

Amanda Elizabeth Bonilla-Bonilla

[DOI 10.35381/cm.v10i2.1516](https://doi.org/10.35381/cm.v10i2.1516)

**Bacillus un potencial agente de biocontrol de enfermedades en el cultivo de
caña de azúcar**

**Bacillus a potential biocontrol agent for disease control in sugarcane cultivation
sugar cane**

Amanda Elizabeth Bonilla-Bonilla
ae.bonillab@uea.edu.ec
Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza
Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-9429-1245>

Recibido: 15 de mayo 2024
Revisado: 15 de junio 2024
Aprobado: 15 de septiembre 2024
Publicado: 01 de diciembre 2024

Amanda Elizabeth Bonilla-Bonilla

RESUMEN

El objetivo general de la investigación fue describir el *Bacillus* un potencial agente de biocontrol de enfermedades en el cultivo de caña de azúcar. El método utilizado se basó en el paradigma positivista desde la perspectiva cuantitativa, se apoyó en una metodología descriptiva con diseño documental-bibliográfico no experimental. Se desarrolló de acuerdo con un diseño de investigación documental. Se procedió a la revisión documental de revistas científicas, vinculados al tema investigativo, lo que constituyó la población de estudio, empleándose el método deductivo por parte del investigador(a). Se concluye que, el uso de *Bacillus* en el manejo integrado de plagas en el cultivo de caña de azúcar en la Amazonia presenta una oportunidad significativa para avanzar hacia una agricultura más sostenible y eficiente. Las perspectivas futuras son prometedoras con un enfoque en la investigación, la educación, y la colaboración.

Descriptores: Microorganismo; cultivo; calidad ambiental. (Tesauro UNESCO)

ABSTRACT

The general objective of the research was to describe *Bacillus* as a potential disease biocontrol agent in sugarcane cultivation. The method used was based on the positivist paradigm from the quantitative perspective, supported by a descriptive methodology with a non-experimental documentary-bibliographic design. It was developed according to a documentary research design. A documentary review of scientific journals related to the research topic was carried out, which constituted the study population, using the deductive method on the part of the researcher. It is concluded that the use of *Bacillus* in integrated pest management in sugarcane cultivation in the Amazon presents a significant opportunity to advance towards a more sustainable and efficient agriculture. Future prospects are promising with a focus on research, education, and collaboration.

Descriptors: Microorganism; culture; environmental quality. (UNESCO Thesaurus)

Amanda Elizabeth Bonilla-Bonilla

INTRODUCCIÓN

Entre los géneros de bacterias que tiene potencial para la agricultura sostenible se encuentra *Bacillus*. Estas bacterias, conocidas por su capacidad para promover el crecimiento de las plantas y mejorar la salud del suelo, son Grampositivas y tienen forma de bastón, con la capacidad de formar esporas. Las esporas les permiten sobrevivir en condiciones ambientales adversas. En tal sentido, las esporas producidas por *Bacillus* hacen que éstos sean armas versátiles para el control de microorganismos fitopatógenos, ya que estas estructuras de resistencia permiten su almacenamiento (Pedraza et al., 2020). Algunas especies de *Bacillus* producen fitohormonas como el ácido indolacético (AIA), que estimulan el crecimiento de las raíces y mejoran la absorción de nutrientes. El uso del *Bacillus* para el control fitosanitario del cultivo de caña de azúcar es crucial para mejorar la eficacia de las prácticas agrícolas, promover la sostenibilidad y garantizar la seguridad alimentaria. Incluye especies que son efectivas contra una variedad de plagas y patógenos que afectan la caña de azúcar, gracias a sus mecanismos como la producción de antibióticos y enzimas líticas, siendo una alternativa ecológica a los pesticidas químicos, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles. También pueden solubilizar el fósforo inorgánico del suelo, haciéndolo más accesible para las plantas.

Por otro lado, la caña de azúcar es cultivada en un amplio rango de condiciones topográficas y climáticas, los métodos de cosecha empleados son igual de diversos (Olvera Rincón et al., 2024). Así mismo, la agricultura contemporánea se enfrenta al reto de intensificar la producción agrícola, asegurando simultáneamente la protección del medio ambiente (Viera Arroyo et al., 2020).

En este orden, la incidencia de plagas y enfermedades puede ser minimizada por el uso de prácticas culturales, por ejemplo, la rotación de cultivos y el sistema de siembra por parcelas separadas (Villarreal Delgado et al., 2018). Igualmente, el empleo de cultivares resistentes se considera el método más efectivo para el control de enfermedades de las

Amanda Elizabeth Bonilla-Bonilla

plantas (Delgado Padrón et al., 2019).

Sin embargo, el Virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar (SCYLV) (genus Polerovirus, family Luteoviridae), fue reportado en semillas de sorgo, en caña de azúcar y ha sido encontrado en más de 35 países del mundo (Perales Rosas et al., 2018). Igualmente, cultivar ocasiona pérdidas por su susceptibilidad al ataque de plagas y de enfermedades, sumado a ciclos vegetativos largos, que afectan su competitividad (Barona Rodríguez et al., 2020). Los meses de plantación tienen una influencia muy similar en la manifestación de los síntomas de roya parda y de roya naranja (Aday-Díaz et al., 2021).

En tal sentido, la implementación de *Bacillus* como agente de biocontrol en el cultivo de caña de azúcar en Ecuador presenta una alternativa ecológica y efectiva frente a los métodos convencionales basados en químicos. Además de su capacidad para reducir la incidencia de enfermedades, *Bacillus* contribuye a la mejora de la salud del suelo, promoviendo un ambiente más favorable para el crecimiento de las plantas.

Se plantea para el presente estudio como objetivo general describir el *Bacillus* un potencial agente de biocontrol de enfermedades en el cultivo de caña de azúcar.

MÉTODO

El método utilizado se basa en el paradigma positivista desde la perspectiva cuantitativa, se apoya en una metodología descriptiva con diseño documental-bibliográfico no experimental. Se desarrolla de acuerdo con un diseño de investigación documental, que es aquel en el que se manifiesta un análisis de distintos fenómenos de la realidad obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales (Brito, 2015). Se procede a la revisión documental de revistas científicas, vinculados al tema investigativo, lo que constituyó la población de estudio, empleándose el método deductivo por parte del investigador(a), así como la técnica de análisis de contenido para escudriñar los documentos (Hernández et al., 2014), los contenidos e ideas más relevantes con el

Amanda Elizabeth Bonilla-Bonilla

objeto de elaborar un argumento teórico.



Figura 1. El método.
Elaboración: La autora.

RESULTADOS

A continuación, los resultados obtenidos luego del desarrollo del método plateado.

El *Bacillus* es un género de bacterias grampositivas que se caracterizan por ser aerobias o facultativamente anaerobias, es decir, pueden crecer en presencia o ausencia de oxígeno. Estas bacterias tienen forma de bastón (de ahí su nombre, que en latín significa "bastón") y son ampliamente distribuidas en el medio ambiente, incluyendo suelos, agua y ambientes intestinales de animales.

Amanda Elizabeth Bonilla-Bonilla



Figura 2. Funciones del Bacillus.

Fuente: Adaptado de Pedraza et al. (2020).

En la tabla 1, se destacan algunas de las características de gran valor que posee el Bacillus en el cultivo.

La implementación del Bacillus como parte del Manejo Integrado de Plagas (MIP) en la Amazonia presenta varios desafíos y consideraciones específicas debido a las condiciones ambientales únicas y la biodiversidad de esta región. La Amazonia tiene un clima tropical con altas temperaturas y humedad, lo que puede afectar la viabilidad y eficacia de las aplicaciones de Bacillus, las lluvias frecuentes y abundantes pueden lavar el Bacillus del suelo y las plantas, reduciendo su efectividad.

Amanda Elizabeth Bonilla-Bonilla

Tabla 1.
Características.

Autor(es)	Investigación	Aporte
Mejía-Bautista et al. (2022)	Bacillus spp. en el crecimiento y rendimiento de Capsicum chinense Jacq.	Las bacterias promotoras de crecimiento vegetal, por sus diversos mecanismos de acción, pueden ayudar en la nutrición vegetal, mejorando características fisiológicas en el cultivo e incrementando el rendimiento de estos, reduciendo con ello, el impacto por el uso excesivo de fertilizantes. (p.116).
Pérez-Hernández et al. (2020)	Aislamiento de cepas de Bacillus spp. a partir del bioproducto IHPLUS ® con potencialidades para el desarrollo agropecuario e industrial.	El Bacillus, debido a su fácil crecimiento en medios de cultivos, la capacidad de producir endosporas resistentes a diversas condiciones desfavorables, lo cual facilita la obtención de bioproductos con formulaciones estables.(p.57).
Corrales-Ramírez et al. (2017)	Bacillus spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos.	La capacidad fijadora de nitrógeno y solubilizadora de fosfato de Bacillus spp., que ha despertado el interés de investigadores por conocer sobre los procesos metabólicos por medio de los cuales es tos microorganismos brindan sus beneficios a la agricultura y al ambiente. La capacidad de estos microorganismos para producir compuestos orgánico.(p.46).

Elaboración: La autora.

En tal sentido, los agricultores locales pueden no estar familiarizados con el uso de Bacillus como agente de control biológico, lo que requiere programas de capacitación y extensión agrícola. Aunque los beneficios a largo plazo pueden ser significativos, el costo

Amanda Elizabeth Bonilla-Bonilla

inicial de implementación puede ser una barrera para los agricultores de pequeños y medianos tamaños.

El *Bacillus* es fundamental para la degradación de materia orgánica y la mineralización de nutrientes en el suelo, así como en el ciclo del nitrógeno. Se utiliza en la producción de enzimas industriales y en la biorremediación para limpiar contaminantes. También se emplea como probiótico en suplementos y piensos animales. *Bacillus thuringiensis* es conocido como bioinsecticida en la agricultura, siendo letal para ciertos insectos, pero seguro para humanos y otros animales. Algunas especies de *Bacillus* fijan nitrógeno atmosférico y solubilizan fósforo insoluble, facilitando la absorción de nutrientes por las plantas y reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos. Producen fitohormonas que promueven el crecimiento de raíces y compuestos antimicrobianos que inhiben patógenos del suelo. *Bacillus* también mejora la resistencia de la caña de azúcar a enfermedades y plagas, mejora la estructura y biomasa de las raíces, y contribuye a un mayor crecimiento y calidad de los cultivos. Además, su uso fomenta prácticas agrícolas sostenibles y mejora la salud del suelo.

CONCLUSIONES

El uso de *Bacillus* en el manejo integrado de plagas en el cultivo de caña de azúcar en la Amazonia presenta una oportunidad significativa para avanzar hacia una agricultura más sostenible y eficiente. Las perspectivas futuras son prometedoras con un enfoque en la investigación, la educación, y la colaboración. Con el apoyo adecuado, *Bacillus* puede convertirse en una herramienta clave para mejorar la productividad agrícola y la salud del ecosistema en esta región vital.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

Amanda Elizabeth Bonilla-Bonilla

AGRADECIMIENTO

A todos los actores sociales involucrados en el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Aday Díaz, O., Montalván Delgado, J., Delgado Padrón, J., Puchades Izaguirre, Y., y Rodríguez Lema, E. (2021). Progreso de las enfermedades roya parda y roya naranja de la caña de azúcar en Cuba. [Progress of brown rust and orange rust diseases of sugarcane in Cuba]. *Centro Agrícola*, 48(3), 60-70. <https://n9.cl/7073m>
- Barona-Rodríguez, A., Insuasty-Burbano, O., Viveros-Valens, C., Ángel-Sánchez, J., y Ramírez-Durán, J. (2020). Evaluación de cultivares de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) para producción de panela en el departamento de Boyacá, Colombia. [Evaluation of sugarcane (*Saccharum* spp.) cultivars for panela production in the department of Boyacá, Colombia]. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 23(2), e1298. <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1298>
- Brito, A. (2015). Guía para la elaboración, corrección y asesoramiento de trabajos de investigación. [Guide for the preparation, proofreading and assessment of research papers] San Tomé: Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Bolivariana. <https://n9.cl/pifpz>
- Corrales Ramírez, L., Caycedo Lozano, L., Gómez Méndez, M., Ramos Rojas, S., y Rodríguez Torres, J. (2017). *Bacillus* spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos. [Bacillus spp: an alternative for plant promotion by two enzymatic pathways]. *Nova*, 15(27), 46-65. <https://n9.cl/fnjok>
- Delgado Padrón, J., Casero Rodríguez, T., Rodríguez Martínez, A., Pardo Mora, L., Alfonso Terry, I., y Ferrer Reyes, M. (2019). Reacción de cultivares de caña de azúcar ante *Puccinia kuehnii* durante siete años en Mayabeque. [Reaction of sugarcane cultivars to *Puccinia kuehnii* over seven years in Mayabeque]. *Revista de Protección Vegetal*, 34(3). <https://n9.cl/xfjk57>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación. [Research Methodology]. (6ta. Ed.). México DF: McGraw-Hill. <https://n9.cl/0j5h>
- Mejía Bautista, M., Cristóbal Alejo, J., Pacheco Aguilar, J., y Reyes Ramírez, A. (2022). *Bacillus* spp. en el crecimiento y rendimiento de *Capsicum chinense* Jacq. [Bacillus spp. on growth and yield of *Capsicum chinense* Jacq]. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(1), 115-126. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i1.2664>

Amanda Elizabeth Bonilla-Bonilla

- Olvera Rincón, F., Salgado Velázquez, S., Córdova-Sánchez, S., Palma López, D., López Castañeda, A., y Castañeda Ceja, R. (2024). Defoliación del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la Chontalpa, Tabasco, México. [Defoliation of sugarcane (*Saccharum officinarum*) in the Chontalpa, Tabasco, Mexico]. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1), 53608. <https://dx.doi.org/10.15517/am.2024.53608>
- Pedraza, L., López, C., y Uribe-Vélez, D. (2020). Mecanismos de acción de *Bacillus* spp. (Bacillaceae) contra microorganismos fitopatógenos durante su interacción con plantas. [mechanisms of action of *Bacillus* spp. (Bacillaceae) against phytopathogenic micro-organisms during interaction with plants]. *Acta Biológica Colombiana*, 25(1), 112-125. <https://doi.org/10.15446/abc.v25n1.75045>
- Perales Rosas, D., Hernández Pérez, R., Guillén Sánchez, D., López Martínez, V., Alia Tejacal, I., Andrade Rodríguez, M., Juárez López, P., y Perdomo Roldán, F. (2018). Detección del virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar y virus mosaico de la caña de azúcar en sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en el Estado de Morelos, México. [Detection of sugarcane yellow leaf virus and sugarcane mosaic virus in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in the State of Morelos, Mexico]. *Scientia Agropecuaria*, 9(3), 423-427. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.14>
- Pérez Hernández, Y., Díaz Solares, M., Rondón Castillo, A., Fuentes Alfonso, L., González Sierra, L., y Guzmán Cedeño, Á. (2020). Aislamiento de cepas de *Bacillus* spp. a partir del bioproducto IHPLUS® con potencialidades para el desarrollo agropecuario e industrial. [Isolation of *Bacillus* spp. strains from the bioproduct IHPLUS® with potential for agricultural and industrial development]. *Pastos y Forrajes*, 43(1), 56-65. <https://n9.cl/ma9xd>
- Viera Arroyo, W., Tello Torres, C., Martínez Salinas, A., Navia Santillán, D., Medina Rivera, L., Delgado Párraga, A., Perdomo Quispe, C., Pincay Verdezoto, A., Báez Cevallos, F., Vásquez Castillo, W., y Jackson, T. (2020). Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. [Biological Control: A tool for sustainable agriculture, a view of its benefits in Ecuador]. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 128-149. <https://n9.cl/q38b4>
- Villarreal Delgado, M., Villa Rodríguez, E., Cira Chávez, L., Estrada Alvarado, M., Parr - Cota, F., y Santos Villalobos, S. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. [The genus *Bacillus* as

CIENCIAMATRIA

Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología

Año X. Vol. X. N°2. Edición Especial II. 2024

Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721

ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X

Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía. (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela

Amanda Elizabeth Bonilla-Bonilla

a biological control agent and its implications for agricultural biosafety]. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(1), 95-130. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5>

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)