas asociadas al abono orgánico bokashi, aunque con un sustancial menor número de publicaciones se encuentran aquellas asociadas con el efecto del bokashi con algas del género *Tetraselmis* y de nutrientes elaborados.

Por otro lado, aquellos temas con mayor relevancia y desarrollo que se encuentran en el cuadrante de *Temáticas Motor* corresponden a aplicación de microorganismos nativos, abono orgánico bokashi, gestión documental de los biopreparados e influencia de la fermentación en el abono. Temas relevantes con estabilidad en la generación de publicaciones, ubicados en el cuadrante de *Temáticas básicas y transversales*, se encuentran principalmente en publicaciones relacionadas con Supermagro, biofertilizantes potásicos y extractos vegetales. En cuanto a temas con un alto grado de desarrollo de investigación, pero que su relevancia en el campo de investigación aún no es alta, ubicadas en el cuadrante de *Temáticas Nicho*, se encuentran las publicaciones relacionadas con la producción de coberturas para fertilización (produção adubação cobertura). En esta misma categoría, y en transición desde temas con baja relevancia y desarrollo, se encuentran publicaciones relacionadas con el efecto de em-bokashi con algas del género *Tetraselmis*. En cuanto a temas con baja relevancia y desarrollo, pero con el potencial de convertirse en temas básicos o transversales, ubicadas en el cuadrante de *Temáticas emergentes o decadentes*, con un número reducido de publicaciones, se encuentran aquellos temas relacionados con suelo, dosis, nutrientes elaborados y biofábricas.

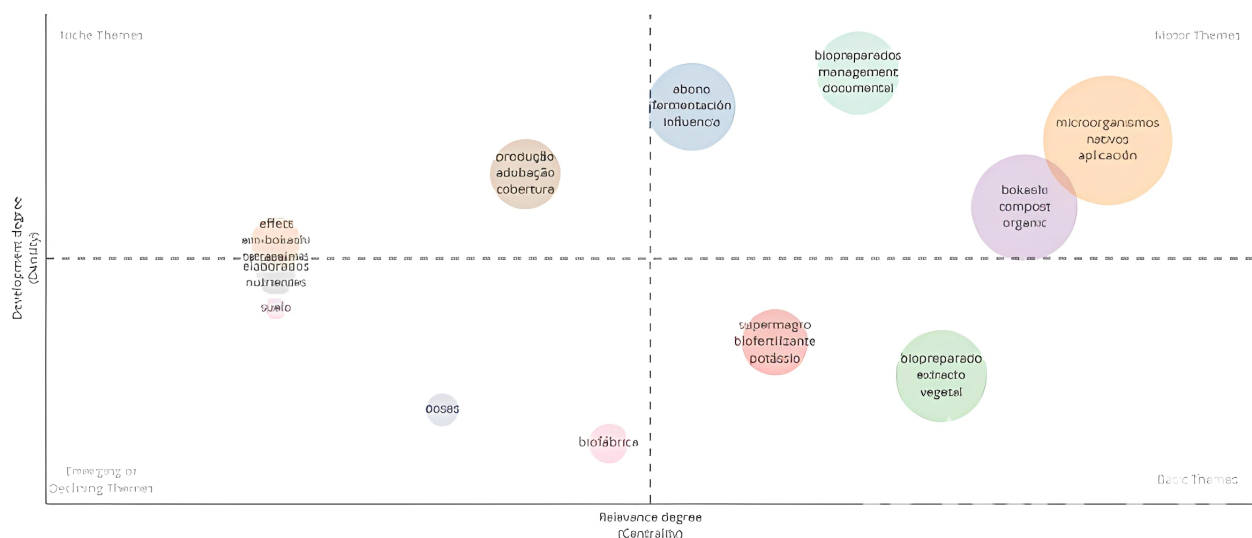


Figura 9. Mapa temático de distribución de tópicos. Elaborado a partir de la base de datos Lens. Fecha de consulta 30 de agosto de 2024. Elaborado en Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

Figure 9. Thematic map of topic distribution. Elaborated from the Lens database. Date of consultation 30 August 2024. Elaborated in Bibliometrix 4.1.1 processing software.

4. Conclusiones

El análisis bibliométrico señaló un creciente interés en los biopreparados artesanales en la agricultura en Latinoamérica. Brasil lidera la producción científica en este tema, seguido por Cuba, Colombia y México. Se obser-

vó una tendencia al alza en el número de publicaciones sobre este tema en las últimas décadas, siendo notable en 2019. El biopreparado más estudiado fue el "Bokashi", utilizado principalmente en cultivos de hortalizas, que sugiere su potencial como alternativa sostenible a los agroquímicos tradicionales.

La mayoría de las publicaciones encontradas estuvieron constituidas por artículos científicos, que indica un enfoque riguroso en la investigación sobre biopreparados. Sin embargo, se identificó una escasez de material divulgativo, que podría dificultar la adopción de estas prácticas por parte de los agricultores. Esta brecha entre la investigación científica y la aplicación práctica señala la necesidad de mejorar la transferencia de conocimientos y la colaboración entre investigadores, extensionistas y agricultores.

Se encontró que la mayor parte de los estudios se centraron en la evaluación de la actividad biológica de los biopreparados, principalmente en el desarrollo fisiológico y fenológico de las plantas. Sin embargo, se detectó una falta de investigación en aspectos como el impacto ambiental, la evaluación del ciclo de vida y la medición de la huella de carbono en la producción y uso de biopreparados. Estas áreas representan una oportunidad importante para futuras investigaciones, que podrían fortalecer la adopción de biopreparados como una alternativa sostenible en la agricultura latinoamericana.

Financiamiento

Este trabajo fue financiado a través del Convenio 2129 suscrito entre el Fondo de Fomento Hortifrutícola y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) para el desarrollo del proyecto: "Aporte de prácticas con enfoque de Agricultura Tropical a la sostenibilidad de los sistemas productivos de aguacate en Tolima y Huila, pasifloras en Boyacá y Meta, y tomate bajo cubierta en Cundinamarca y Boyacá".

Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo de Fomento Hortifrutícola y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) por la financiación del Convenio 2129.

Contribuciones de los autores

- Adriana Marcela Santos-Díaz: conceptualización, curación de datos, análisis formal, metodología, visualización, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.
- Liz Alejandra Uribe-Gutiérrez: curación de datos, análisis formal, metodología, visualización, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.
- Ginna Milena Quiroga-Cubides: curación de datos, análisis formal, metodología, visualización, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.
- Mauricio Camelo-Rusínque: curación de datos, análisis formal, metodología, visualización, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.
- Erika Patricia Martínez-Lemus: curación de datos, análisis formal, metodología, visualización, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.
- María Victoria Zuluaga: visualización, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Implicaciones éticas

Los autores declaran que no existen implicaciones éticas.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés financieros o no financieros que podrían haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

Referencias

- Azizbekyan, R. R. (2019). Biological Preparations for the Protection of Agricultural Plants (Review). *Applied Biochemistry and Microbiology*, 55(8), 816-823. <https://doi.org/10.1134/S0003683819080027>
- Baldotto, M. A., y Baldotto, L. E. B. (2016). Initial performance of corn in response to treatment of seeds with humic acids isolated from bokashi. *Revista Ceres*, 63(1), 62-67. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663010009>
- Bayard-Vedey, I., y Orberá-Ratón, T. M. (2020). Fertilización de Habichuela Larga con biopreparados bacterianos, materia orgánica y fertilizante NPK. *Revista Cubana de Química*, 32(2), 299-310. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212020000200299&lng=es&tlng=
- Boechat, C. L., Damasceno, A. S. da S., Rocha, C. B., Arauco, A. M. de S., y Silva, H. F. (2020). Organic residues in the composition of substrates enriched with bokashi biofertilizer for the sustainable production of *Copaifera langsdorffii* seedlings. *Cerne*, 26(1), 18-25. <https://doi.org/10.1590/01047760202026012694>
- Boechat, C. L., Santos, J. A. G., y Accioly, A. M. de A. (2013). Net mineralization nitrogen and soil chemical changes with application of organic wastes with 'Fermented Bokashi Compost.' *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35(2), 257-264. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i2.15133>
- Bonillo, M. C., Filippini, M. F., y Lipinski, V. (2015). Efectos de abonos orgánicos foliares: té de compost, té de lombricompost y supermagro en la productividad en cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). En *V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA*. La Plata. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52669>
- Cabrera Marulanda, M. Á., Robledo Buriticá, J., y Soto Giraldo, A. (2018). Actividad insecticida del caldo sulfocálcico sobre *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 22(2), 24-32. <https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.2.2>
- Castellanos González, D. C. L., Céspedes Novo, I. N. E., Sequeda Serrano, L. A., Jaime Mendosa, T. J. E., & Niño Vera, L. L. J. (2018). Caracterización microbiológica de seis biopreparados artesanales. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(3), 57-65. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/219>
- Cavalcante, L. F., Rodrigues, A. C., Diniz, A. A., Fernandes, P. D., Nascimento, J. A. M., y Oliveira, F. A. (2011). Micronutrientes e sódio num solo cultivado com maracujazeiro amarelo, com a aplicação de biofertilizante supermagro e potássio. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, 6(3), 376-382. <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i3a781>
- Cerrato, M. E., Leblanc Ureña, H. A., y Kameko Soria, C. R. (2007). Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. *Tierra Tropical*, 3(2), 183-197. <https://repositorio.earth.ac.cr/handle/UEARTH/97>
- Chambi Zubieta, F. R., Blanco Villacorta, M. W., y Mena Herrera, C. (2019). Comportamiento agronómico de la Espinaca Morada (*Atriplex hortensis* L.) con diferentes niveles de Bokashi, bajo condiciones de ambiente protegido, en la ciudad de El Alto. *Apthapi*, 5(3), 1683-1793. <https://doi.org/10.53287/fsap7193id83p>
- Chimento, L., Simontacchi, M., y Maydup, M. L. (2019). Efectos del uso de un biopreparado a base de ortigas sobre el crecimiento de plantas de lechuga. *Investigación Joven*, 6(2), 56. <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/9559>
- Cueto Yglesias, L. M., y Mesa Reinaldo, J. R. (2018). Efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes en vivero y trasplante de fruta bomba (*Carica papaya*, L.) en la Cooperativa de Crédito y Servicios Manuel Asunce, Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(3), 103-111. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/226>
- da Costa, A. R., Araújo, H. L., de Almeida, T. M., Silva, P. C., y da Costa, R. A. (2013). Qualidade de mudas de tomate industrial produzidas com biofertilizante Bokashi. *Jornada Acadêmica da UEG campus Santa Helena de Goiás*, 7(1). <https://www.anais.ueg.br/index.php/jaueg/article/view/6769>
- Ferraris, G., Paleologos, M. F., Pérez, M., y Wainer, E. (2021). Aporte a la política pública de promoción de la agroecología desde la Biofábrica Escuela en el área hortícola del Gran La Plata, Argentina. +E: *Revista de Extensión Universitaria*, (15), e0002. <https://doi.org/10.14409/extension.2021.15.Jul-Dic.e0002>
- Flórez Martínez, D. H., Santacruz Castro, A. M., y Moreno Rodríguez, J. M. (2022). *Análisis de paisajes científicos aplicado a servicios tecnológicos para el sector agropecuario colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Agrosavia]. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7405224>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. *Impact of COVID-19 on agriculture, food*

- systems and rural livelihoods in Eastern Africa: policies and programmatic options..* (2020). FAO. <https://doi.org/10.4060/cb0552en>
- Galecio-Julca, M., Neira-Ojeda, M., Chanduvi-García, R., Peña-Castillo, R., Álvarez-Bernaola, L. A., Granda-Wong, C., Lindo-Seminario, D., Saavedra-Alberca, E., Javier-Alva, J., y Morales-Pizarro, D. A. (2023). Efecto de la eficacia de los microorganismos nativos y la composta en tres pisos altitudinales en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad INIA 415-Pasankalla. *Revista Terra Latinoamericana*, 41, e1622. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1622>
- González, J. D., Mosquera, J. D., y Torrente Trujillo, A. (2015). Efectos e impactos ambientales en la producción y aplicación del abono supermagro en el cultivo de sandía. *Ingeniería y Región*, 13(1), 103-111. <https://doi.org/10.25054/22161325.712>
- Hermann-Bandera, A. A., Uhlmann, L. O., Bortoluzzi, E. C., y Petry, C. (2023). Do effective microorganisms and supermagro fertilizers improve Gladiolus quality? *South African Journal of Botany*, 161, 90-95. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.08.006>
- Hernández-García, L., Santana, Y., y Carrodegua, S. (2020). Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del biopreparado FerKiASerT en el desarrollo de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Revista ECOVIDA*, 9(2), 212-223. <https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/165>
- Huez-Lopez, M. A., Samani, Z., Lopez-Eliás, J., Álvarez-Aviles, A., y Preciado-Flores, F. (2008). Efecto de un extracto vegetal en la germinación de semillas de chile (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones salinas. *Biotechnia*, 10(3), 11-19. <https://doi.org/10.18633/bt.v10i3.50>
- Jaramillo-López, P. F., Ramírez, M. I., y Pérez-Salicrup, D. R. (2015). Impacts of Bokashi on survival and growth rates of *Pinus pseudostrobus* in community reforestation projects. *Journal of Environmental Management*, 150, 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.11.003>
- Juárez Lucas, P., Palafox Bolívar, M. P., Yáñez Muñoz, R. M., Terrazas Gómez, M. I., y Morales Morales, H. A. (2021). Preparación de bioles orgánicos. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 9(2), 124-136. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v9i2.369>
- Leblanc, H. A., Cerrato, M. E., y Vélex, L. A. (2005). Comparación del contenido de nutrientes de bokashis elaborados con desechos de fincas del trópico húmedo de Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, (76), 50-56. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5916>
- Lima, D. P. de, Fregonezi, G. A. de F., Hata, F. T., Ventura, M. U., Resende, J. T. V. de, Wanderley, C. da S., y Figueiredo, A. (2022). Use of reduced Bokashi doses is similar to NPK fertilization in iceberg lettuce production. *Agronomía Colombiana*, 40(2), 293-299. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v40n2.102900>
- Liriano González, R., Núñez Sosa, D. B., Ibáñez Madan, D., y García Cruz, P. (1974). Evaluación de la aplicación de biopreparados a base de Microorganismos Nativos en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). *Centro Agrícola*, 42(2), 5-10. <https://biblat.unam.mx/es/revista/centro-agricola/articulo/evaluacion-de-la-aplicacion-de-biopreparados-a-base-de-microorganismos-nativos-en-el-cultivo-de-la-cebolla-allium-cepa-l>
- Lopes Pereira, G., Leite de Araújo, L., Soares Wenneck, G., Saath, R., Ghuidotti, G. C., y Presotto Bertolo, R. (2022). Physicochemical characterization of fermented bokashi compost produced on farm in Southern Brazil. *Revista de Agricultura Neotropical*, 9(2), e6926. <https://doi.org/10.32404/rean.v9i2.6926>
- López Tolentino, G., Muñoz Osorio, G. A., Marín Colli, E. E., Castillo López, E., Canul Tun, C. E., y Alonso Zuñiga, E. (2023). Fertilización con bokashi sobre el crecimiento y rendimiento de tomate bola (*Solanum lycopersicum* L.) en Yucatán. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 27(1), 166-174. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.23.27.28>
- Maass, V., Céspedes, C., y Cárdenas, C. (2020). Effect of bokashi improved with rock phosphate on parsley cultivation under organic greenhouse management. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 80(3), 444-451. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392020000300444>
- Mamani-Rojas, P., Limachi-Villalba, J., y Ortuño-Castro, N. (2016). Uso de microorganismos nativos como promotores de crecimiento y supresores de patógenos en el cultivo de la papa en Bolivia. *Revista Latinoamericana de La Papa*, 17(1), 74-96. <https://doi.org/10.37066/ralap.v17i1.189>
- Mendoza Sánchez, S., Zepeda Hernández, A., Campeche Calixto, E. G., y Payán Zelaya, F. A. (2017). Aplicación de inóculos líquidos de microorganismos nativos en el suelo: efecto en el crecimiento de plántulas de maíz. *Revista Terra Latinoamericana*, 35(2), 161-168. <https://doi.org/10.28940/terra.v35i2.167>
- Milene Silverio, J., Correia Santos, C., Estevão Wilkomm, V., Roberto Bruschi Karas, D., Vieira, M. do C., y Heredia Zárate, N. A. (2021). Bokashi e comprimento de estacas na propagação vegetativa de *Pereskia*

- aculeata Plum (ORA-PRO-NÓBIS). *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 15(1), 90-104. <https://doi.org/10.18011/bioeng2021v15n1p90-104>
- Moreira da Silva, I. M., Alvarenga, A., y Cardoso De Paula, A. (2023). Adubação com Bokashi e granulado Bioclástico Marinho afetam o crescimento e a produção de óleo essencial de hortaliça peluda. *PesquisAgro*, 6(2), 12-22. <https://doi.org/10.33912/pagro.v6i2.1700>
- Morejón, R. (2004). Efecto del análogo de brasinoesteroides Biobras 6 en el rendimiento y otros caracteres en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 25(1), 55-59. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/535>
- Núñez Sosa, D. B., Liriano González, R., Pérez Hernández, Y., Placeres Espinosa, I., y Sianeh Zawolo, G. (2017). Respuesta de *Daucus carota* L. a la aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico. *Centro Agrícola*, 44(2), 29-35. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852017000200004&lng=es&tlng=es
- Oliva-Ortiz, L. del C., Velázquez-Alcaraz, T. de J., Sosa-Pérez, R., Partida-Ruvalcaba, L., Díaz-Valdés, T., Arciniega-Ramos, J., y López-Orona, C. A. (2017). Control de la fusariosis vascular del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) por microorganismos nativos de Sinaloa, México. *Agrociencia*, 51(6), 683-695. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000600683&lng=es&tlng=es
- Orellana, T., Manzano, P., Chávez, E., Ruiz, O., León, R., Orellana Manzano, A., y Peralta, E. (2013). Estándares de fermentación y maduración artesanal de Bioles. *Yachana Revista Científica*, 2(1), 1-7. <https://doi.org/10.62325/10.62325/yachana.v2.n1.2013.186>
- Paredes Pita, D. R., Bravo Moreira, C. D., Bello Moreira, I. P., Mendoza García, G. E., Anchundia Muentes, X. E., y Pérez Bravo, A. V. (2024). Bioassay for bioremediation of degraded agricultural soil using bokashi compost with mountain microorganisms and bell pepper (*Capsicum annum*) indicator plants. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 5(1), e24017. <https://doi.org/10.51798/sijis.v5i1.740>
- Peralta-Antonio, N., Bernardo de Freitas, G., Watthier, M., y Silva Santos, R. H. (2019). Compost, bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de brócolis. *Idesia (Arica)*, 37(2), 59-66. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000200059>
- Pincay Cantos, M. F., Sabando Vélez, E. J., y Zambrano Falcones, E. V. (2023). Estabilización de fangos activos en planta de tratamiento mediante la técnica de compostaje Bokashi. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 10(2), 11-22. <https://doi.org/10.26423/rctu.v10i2.743>
- Promoción del Desarrollo Sostenible [IPES] / FAO. (2010) Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/as435s>
- Pylak, M., Oszust, K., y Frac, M. (2019). Review report on the role of bioproducts, biopreparations, biostimulants and microbial inoculants in organic production of fruit. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 18(3), 597-616. <https://doi.org/10.1007/s11157-019-09500-5>
- Quiroz, M., y Céspedes, C. (2019). Bokashi as an Amendment and Source of Nitrogen in Sustainable Agricultural Systems: a Review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19(1), 237-248. <https://doi.org/10.1007/s42729-019-0009-9>
- Quiroz, M., y Flores, F. (2019). Nitrogen availability, maturity and stability of bokashi-type fertilizers elaborated with different feedstocks of animal origin. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 65(6), 867-875. <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1524138>
- Rethlefsen, M. L., y Page, M. J. (2022). PRISMA 2020 and PRISMA-S: common questions on tracking records and the flow diagram. *Journal of the Medical Library Association*, 110(2), 253-257. <https://doi.org/10.5195/jmla.2022.1449>
- Rodrigues, A. C., Cavalcante, L. F., Oliveira, A. P. de, Sousa, J. T. de, y Mesquita, F. O. (2009). Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(2), 117-124. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000200002>
- Rojas-Espinoza, B. F., Hernández-Chontal, M. A., Rodríguez-Orozco, N., y Linares-Gabriel, A. (2023). Concentración de nutrientes de dos formulaciones de fertilizantes fermentados (bioles) elaborados con insumos locales. *Revista Terra Latinoamericana*, 41, e1658. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1658>
- Ruiz, M. A., Junqueira, A. M., y Mejia, L. M. (2016). Estabilidade do biofertilizante tipo Supermagro. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 11(2), 152-156. <https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia/article/view/49812>

- Sánchez-Llevat, I. L., Fuerte-Góngora, L., Ravelo-Ortega, R., y Ávila-García, O. (2022). Estado del arte de los biopreparados por digestión anaerobia como biofertilizantes y bioestimulantes. *Revista Ingeniería Agrícola*, 12(4), e07. <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1635>
- Santos, C. C., Bernardes, R. da S., Goelzer, A., Geist, M. L., Vieira, M. do C., & Heredia Zárate, N. A. (2019a). Bokashi em mudas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg: aspectos morfológicos e fotoquímicos. *Nativa*, 7(3), 239-243. <https://doi.org/10.31413/nativa.v7i3.6772>
- Santos, C. C., Leite, L. F. B., Silva, O. B. da, Torales, E. P., Heredia Zárate, N. A., y Vieira, M. do C. (2019b). Número de folhas e bokashi na brotação e custos de produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. por estaquia. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 12(1), 219-232. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n1p219-232>
- Santos, C. C., Vieira, M. do C., Zárate, N. A. H., Carnevali, T. de O., y Gonçalves, W. V. (2020). Organic residues and bokashi influence in the growth of *Alibertia edulis*. *Floresta e Ambiente*, 27(1), e20171034. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.103417>
- Santos, J. R. dos, Lopes, E. A. P., Barbosa, J. P. F., y Espirito Santo, J. M. B. do. (2021). Bokashi como adubação de cobertura: um estudo de caso no desenvolvimento do cultivo de pepino Aodai (*Cucumis sativus* L.) em uma propriedade rural. *Revista Ambientale*, 13(4), 1-9. <https://doi.org/10.48180/ambientale.v13i4.316>
- Scotton, J. C., Pereira, J. D. S., Campos, A. A. B., Pinto, D. F. P., Costa, W. L. F., y Homma, S. K. (2017). Different sources of inoculum to the bokashi provide distinct effects on the soil quality. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 7(3), 32-38. <https://doi.org/10.21206/rbas.v7i3.411>
- Silva, P. N. de L., Lanna, N. de B. L., y Cardoso, A. I. I. (2018). Doses de bokashi em cobertura na produção de beterraba. *Revista de Agricultura Neotropical*, 5(1), 28-34. <https://doi.org/10.32404/rean.v5i1.1818>
- Temegne, N. C., Ngome, A. F., Agendia, A. P., y Youmbi, E. (2021). Agroecology for Agricultural Soil Management. En M. K. Jhariya, A. Banerjee, R. S. Meena, S. Kumar, y A. Raj (eds) *Sustainable Intensification for Agroecosystem Services and Management* (pp. 267-321). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3207-5_9
- Vera Chang, J. F., y Salazar Pacheco, M. B. (2021). Aplicación de siete bioles sobre el desarrollo agronómico en cacao (*Theobroma cacao* L.) de origen sexual y asexual en etapa productiva en la finca experimental la Represa. *Centrosur Agraria, EI*. <https://centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/124>
- Wenneck, G. S., Saath, R., Moro, A. L., Carvalho, G. P. da S., Santi, D. C., y Rezende, R. (2023). Physiological responses of oregano under different water management and application of fermented bokashi compost. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 45(1), e60807. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v45i1.60807>
- Xavier, M. C. G., dos Santos, C. A., Costa, E. S. P., y do Carmo, M. G. F. (2019). Produtividade de repolho em função de doses de bokashi. *Journal of Neotropical Agriculture*, 6(1), 17-22. <https://doi.org/10.32404/rean.v6i1.2372>