

Recibido: 09-05-2022
Aceptado: 09-07-2022

Microorganismos de montaña, una alternativa para la biofertilización de cultivos agrícolas

Mountain microorganisms, an alternative for the agricultural crops biofertilization

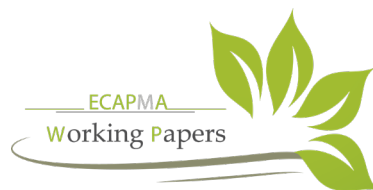
Diana Cristina Medina Valencia

Ingeniera Agrícola, Especialista en Biotecnología Agraria.
Universidad Nacional Abierta y Distancia - ECAPMA
INYUMACIZO
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7767-4949>
cristina.medina@unad.edu.co

Erika Tatiana Obando Anaya

Ingeniera Ambiental, Especialista en Derecho del medio ambiente.
Universidad Nacional Abierta y Distancia- ECAPMA
INYUMACIZO
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0010-390X>
erika.obando@unad.edu.co

Citación: Medina-Valencia, D.C., Obando-Anaya, E.T. (2022). Microorganismos de montaña, una alternativa para la biofertilización de cultivos agrícolas. *Working Papers ECAPMA*, 6, 91-105.
<https://doi.org/10.22490/ECAPMA.5800>



RESUMEN

(a) Contextualización: Los microorganismos de montaña (MM) se encuentran en la materia orgánica de suelos poco intervenidos, es decir, en suelos que han recibido poco tratamiento químico, suelos que no han sido incinerados constantemente y/o sometidos a procesos productivos agrícolas como la ganadería extensiva o monocultivo. Estos suelos, sin intervenir en el tiempo, permiten la conservación de microfauna, bacterias y hongos, que a su vez, consiguen acelerar la descomposición de la materia orgánica y la degradación de sustancias tóxicas y así conservar las características fisicoquímicas de los suelos que los hacen más fértiles y productivos.

(b) Vacío de conocimiento: Aunque el resultado de diferentes investigaciones demuestra la eficiencia de los Microorganismos de Montaña como biofertilizante en diferentes cultivos agrícolas, no se cuenta con una documentación o base de datos caracterizada científicamente respecto al tema. Por esta razón, el estudio documental de los microorganismos de montaña se convierte en una potencial riqueza científica y tecnológica.

(c) Propósito: Esta revisión sistemática se realiza con el objeto de reconocer ex-

periencias relacionadas con la aplicación de microorganismos de montaña (MM) como alternativa sostenible para la producción de diferentes tipos de cultivos.

(d) Metodología: Se hace una revisión sistemática sobre las investigaciones realizadas respecto a los microorganismos de montaña, especialmente en Latinoamérica y Colombia. Se fundamenta en la revisión de diferentes bases de datos, alrededor de estudios científicos realizados en este tema, y a partir de allí, determinar los avances del uso de los microorganismos de montaña como alternativa para la biofertilización en cultivos agrícolas.

(e) Resultados y conclusiones: Se ha encontrado de manera general, que el uso de microorganismos de montaña (MM) como biofertilizantes en cultivos agrícolas, no solo permite un impacto positivo en el medio ambiente, sino que además logra hacer de la agricultura una actividad sostenible, produciendo alimentos orgánicos con mayor biomasa y haciendo más eficiente la producción.

Palabras clave: Biofertilización; cultivos agrícolas; eficiencia; microorganismos de montaña; suelo.



ABSTRACT

(a) Contextualization: Mountain microorganisms (MM) are found in a few intervened soils organic matter, that is to say, soils that have received few chemical treatments, that have not been constantly incinerated and/or subjected to agricultural yield processes such as extensive livestock or monocultures. These soils, without intervening over time, have allowed the micro fauna conservation, bacteria and fungi, which in turn, manage to accelerate the soil organic matter decomposition and toxic substances degradation and thus, preserve the soil physicochemical characteristics that make them more fertile and productive.

(b) Knowledge gap: Although the result of different research, demonstrates the efficiency of mountain microorganisms as a biofertilizer in different agricultural crops, there is no scientifically characterized documentation or database on the subject. For this reason, this systematic review about mountain microorganisms, becomes a potential scientific and technological wealth.

(c) Purpose: This systematic review is carried out to recognize experiences

related to the application of mountain microorganisms (MM) as a sustainable alternative to produce different types of crops.

(d) Methodology: A systematic review is made of the research carried out regarding mountain microorganisms, especially in Latin America and Colombia. It is based on the review of different databases, on scientific studies carried out on this subject, and from there the advances in the use of mountain microorganisms as an alternative for biofertilization in agricultural crops were determined.

(e) Results and conclusions: In general, it has been found that the use of mountain microorganisms (MM) as biofertilizers in agricultural crops, not only allows a positive impact on the environment, but also manages to make agriculture a sustainable activity, producing organic food with greater biomass and making production more efficient.

Keywords: Agricultural crops; biofertilization; efficiency; mountain microorganisms; soil.

INTRODUCCIÓN

Un grupo enormemente diverso de microorganismos contribuye a nuestra salud, alimentación, agricultura y medio ambiente (Kumar Gupta et al., 2017). En el suelo, se encuentra gran cantidad de microorganismos, que cumplen funciones importantes para su equilibrio ecológico. Algunos de estos microorganismos llamados patógenos, ocasionan enfermedades y daños en las diferentes estructuras de las plantas; mientras que otros microorganismos llamados benéficos o eficientes, favorecen la fertilidad del suelo a través de sus reacciones metabólicas.

Los microorganismos de montaña, se encuentran de forma natural en distintos agroecosistemas donde nunca se ha utilizado ningún tipo de agroquímicos o al menos por más de tres años (Rodríguez et al., 2014). Actualmente, se ha promovido su uso como biofertilizantes, para mejorar las características físicas y químicas del suelo, el desarrollo y rendimiento de los cultivos agrícolas

y otros sistemas productivos (Campo Martínez et al., 2014).

Aunque el resultado de diferentes investigaciones demuestra la eficiencia de los microorganismos de montaña como biofertilizantes para cultivos agrícolas, no se cuenta con una documentación o base de datos caracterizada científicamente. Por esta razón, el estudio documental de los microorganismos de montaña se convierte en una potencial riqueza científica y tecnológica.

Esta revisión sistemática, resume varios avances investigativos sobre el uso de microorganismos de montaña como una nueva alternativa de Biofertilización de cultivos agrícolas que demuestran su eficiencia, sus beneficios en los procesos biológicos del suelo, su bajo costo, su impacto mínimo en el medio ambiente y en los seres humanos; debido a que no genera alteraciones y tampoco requiere modificaciones genéticas.

METODOLOGÍA

Se hace una revisión sistemática de acuerdo a los lineamientos establecidos por PRISMA 2020, alrededor de las investigaciones realizadas respecto a los microorganismos de montaña utilizados como biofertilizantes en cultivos agrícolas (ver figura 1.) y se fundamenta en la búsqueda avanzada en las bases de datos especializadas como SciELO, Dialnet y Google Scholar.

Para la búsqueda documental, las palabras clave utilizadas fueron microorganismos de montaña y microorganismos eficientes de montaña, además se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para su selección y revisión.

Criterios de inclusión: *i)* investigaciones enfocadas en la evaluación de la eficiencia de microorganismos aplicados como biofertilizantes en cultivos agrícolas; *ii)* investigaciones realizadas de microorganismos de montaña en Latinoamérica y Colombia; *iii)* publicaciones realizadas en los últimos 10 años, es decir, a partir del año 2013 hasta el 2022.

Criterios de exclusión: *i)* investigaciones enfocadas en el uso de microorganismos en la producción animal; *ii)* investigaciones enfocadas en el uso de microorganismos en el tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos; *iii)* investigaciones enfocadas en el uso de

microorganismos en la elaboración de abonos orgánicos.

Como resultado de la búsqueda sistemática, se encontraron 126 registros, 11 en SciELO, 27 en Dialnet y 88 en Google Scholar; utilizando el gestor de referencia Zotero, se logró eliminar 26 duplicados encontrados en las tres bases de datos. Posteriormente, a partir del título, se excluyeron de forma manual, 27 registros. Según los criterios de exclusión mencionados aquí, se consideraron adecuados 39 artículos; 14 de ellos, se excluyeron por tratarse de investigaciones enfocadas al uso de microorganismos de montaña en producción animal; 11 por estar enfocadas en el uso de microorganismos de montaña en tratamientos de aguas residuales y residuos sólidos y 9, por estar enfocadas en el uso de microorganismos de montaña en la elaboración de abonos orgánicos. Se procedió a leer el resumen y a partir de esta lectura, se descartaron 29 registros, dejando únicamente los que están enfocados en la evaluación de la eficiencia de los microorganismos de montaña aplicados como biofertilizantes en cultivos agrícolas. Finalmente, se incluyeron 10 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión y se seleccionaron para llevar a cabo la revisión sistemática.

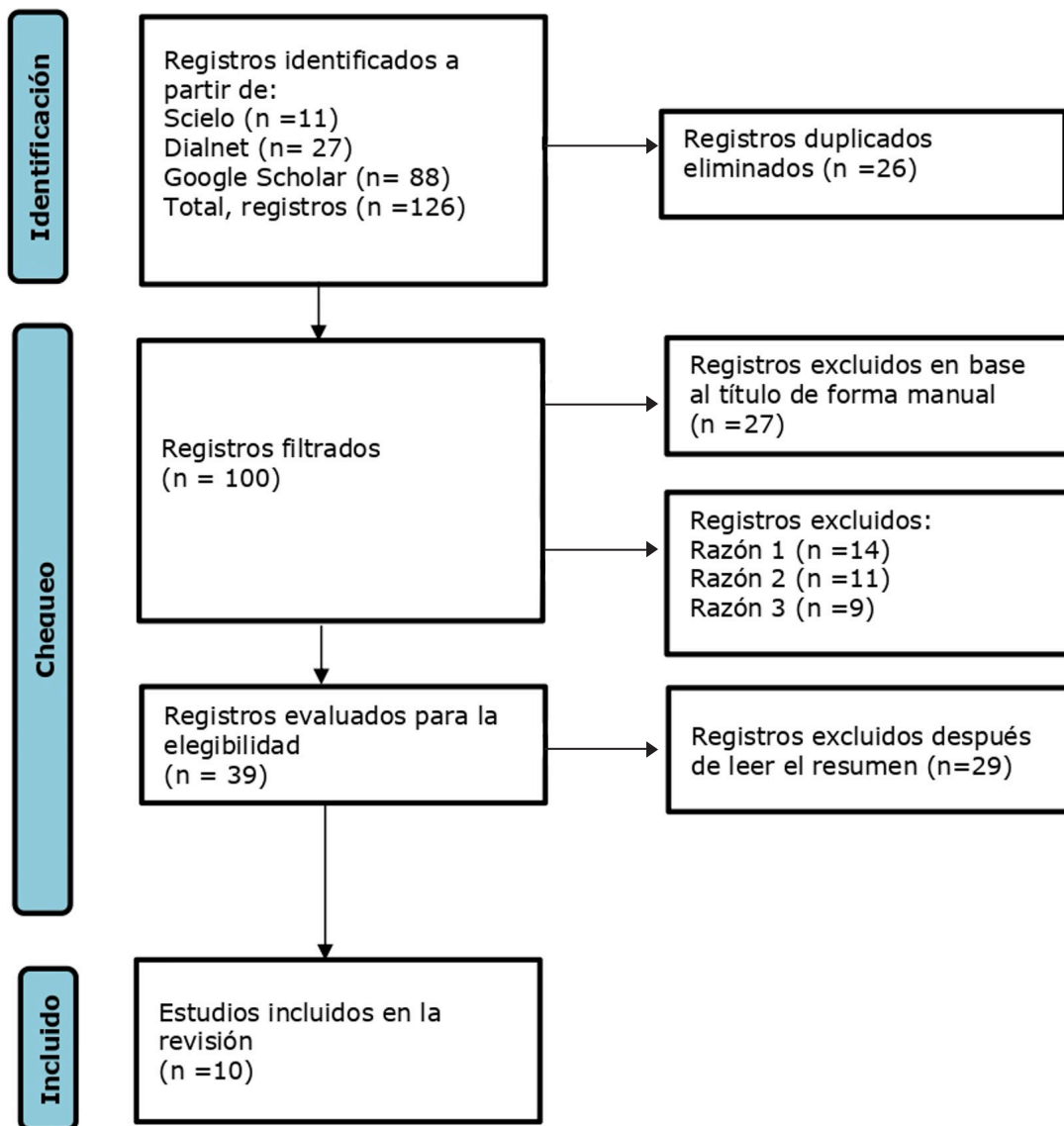


Figura 1.

Diagrama de Flujo PRISMA 2020.

Fuente: Page et al. (2021)

RESULTADOS

En la tabla 1, se presenta una síntesis de las investigaciones consideradas pertinentes de acuerdo con la revisión sistemática realizada bajo las directri-

ces PRIMA 2020 y posteriormente, se lleva a cabo el respectivo análisis de los resultados.

►Tabla 1

Características de las investigaciones revisadas

Título	Autor	Resultado
Evaluación de microorganismos de montaña (mm) en la producción de acelga en la meseta de Popayán.	Campo Martínez et al. (2013)	Los análisis de suelos revelaron que la aplicación de microorganismos influyó en algunas propiedades, como incremento de la materia orgánica, el pH y el contenido de nitrógeno y potasio.
Análisis de la eficiencia de los microorganismos de montaña en el cultivo de repollo (<i>Brassica oleracea</i> var. capitata) en la vereda Soagá, finca Los pinos (Ubaté Cundinamarca)	Guzmán (2014)	Se observó que los MM influyen de manera positiva en la producción de esta hortaliza, mejorando las características organolépticas como el tamaño y textura.
Efecto de dosis y aplicaciones edáficas y foliar de microorganismos de montaña con y sin sales minerales en el rendimiento del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) variedad criolla, municipio San José de Bocay, Jinotega, febrero-mayo del 2014.	Medina Flores y Talavera Loza. (2014)	Los resultados demostraron que la aplicación de microorganismos de montaña tiene un efecto significativo en el aumento de número de frutos cosechados por planta, peso fresco de la mazorca, peso fresco de las semillas por mazorca.
Inoculación al suelo con <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Azospirillum oryzae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> y microorganismos de montaña (mm) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero.	Castro Barquero et al. (2015)	Las variables biológicas y químicas fueron sensibles a los tratamientos, con valores significativamente más altos en presencia de Microorganismos de Montaña, destacando el incremento del P en el tejido foliar al final del ensayo.

► **Tabla 1**

Continuación

Título	Autor	Resultado
Ingeniería Ecológica: efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas	Umaña (2017)	Se estableció un aumento en la complejidad del biosistema de estudio, como producto de la aplicación de los MM en el manejo de los cultivos estudiados.
Medición del área foliar de la producción de acelgas (<i>Beta Vulgaris</i> var. <i>cycla</i>) mediante el uso de microorganismos de montaña y <i>Azospirillum brasilensis</i> .	Villagómez et al. (2018)	La combinación <i>Azospirillum brasilensis</i> con microorganismos de montaña, por su capacidad de fijar nitrógeno promueve el crecimiento y productividad de las acelgas, e influyen de manera positiva en el desarrollo foliar de la acelga.
Aplicación de MEM (Microorganismos eficientes de montaña) y una fuente orgánica (Compost) en el cultivo de quinua <i>Chenopodium quinua</i> var. INIA-Pasankalla en el distrito: Sondorillo de la provincia de Huancabamba 2017.	Neira Ojeda (2019)	La aplicación de microorganismos de montaña influyó en el rendimiento de grano por planta, peso de panoja y peso de mil granos.
Efecto de los microorganismos de montaña en el desarrollo y productividad del cultivo de pimiento en condiciones de campo.	Romero et al. (2020)	Se obtuvieron mejores resultados sobre todos los parámetros morfoproductivos del cultivo, al aplicar el bioproducto elaborado con microorganismos de montaña.
Efecto de los microorganismos de montaña en la producción de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i> L.), en Chaltura.	Tigse Cuzco (2022)	El uso de estos microorganismos desde fases iniciales contribuyó a la recuperación de los suelos y mejora el potencial agrícola de los cultivos.
Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México.	Torres Pérez et al. (2022)	Los resultados indican que el uso del biofertilizante MMA favorece la longitud y diámetro de tallo, número, largo y ancho de hojas, tamaño de la flor y mayor vida de anaquel.

En este sentido, Campo et al. (2013), desarrollaron una investigación en la que evalúan la aplicación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en Popayán-Colombia, con microorganismos obtenidos en diferentes ecosistemas de la región para elaborar los tratamientos y realizar las aplicaciones al cultivo. Los resultados mostraron efectividad en el desarrollo de las plantas y mayor rendimiento del cultivo, además se evidenció un incremento en la materia orgánica del suelo, pH y la disponibilidad de nitrógeno y potasio.

Por su parte, Guzmán (2014), analizó la eficiencia de los microorganismos de montaña utilizados para fertilizar el cultivo de repollo en Ubaté- Cundinamarca; en esta investigación, se determinó que los microorganismos de montaña aumentan la biomasa de las plantas, mejoran las características organolépticas y físicas. Adicionalmente, Medina et al. (2014), realizaron un estudio en el que evaluaron el efecto de la aplicación edáfica y foliar de microorganismos de montaña en el cultivo de cacao variedad criolla, en Nicaragua. Esta investigación demostró que la aplicación de microorganismos con sales, incrementa el rendimiento del cultivo y disminuye la relación costo/beneficio en la producción.

Sin embargo, Castro Baquero et al. (2015), evaluaron el efecto de la aplicación de *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (MM) en sistemas de rotación Soya (*Glycine*

max (L.) Merr.)-Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de invernadero en Costa Rica. Las variables físicas no se vieron afectadas por los tratamientos, mientras que las variables biológicas y químicas si presentan variación, principalmente en términos de disponibilidad de fósforo (P) en el tejido foliar.

Posteriormente, Umaña (2017), realizó una investigación con el objetivo de analizar el potencial de los microorganismos de montaña como biofertilizantes, a través de lo cual, se pudo establecer que se incrementan las propiedades del suelo asociadas con el aumento en la complejidad del biosistema de estudio, como producto de la introducción de los microorganismos de montaña en el manejo de los cultivos estudiados. Villagómez et al. (2018), estructuraron una investigación en la que evaluaron el área foliar de la producción de acelgas cultivadas con base en el uso de microorganismos de montaña y *Azospirillum brasilensis*, donde lograron demostrar que el uso de *A. brasilensis* y los microorganismos de montaña, influyeron de manera positiva en el desarrollo foliar de la acelga.

Complementariamente a lo mencionado hasta aquí, Neira Ojeda (2018), desarrolló un experimento enfocado en determinar la eficiencia de la aplicación de microorganismos eficientes de montaña y compost en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en tres pisos altitudinales diferentes en la provincia de Huancabamba, Departamento de Piura-Perú. Los resultados

demonstraron que a mayor altitud, los microorganismos de montaña, incrementan el rendimiento de grano por planta, peso de panoja y peso de mil granos.

Por otro lado, Romero et al. (2020), desarrollaron una investigación en la provincia de Guantánamo-Cuba, con el objetivo de evaluar el efecto de microorganismos de montaña sobre el desarrollo y productividad del cultivo de pimiento; el resultado demostró que éstos influyen positivamente sobre todos los parámetros morfoproductivos del cultivo al aplicar el bioproducto. Alternativamente en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*), Tigse Cuzco (2022), desarrollaron una investigación en la provincia de Imbabura-Ecuador, con la finalidad de evaluar el efecto de

los microorganismos de montaña en la producción de tomate riñón en suelos de páramo. En este estudio se concluyó que la aplicación de microorganismos de montaña desde fases iniciales de producción, contribuye a la recuperación de los suelos y mejora el potencial agrícola de los cultivos.

Finalmente, Torres et al. (2022), evaluaron la aplicación de microorganismos de montaña en el cultivo de rosas, en Zinacantán, Chiapas-México. Los resultados de esta investigación, demostró que los biofertilizantes de MM, mejoraron las variables de desarrollo fisiológico de las plantas, tales como el diámetro, largo y ancho de hojas, tamaño de la flor, longitud de tallo y mayor vida de anaquel.



DISCUSIÓN

Como resultado del alto costo de los insumos para la producción agrícola y pecuaria, se ha presentado un incremento en el precio de los alimentos, generando una crisis en relación con el acceso a los alimentos, pero aunado a ello, los agroquímicos han generado a través de los años, unos impactos ambientales derivados del uso inadecuado de los residuos que se genera y de los mismos químicos que terminan contaminando los suelos, las fuentes hídricas y como consecuencia de ello, se evidencia también la pérdida de la biodiversidad (FAO, 2018).

Bajo esas premisas y en ese sentido, se plantea la búsqueda de alternativas de producción que respondan a las necesidades económicas, sociales y ambientales, lo que se resume en una producción sostenible. Para que esto sea posible, se entiende que se debe generar una producción de bajo costo que permita que la producción agropecuaria sea rentable (Umaña, 2017) y que con ello además, se pueda consolidar estrategias e implementar alternativas sostenibles que permitan la conservación de los recursos naturales y de esa misma manera poder garantizar la soberanía alimentaria en el país, lo que representa no solo tener acceso a los alimentos, sino además también alimentos orgánicos con bajas cargas de

agroquímicos; para esto a nivel mundial se vienen adelantando propuestas tales como el control biológico, que permite el uso de los mismos componentes naturales para generar por ejemplo, fertilizantes y plaguicidas (Vinchira, 2019) y que permitiría disminuir la carga contaminante al medio ambiente.

Sin embargo, existen muchas propuestas que se vienen adelantando en investigaciones en la búsqueda de lograr una producción más limpia y a su vez garantizar soberanía alimentaria, es así como por medio de esta revisión, también se logró evidenciar el potencial de una alternativa muy importante como lo es el uso de los microorganismos de montaña (MM), una propuesta sostenible para una producción agrícola más limpia y sostenible.

Esta alternativa del uso de microorganismos de montaña como biofertilizante, causa un importante impacto en términos económicos, teniendo en cuenta que permite cultivar productos agrícolas a menor costo, si se utilizan microorganismos que se encuentran en el suelo, generando mejores resultados con una producción más eficiente. Así que la relación costo beneficio al implementar esta alternativa es muy acertada para cambiar estos paradig-

mas que por décadas han estado en la producción agrícola donde la cantidad de insumos agroquímicos es cada vez mayor, ya que de manera errónea se considera que entre más agroinsumos se usen mayor producción se obtiene, sin tener en cuenta el desgaste en los suelos que se van volviendo infértiles y que al pasar del tiempo no se logran cultivar ningún producto de manera eficiente (Méndez, 2019).

Para el desarrollo de este documento, se realizó la revisión de diferentes artículos que plasman los resultados del desarrollo de pruebas relacionadas con el uso de microorganismos de montaña en la agricultura y donde de manera práctica realizaron aplicación de esta alternativa para lograr comparar sus resultados frente a los métodos tradicionales, mostrando como resultado la eficiencia del uso de biofertilizantes con microorganismos de montaña. Algunos de los resultados más representativos fue una evidente mejora en términos de producción, respecto a los cultivos donde se no aplicó microorganismos de montaña, esto se puede relacionar con la dinámica más acelerada de los microorganismos (Umaña, 2017), que permite que los nutrientes del suelo puedan ser absorbidos de manera más eficiente por las raíces de las plantas, lo que se traduce además en un importante aumento de la biomasa de las plantas (Campo, 2014) y en mejores características de los cultivos haciéndolos más resistentes a enfermedades del suelo (Hernández, 2013).

Es importante destacar que estos aspectos positivos también se reflejan en el mejoramiento de las características fisicoquímicas del suelo, que con ayuda de estos microorganismos mejoran su condición de absorción de nutrientes y por la degradación que realizan algunos microorganismos mejoran la composición química del suelo, así mismo permiten un mejoramiento en la estructura y porosidad del suelo (Hernández, 2013). De esta misma manera, estos microorganismos (bacterias, hongos), juegan un papel biológico fundamental e importante en el suelo y que se denomina, microfauna edáfica (Umaña, 2017).

A pesar de que se evidencian algunos aspectos positivos en el suelo y cultivos del uso los fertilizantes químicos tradicionales para la producción, en relación con el mejoramiento del rendimiento de la producción de alimentos (Ulibarry, 2019). Es importante destacar la necesidad de buscar alternativas ecoeficientes que generen menos impactos ambientales y que de manera directa, contribuya a la producción de alimentos orgánicos, que contengan menos carga química. Este tipo de alternativas, como lo es la biofertilización con microorganismos de montaña, pueden constituir un paso a la transformación y cambio de paradigma de la agricultura convencional a la agricultura sostenible que permita minimizar el impacto al medio ambiente.



CONCLUSIONES

El resultado de las investigaciones incluidas en esta revisión sistemática, demuestran la eficiencia del uso de los microorganismos de montaña como biofertilizante en beneficio del desarrollo de las plantas, debido a que influyen de manera positiva en el aumento de su biomasa y características físicas, en la disponibilidad de nutrientes en el suelo, en el incremento de la materia orgánica, el pH y el contenido de nitrógeno y potasio; también en el rendimiento del cultivo y la disminución de la relación costo/beneficio en la producción del cultivo.

De los 126 artículos encontrados en las 3 bases de datos revisadas, tan solo 10 artículos, cumplieron con los criterios de inclusión que se tuvieron en cuenta para realizar la revisión sistemática, lo que permite concluir que aunque se encontraron varios estudios e investigaciones enfocadas en anali-

zar la información referente al uso de microorganismos de montaña como biofertilizante para cultivos agrícolas, no existe una documentación o base de datos caracterizada como científicamente suficiente; por lo tanto, esto convierte el tema en un potencial importante para continuar con la investigación científica.

La agricultura debe evolucionar a una producción limpia que permita con ello, la soberanía alimentaria y que garantice el acceso a alimentos sanos. Los microorganismos de montaña son una alternativa de biofertilización para cultivos, lo que permite mejorar la calidad de los suelos y conservar los ecosistemas, a su vez, propicia la actividad agrícola más rentable y promueve el uso de alternativas sostenibles que generen menos impacto negativo en los recursos naturales y en el ser humano.

REFERENCIAS

- Castro Barquero, L., Murillo Roos, M., Lorío, L. U. y Mata Chinchilla, R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 39, 21-36.
- Campo Martínez, A. D. P., Sánchez, R. L. A., Velasco, S. M. y Prado, F. A. (2013). Evaluación de microorganismos de montaña (mm) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 12(1), 79-87.
- FAO. (2018). Organizations of the United Nations for food and agriculture. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>
- Guzmán, B. (2014). Análisis de la eficiencia de los microorganismos de montaña en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) en la vereda Soagá, finca Los pinos (Ubaté-Cundinamarca).
- Hernández, D. (2013). Difusión del uso de Microorganismos Eficaces como innovación tecnológica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) para pequeños productores(as) de la Región Sur Occidente de Honduras. Red de innovación agrícola, 3-30.
- Medina Flores, C.M. y Talavera Loza, J.A. (2014). Efecto de dosis y aplicaciones edáficas y foliar de microorganismos de montaña con y sin sales minerales en el rendimiento del cacao (*Theobroma cacao* l.) variedad criolla, municipio San José de Bocay, Jinotega. [Disertación doctoral en Agroecología Tropical]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.
- Neira Ojeda, M. (2018). Aplicación de MEM (microorganismos eficientes de montaña) y una fuente orgánica (compost) en el cultivo de quinua *Chenopodium quinua* var. INIA-Pasankalla en el distrito: Sondorillo de la provincia de Huanca-bamba 2017.
- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

- Rodríguez Calampa, N.Y. y Tafur-Torres, Z.K.L. (2014). Producción de microorganismos de montaña para el desarrollo de una agricultura orgánica. Centro de investigación de ingeniería ambiental, Perú, 4, 1-1.
- Romero, A. A., Cardoza, I.U., Romero, N.A., Rodríguez, A.D. y Gómez, K. H. (2020). Efecto de los microorganismos de montaña en el desarrollo y productividad del cultivo de pimiento en condiciones de campo. *Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo*, 20(39).
- Tigse Cuzco, D. G. (2022). Efecto de los microorganismos de montaña en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), en Chaltura. [Trabajo de grado en Ingeniería Agropecuaria]. Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- Torres Pérez, J.C., Aguilar Jiménez, C. E., Vázquez Solís, H., Solís López, M., Gómez Padilla, E. y Aguilar Jiménez, J.R. (2022). Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México. *Siembra*, 9(1).
- Ulibarry, P. G. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. Biblioteca nacional de Chile, 1-5.
- Umaña Carmona, S. (2017). Ingeniería Ecológica: efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas. Tesis Pregrado, Universidad de Costa Rica.
- Villagómez, A. R., Saavedra, T. M., & Figueroa, G. A. (2018). Medición del área foliar de la producción de acelgas (*Beta vulgaris* var. *cycla*) mediante el uso de microorganismos de montaña y *Azospirillum brasilensis*. *Jóvenes en la Ciencia*, 4(1), 1-5.
- Kumar Gupta, V., Zeilinger, S., Ferreira Filho, E., Durán Dominguez, M.C. and Purchase, D. (2017). Microbial applications : *Recent Advancements and Future Developments*. De Gruyter.



Licencia de Creative Commons

Revista Working Papers ECAPMA is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.