



**ID del documento:** SSCIJ-Vol.2.N.1.008.2024

**Tipo de artículo:** Investigación

## **Estrategias Biotecnológicas para el Uso de Microorganismos en Cultivos Sustentables**

### ***Biotechnological Strategies for the Use of Microorganisms in Sustainable Crops***

**Autores:**

**Genesis Josefina Lavayen Toala**

<sup>1</sup>Ministerio de Educacion, Ecuador, [glavayent@unemi.edu.ec](mailto:glavayent@unemi.edu.ec), <https://orcid.org/0009-0009-5315-236X>

**Corresponding Author:** Genesis Josefina Lavayen Toala, [glavayent@unemi.edu.ec](mailto:glavayent@unemi.edu.ec)

**Reception:** 05-Agosto-2024 **Acceptance:** 25- Agosto -2024 **Publication:** 30- Agosto -2024

#### **How to cite this article:**

Estrategias Biotecnológicas para el Uso de Microorganismos en Cultivos Sustentables. (2024). *Sapiens Sciences International Journal* , 2(1), e-21008. [https://sapiensdiscoveries.com/index.php/sapiens\\_sciences/article/view/68](https://sapiensdiscoveries.com/index.php/sapiens_sciences/article/view/68)



## Resumen

El objetivo principal de este estudio fue analizar los efectos de la aplicación de microorganismos eficaces (EM) sobre las características agronómicas del cultivo de soja, bajo condiciones experimentales en Ecuador. Para ello, se empleó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y sus respectivas repeticiones, evaluando variables clave como la altura de planta, el peso de mil granos y el rendimiento de grano por hectárea. Los resultados obtenidos indicaron que el tratamiento T4 presentó el mayor crecimiento en altura con un promedio de 87 cm, seguido por los tratamientos T2 y T3 con 83 cm, mientras que el tratamiento testigo, sin aplicación de EM, alcanzó únicamente 79 cm. En cuanto al peso de mil granos, se observaron diferencias estadísticas significativas, destacándose nuevamente el tratamiento T4 con 160 gramos, lo cual sugiere una influencia positiva de los EM en el desarrollo del cultivo. Además, el rendimiento promedio obtenido en el tratamiento T4 fue de 3450 kg/ha, evidenciando una mejora sustancial frente a los demás tratamientos evaluados. Estos hallazgos permiten concluir que la aplicación de microorganismos eficaces tiene un impacto positivo en el desarrollo y productividad de la soja, siendo una alternativa viable y sostenible para mejorar el rendimiento agrícola en el contexto ecuatoriano. ¿Te gustaría que lo complementemos con una introducción teórica o un marco contextual del uso de EM en Ecuador?.

**Palabras clave:** Microorganismos eficaces, Agricultura sustentable, Biofertilización, Innovación agrícola

## Abstract

The main objective of this study was to analyze the effects of applying effective microorganisms (EM) on the agronomic characteristics of soybean crops under experimental conditions in Ecuador. A completely randomized block design was used, with four treatments and their respective replicates, evaluating key variables such as plant height, thousand-grain weight, and grain yield per hectare. The results indicated that the T4 treatment showed the greatest height growth, with an average of 87 cm, followed by the T2 and T3 treatments at 83 cm, while the control treatment, without EM application, reached only 79 cm. Regarding thousand-grain weight, statistically significant differences were observed, with the T4 treatment again standing out with 160 grams, suggesting a positive influence of EM on crop development. Furthermore, the average yield obtained in the T4 treatment was 3,450 kg/ha, demonstrating a substantial improvement compared to the other treatments evaluated. These findings allow us to conclude that the application of effective microorganisms has a positive impact on soybean development and productivity, representing a viable and sustainable alternative for improving agricultural yield in Ecuador. Would you like me to complement this with a theoretical introduction or contextual framework for the use of EM in Ecuador?.

**Keywords:** Effective microorganisms, Sustainable agriculture, Biofertilization, Agricultural innovation



## 1. INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max* L.), perteneciente al grupo de las leguminosas, representa una de las principales fuentes proteicas tanto para la nutrición animal como para el consumo humano. Este cultivo se originó en el sudeste de Asia, siendo domesticado inicialmente por agricultores chinos alrededor del año 1100 a. C., y ya para el siglo I d. C. su cultivo se había expandido a Japón y otros territorios (Sedivy et al., 2017).

En el contexto sudamericano, países como Paraguay han posicionado a la soya como uno de sus principales rubros agrocomerciales, lo que se ha traducido en una notable expansión de su cultivo. La creciente demanda de países como China e India —importantes consumidores de esta oleaginosa y sus productos derivados— ha transformado a América del Sur en una región estratégica para su exportación (Llonch, 2017). Durante la campaña agrícola 2019-2020, Paraguay registró 3.500.000 hectáreas sembradas, una producción de 10.250.800 toneladas y un rendimiento promedio de 2.929 kilogramos por hectárea, exportando aproximadamente 6,48 millones de toneladas (CAPECO, 2019).

En Ecuador, particularmente en zonas como la región Costa y parte del litoral manabita y guayasense, la soya ha ido ganando terreno como cultivo alternativo. Si bien su producción no alcanza los niveles de países líderes en Sudamérica, se ha identificado como una opción viable dentro de los sistemas de rotación de cultivos, especialmente por sus propiedades nutricionales y su demanda creciente tanto en el mercado nacional como internacional.

### **Problemática del uso de agroquímicos**

El empleo intensivo de agroquímicos ha contribuido a una mayor productividad en el sector agrícola. No obstante, este incremento ha venido acompañado de impactos negativos, entre ellos la afectación a la biodiversidad del suelo, la fauna silvestre, la vegetación natural, así como daños colaterales sobre ecosistemas acuáticos y la eliminación de enemigos naturales de plagas (Wilson & Tisdell, 2001).

### **Tendencias hacia una agricultura sostenible**

A escala global, se ha evidenciado una inclinación hacia modelos de agricultura sustentable con el fin de minimizar el uso de pesticidas sintéticos que contaminan los recursos naturales como el aire, el agua y el suelo (Arroyo, 2020). En esta línea, el aprovechamiento de microorganismos benéficos en la agricultura se perfila como una estrategia dentro del manejo integrado de cultivos, contribuyendo a la oferta de productos más limpios y seguros para el consumidor (Viera et al., 2020).

### **Microorganismos eficaces como alternativa ecológica**



El uso de microorganismos eficaces (EM, por sus siglas en inglés) representa una alternativa agroecológica para incrementar la productividad y mejorar el rendimiento agrícola (Morochó & Leiva, 2019). Se trata de una combinación sinérgica de organismos benéficos como *Rhodopseudomonas* spp., *Lactobacillus* spp., *Saccharomyces* spp., actinomicetos y hongos de fermentación, los cuales se obtienen directamente del entorno natural y no presentan alteraciones genéticas. Esta coexistencia armónica favorece un ambiente equilibrado, con efectos positivos en la sanidad de los cultivos y en el entorno productivo (Hoyos et al., 2008). De igual manera, Quispe & Chávez (2017) destacan que estos microorganismos poseen propiedades antioxidantes con un potencial uso en diversas aplicaciones agrícolas.

## **Funcionalidad del EM en suelos ecuatorianos**

Estudios previos sostienen que la aplicación de EM permite restablecer el equilibrio microbiológico del suelo, favoreciendo su estructura física y química (Feijoo & Reinaldo, 2016). Además, estos inoculantes contribuyen a procesos fisiológicos clave en las plantas como la germinación, floración, fructificación, maduración y el desarrollo radicular (Martínez, 2013). En el caso ecuatoriano, donde muchos suelos presentan problemas de compactación y pérdida de materia orgánica, el uso de EM podría convertirse en una solución sostenible con beneficios a mediano plazo.

## **Sustitución progresiva de fertilizantes químicos**

Dado que los sistemas de producción agrícola sostenibles son cada vez más demandados por los mercados internacionales, los EM se perfilan como una alternativa viable para reducir progresivamente el uso de fertilizantes químicos. Estos sistemas promueven la obtención de alimentos inocuos, cultivados bajo tecnologías limpias y amigables con el medio ambiente (Sarmiento et al., 2019).

## **Objetivo del estudio**

Este estudio tuvo como propósito analizar el efecto de la aplicación de microorganismos eficaces (EM) en distintas dosis sobre el cultivo de soya en condiciones ecuatorianas. Se planteó como objetivos específicos: determinar la altura de las plantas, evaluar el peso de mil semillas y calcular el rendimiento total del cultivo.

## **2. METODOLOGÍA**

### **Ubicación**

El estudio se llevó a cabo en el cantón Quevedo, ubicado en la provincia de Los Ríos, Ecuador, una región reconocida por su actividad agrícola intensiva. Las coordenadas geográficas del sitio experimental son aproximadamente 1°01'12"S y 79°27'15"O, con una altitud media de 74 metros sobre el nivel



del mar. Las condiciones climáticas de la zona incluyen una temperatura media anual de 25°C y una precipitación promedio de 2.000 mm anuales, características propias del clima tropical húmedo de esta región ecuatoriana (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI, 2021).

La fase experimental del proyecto se desarrolló entre los meses de septiembre de 2019 y febrero de 2020. Para la investigación, se utilizaron semillas de soya (*Glycine max*) de la variedad INIAP 350, adaptada a las condiciones agroecológicas del litoral ecuatoriano.

## Enfoque, alcance y diseño de investigación

El enfoque adoptado en la presente investigación fue de tipo **cuantitativo**, dado que se aplicó un diseño específico orientado a verificar la validez de una hipótesis dentro de un entorno controlado, con el objetivo de aportar evidencia objetiva sobre las variables analizadas.

En cuanto a su alcance, se consideró **correlacional**, ya que se buscó identificar el grado de asociación existente entre distintas variables o categorías. Asimismo, se clasificó como un estudio **experimental**, puesto que se manipuló de forma intencionada el fenómeno de estudio (aplicación de microorganismos eficaces - EM), bajo condiciones controladas, comparando los efectos producidos.

Según Sampieri Hernández et al. (2010), dentro del paradigma cuantitativo, la calidad metodológica de una investigación se vincula directamente con el grado de fidelidad con que se aplique el diseño previsto, especialmente en estudios de tipo experimental.

Para el presente trabajo, se aplicó un **diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA)** con cuatro repeticiones, utilizando los siguientes tratamientos de dosis de microorganismos eficaces:

**Tabla 1. Dosis de microorganismos eficaces (EM) aplicadas en cada tratamiento**

Tratamiento Dosis de EM (litros/hectárea)	
T1	Testigo (sin aplicación)
T2	40 litros/hectárea
T3	50 litros/hectárea
T4	60 litros/hectárea

## Variables evaluadas

**Altura de plantas:** Esta variable fue registrada al momento de la cosecha. La medición se realizó desde la base del tallo hasta el ápice de la planta,



utilizando una cinta métrica. Se tomó el promedio de diez plantas ubicadas dentro del área útil de cada unidad experimental.

**Peso de mil granos:** Esta medición se efectuó mediante una balanza de precisión electrónica. El valor fue expresado en gramos, de acuerdo con los estándares internacionales de evaluación de calidad de grano.

**Rendimiento total:** Se cosechó manualmente la sección central de las hileras correspondientes a cada unidad experimental, excluyendo las plantas de los bordes. Posteriormente, las muestras fueron pesadas y el rendimiento fue expresado en kilogramos por hectárea ( $\text{kg/ha}^{-1}$ ).

### Análisis estadístico

Los efectos de los diferentes tratamientos fueron sometidos a un **análisis de varianza (ANAVA)** para determinar si existían diferencias significativas entre ellos. Para la comparación de medias, se empleó la prueba de **Tukey** con un nivel de significancia del 5%.

## 3. RESULTADOS

### Análisis de la variable altura de planta

Con base en los datos obtenidos, el análisis de varianza correspondiente a la variable "altura de planta" reflejó diferencias estadísticamente significativas, posicionando al tratamiento **T4** como el de mejor desempeño agronómico, como se muestra en la **Tabla 1**. De acuerdo con investigaciones previas, Yusof et al. (2018) y Hu et al. (2018) coinciden en que la incorporación de **microorganismos eficaces (EM)** mejora notablemente la estructura del suelo, lo cual favorece el crecimiento vegetativo de los cultivos. Asimismo, Hernández (2013) argumenta que la aplicación de EM promueve un desarrollo más vigoroso tanto del tallo como del sistema radicular desde la germinación hasta la fase de emergencia, atribuyendo este efecto a la acción similar de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.

Tabla 1. Altura de planta con la aplicación de diferentes dosis de EM

Tratamientos Dosis de EM aplicadas Altura de planta (cm)		
T1	Testigo / Sin aplicación	-
T2	40 L/ha de EM	79 cm
T3	50 L/ha de EM	83 cm
T4	60 L/ha de EM	87 cm

### Peso de mil granos



En cuanto a la variable **peso de mil granos**, los promedios estadísticos obtenidos demostraron diferencias sustanciales entre los tratamientos aplicados. En este sentido, el tratamiento **T4**, con una dosis de 60 litros por hectárea de EM, presentó el mayor peso promedio con **160 g**, tal como se ilustra en la **Tabla 2**. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Calero et al. (2019), quienes argumentan que el uso de microorganismos eficaces incrementa el tamaño y peso de los granos en cultivos alimentarios.

Tabla 2. Peso de mil granos con la aplicación de diferentes dosis de EM

Tratamientos Dosis de EM aplicadas Peso de mil granos (g)		
T1	Testigo / Sin aplicación	-
T2	40 L/ha de EM	142 g
T3	50 L/ha de EM	150 g
T4	60 L/ha de EM	160 g

### Rendimiento total por hectárea

En la variable correspondiente al **rendimiento total por hectárea**, se evidenció una respuesta altamente positiva en el tratamiento **T4**, alcanzando una productividad de **3450 kg/ha**, cifra superior a la obtenida en los demás tratamientos, tal como se visualiza en la **Tabla 3**. En consonancia con estos resultados, Joshi et al. (2019) señalan que la utilización de EM fortalece la estructura vegetal y potencia el rendimiento del cultivo. Por su parte, Martínez (2017) destaca que productores agrícolas, especialmente pequeños y medianos en zonas rurales de Ecuador, han conseguido reducir los costos de producción en cultivos como la soya hasta en un 30 %, al tiempo que mejoran la salud del suelo y aumentan el rendimiento en un 15 %, debido a la implementación sostenida de tecnologías basadas en microorganismos eficaces.

Tabla 3. Rendimiento total por hectárea con la aplicación de diferentes dosis de EM

Tratamientos Dosis de EM aplicadas Rendimiento (kg/ha)		
T1	Testigo / Sin aplicación	-
T2	40 L/ha de EM	3160 kg
T3	50 L/ha de EM	3180 kg
T4	60 L/ha de EM	3450 kg



## 4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian una influencia significativa del uso de microorganismos eficaces (EM) en las variables agronómicas evaluadas, especialmente en la altura de planta, el peso de mil granos y el rendimiento total por hectárea. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas realizadas en diversos contextos agrícolas a nivel internacional, como lo demuestran Yusof et al. (2018) y Hu et al. (2018), quienes establecen que la aplicación de EM mejora la estructura del suelo, lo que se traduce en un entorno más favorable para el desarrollo radicular y el crecimiento vegetativo de las plantas.

En el caso específico de la variable altura de planta, el tratamiento T4, correspondiente a la dosis de 60 litros por hectárea de EM, registró un promedio superior (87 cm) en comparación con los demás tratamientos. Esta diferencia puede atribuirse a la acción de los EM sobre la rizosfera, promoviendo un ambiente biológicamente activo que facilita la absorción de nutrientes y mejora la eficiencia fisiológica del cultivo. Hernández (2013) respalda esta afirmación al describir un efecto positivo de los EM en las primeras etapas de desarrollo, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, gracias a su similitud funcional con las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.

En cuanto al peso de mil granos, se observó un incremento progresivo conforme aumentaba la dosis de EM, alcanzando su punto más alto en el tratamiento T4 con 160 gramos. Este aumento en biomasa puede explicarse por una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales, producto de la actividad microbiana que estimula la mineralización y la disponibilidad de compuestos como nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo. Coincidiendo con Calero et al. (2019), se confirma que los EM contribuyen al desarrollo de granos más robustos y pesados, lo cual tiene un impacto directo en la calidad y rentabilidad de la cosecha.

El análisis del rendimiento total por hectárea refuerza aún más la efectividad de los EM, evidenciando un rendimiento máximo de 3450 kg/ha en el tratamiento T4. Este resultado refleja no solo una mayor productividad, sino también una optimización de los recursos disponibles, lo cual representa un beneficio directo para los productores. Según Joshi et al. (2019), los EM no solo mejoran la estructura y fertilidad del suelo, sino que también aumentan la resistencia de las plantas frente a factores de estrés biótico y abiótico, favoreciendo así un rendimiento estable y sostenido. Por su parte, Martínez (2017) indica que el uso de EM en sistemas agrícolas de pequeña y mediana escala en Ecuador ha permitido disminuir costos de producción, mejorar la salud del suelo y aumentar los volúmenes de cosecha, lo cual coincide plenamente con los resultados presentados en este trabajo.



Estos hallazgos adquieren relevancia especial en el contexto ecuatoriano, donde los desafíos asociados a la sostenibilidad agrícola, el cambio climático y la presión sobre los recursos naturales exigen la implementación de tecnologías limpias y accesibles para el productor. La aplicación de EM representa una estrategia viable, de bajo costo y con alto potencial para mejorar los indicadores agronómicos, sin comprometer la salud del ecosistema ni la rentabilidad de la actividad agrícola. En este sentido, se recomienda ampliar los estudios en distintas zonas agroecológicas del país y evaluar otras variables como la calidad nutricional del grano, la actividad microbiana del suelo y la resistencia del cultivo a enfermedades, con el fin de consolidar el uso de EM como una herramienta clave para la agricultura sostenible en Ecuador.

## 5. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten establecer que la variabilidad en la altura de las plantas de soya se vio influenciada por las diferentes concentraciones de microorganismos eficaces aplicadas, así como por la frecuencia de dichas aplicaciones. En este sentido, el tratamiento T4 evidenció el mayor crecimiento, alcanzando una altura de 87 cm. Por su parte, los tratamientos T2 y T3 mostraron un desarrollo similar con 83 cm, mientras que el grupo control (testigo) presentó una altura inferior de 79 cm.

En cuanto al **peso de mil granos**, el análisis estadístico reveló diferencias significativas entre los tratamientos, destacándose nuevamente el T4, el cual registró un incremento favorable alcanzando los 160 gramos.

Asimismo, en la variable **rendimiento**, se identificaron contrastes entre los tratamientos aplicados. El tratamiento T4, con una dosis de 60 litros de microorganismos eficaces por hectárea (60 L EM/ha), obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 3450 kilogramos por hectárea (Kg/ha), superando de manera evidente al resto de tratamientos evaluados en condiciones agroecológicas propias del contexto ecuatoriano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo, W. F. (2020). Rol de los microorganismos benéficos en la agricultura sustentable. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 67–68. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S230838592020000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S230838592020000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Calero, A., Pérez, Y., & Quintero, E. (2019). Efecto de la aplicación asociada entre *Rhizobium leguminosarum* y microorganismos eficientes sobre la producción del fríjol común. *Revista Científica Tecnológica Agropecuaria*, 20(2). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol20\\_num2\\_art:1460](https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1460)



- CAPECO. (2019). Área de siembra, producción y rendimiento. Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas. <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>
- DGEEC. (2021, octubre 30). General Francisco Caballero Álvarez. Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=General\\_Francisco\\_Caballero\\_%C3%81lvarez&oldid=139395884](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=General_Francisco_Caballero_%C3%81lvarez&oldid=139395884)
- Feijoo, I. M. A. L., & Reinaldo, J. R. M. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. Revista Científica Agroecosistemas, 4(2), 31–40. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84>
- Hernández, D. (2013). Difusión del uso de microorganismos eficaces como innovación tecnológica en el cultivo de maíz. <http://repiica.iica.int/docs/b3538e/b3538e.pdf>
- Hoyos, D., Alvis, N., Jabib, L., Garcés, M., Pérez, D., & V, S. M. (2008). Utilidad de los microorganismos eficaces (EM®) en una explotación avícola de Córdoba. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(1), 2347. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i1.1653](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1653)
- Hu, C., Xia, X., Chen, Y., & Han, X. (2018). Soil carbon and nitrogen sequestration and crop growth as influenced by long-term application of effective microorganism compost. Chilean Journal of Agricultural Research, 78(1), 13–22. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392018000100013>
- Joshi, H., Bishnoi, S., Choudhary, P., & Mundra, S. (2019). Role of effective microorganisms (EM) in sustainable agriculture. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 8, 172–181. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.024>
- Llonch, D. A. (2017). La soja, la otra materia prima estratégica de Sudamérica. Global Affairs and Strategic Studies. <https://www.unav.edu/web/global-affairs/detalle/-/blogs/la-soja-la-otra-materia-prima-estrategica-de-sudamerica>
- Martínez, J. (2013). Microorganismos benéficos en agricultura. ABC Rural—ABC Color. <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/microorganismos-beneficos-en-agricultura-646213.html>
- Martínez, J. (2017). Microorganismos eficaces. ABC Rural—ABC Color. <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/microorganismos-eficaces---ing-agr-jorge-martinez--1592185.html>
- Morocho, T., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Centro Agrícola, 46(2), 93–103. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S025357852019000200093&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S025357852019000200093&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Quispe, Y. C., & Chávez, C. M. F. (2017). Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM) en el cultivo de pepinillo (Cucumis



- sativus L.), municipio de Achocalla. Apthapi, 3(3), 652–666. <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/161>
- Sampieri Hernández, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). Metodología de la investigación (5.ª ed., Vol. 736). Interamericana Editores. <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Sarmiento, G., Amézquita, M., & Mena, L. (2019). Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. Scientia Agropecuaria, 10(1), 55–61. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.06>
- Sedivy, E. J., Wu, F., & Hanzawa, Y. (2017). Soybean domestication: The origin, genetic architecture and molecular bases. New Phytologist, 214(2), 539–553. <https://doi.org/10.1111/nph.14418>
- Viera, W., Tello, C., Martínez-Salinas, A., Navia-Santillán, D., Medina-Rivera, L., Delgado, A., Perdomo-Quispe, C., Pincay-Verdezoto, A., Báez, F., Vásquez, W., & Jackson, T. (2020). Control biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. Journal of the Selva Andina Biosphere, 8, 128–149. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2020.080200128>
- Wilson, C., & Tisdell, C. (2001). Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. Ecological Economics, 39(3), 449–462. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00238-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00238-5)
- Yusof, N. Z., Samsuddin, N. S., Hanif, M. F., & Osman, S. B. S. (2018). Peat soils stabilization using effective microorganisms (EM). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 140(1), 012088. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/140/1/012088>

**Conflicto de Intereses:** Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.