



## Búsqueda de nuevos compuestos antimicrobianos a partir de bacterias benéficas de tipo PGPB

Verónica Quintero-Hernández<sup>1,2\*</sup> , Jesús Muñoz-Rojas<sup>2\*\*</sup> 

<sup>1</sup>Cátedra CONACYT. <sup>2</sup>Grupo “Ecology and Survival of Microorganisms”, Laboratorio de Ecología Molecular Microbiana, Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

Email autores para correspondencia: \*[vquinterohe@conacyt.mx](mailto:vquinterohe@conacyt.mx); \*\*[joymerre@yahoo.com.mx](mailto:joymerre@yahoo.com.mx)

### RESUMEN

Ante la inminente aparición de microorganismos patógenos multirresistentes es importante contar con nuevas sustancias antimicrobianas que puedan hacer frente a posibles escenarios de pandemia. Las bacterias promotoras del crecimiento de plantas son una fuente importante de compuestos antimicrobianos que pueden ser explorados para su posible aplicación.

**Palabras clave:** patógenos multirresistentes; antimicrobianos; pandemia; PGPB; cambio climático.

### ABSTRACT

Given the imminent appearance of multiresistant pathogenic microorganisms, it is important to have new antimicrobial substances that can deal with possible pandemic scenarios. Plant growth promoting bacteria are an important source of antimicrobial compounds that can be explored for possible application.

**Keywords:** multiresistant pathogens; antimicrobials; pandemic; PGPB; climate change.

### MINI-REVISIÓN EDITORIAL

La contaminación producida por el humano ha desencadenado graves problemas al ambiente [1,2]. En particular, la revolución verde ha traído graves consecuencias a la salud humana y al ambiente [3]. Por ejemplo, la fertilización

nitrogenada contamina las fuentes acuáticas provocando: eutrofización, la sobre producción de compuestos NO<sub>x</sub>, el incremento de la lluvia ácida y el debilitamiento de la capa de ozono [4]; lo que a su vez contribuye con el cambio climático [5]. En la actualidad, estamos

viviendo las consecuencias del cambio climático [5,6], observando lluvias torrenciales y sequías extremas. En particular los polos se están derritiendo [7] y se especula la posibilidad de que se liberen microorganismos patógenos (por ejemplo, bacterias y virus) [8]. Este tipo de microorganismos podrían causar nuevas pandemias que afectarían gravemente a la humanidad. Por otro lado, debido al mal uso de los antibióticos, se están seleccionando bacterias multirresistentes que también podrían desencadenar nuevas pandemias [9]. Por ejemplo, hace unas pocas semanas se observó el surgimiento de una misteriosa neumonía bilateral en Tucuman Argentina (<https://www.youtube.com/watch?v=EsrLIIP1LTk>), que causó varias muertes en poco tiempo. Aparentemente se trata de un brote de *Legionella* sp., bacteria a la cual la población no está adaptada (<https://cnnespanol.cnn.com/2022/09/04/identifican-a-la-legionella-como-la-causa-de-las-neumonias-en-tucuman-argentina-trax/>). Por estas razones, es urgente realizar la búsqueda de nuevos antimicrobianos para contender en estos escenarios adversos.

Las bacterias promotoras del crecimiento de plantas (PGPB por sus siglas en inglés) han sido consideradas como benéficas para el correcto desarrollo de los cultivos agrícolas [10,11]. Muchas de ellas son capaces de antagonizar a fitopatógenos como parte de sus mecanismos benéficos [12–14]. Algunos ejemplos de bacterias de tipo PGPB capaces de antagonizar fitopatógenos son: *Gluconacetobacter diazotrophicus* [15], *Pseudomonas putida* [16],

*Azospirillum brasilense* [17], *Burkholderia tropica* [18], *Pseudomonas protegens* [19], *Bacillus subtilis* [20], entre otras.

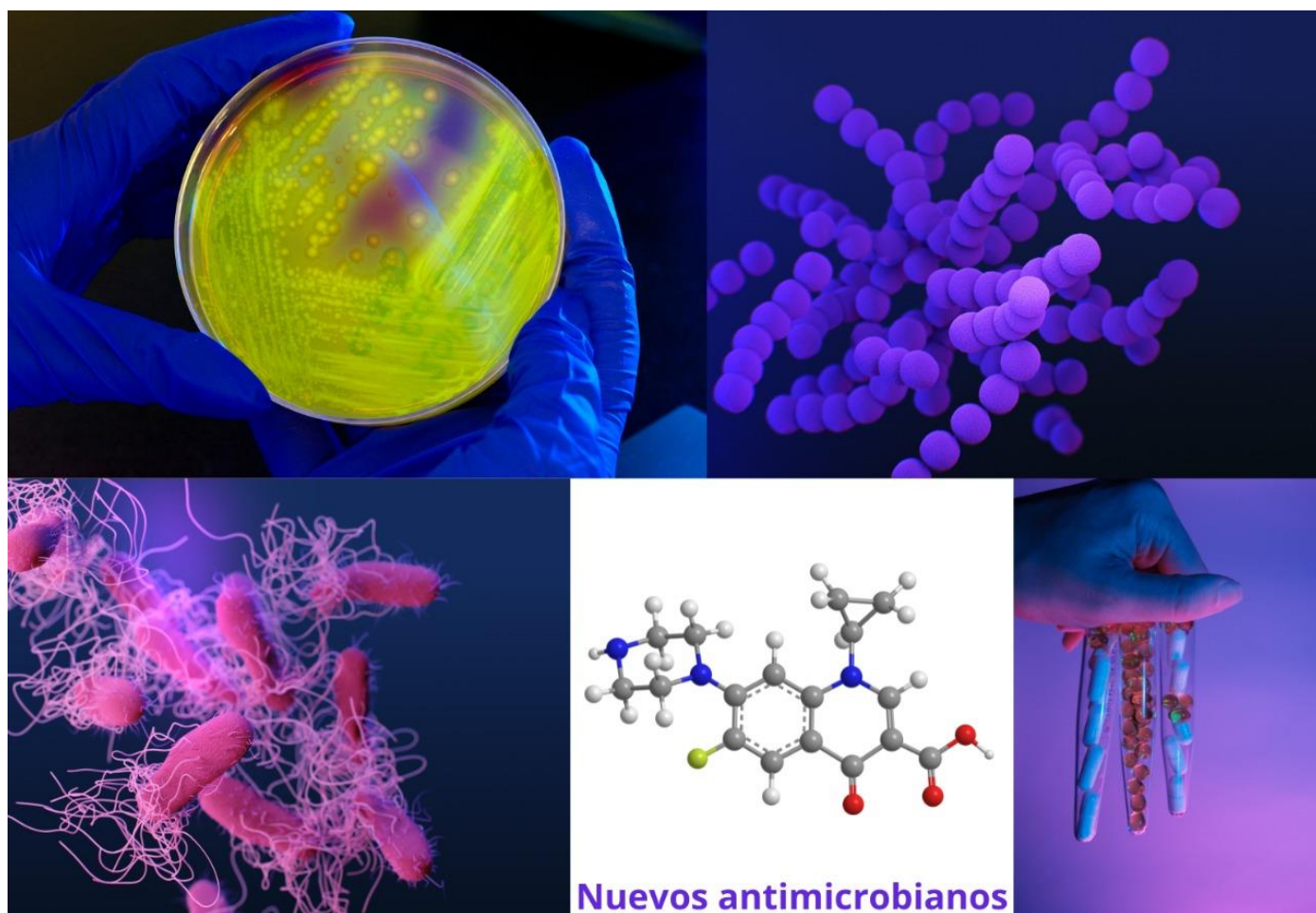
En años recientes se ha considerado usar a las bacterias de tipo PGPB como fuente de antimicrobianos contra microorganismos patógenos de humanos [21]; debido a que estas bacterias también podrían tener el potencial para inhibir el crecimiento de este tipo de microorganismos. *Pseudomonas protegens* es capaz de inhibir el crecimiento de patógenos clínicos multidrogo-resistentes de los géneros *Klebsiella* y *Streptococcus* [21].

Las sustancias de tipo antimicrobiano producidas por bacterias son muy diversas y varios trabajos las han abordado e incluso clasificado [12,22]; éstas incluyen moléculas de tipo bacteriocina, sideróforos, antibióticos de amplio espectro, ácidos orgánicos, compuestos volátiles, péptidos antimicrobianos, entre otras.

Se ha hipotetizado que todas las bacterias son capaces de producir al menos una sustancia de tipo bacteriocina [14,22], y si aún no conocemos todas es porque aún no se ha explorado lo suficiente a este tipo de moléculas. Haciendo extrapolación de esta hipótesis, es concebible que todas las bacterias sean capaces de producir al menos una sustancia antimicrobiana, lo cual resulta muy interesante porque la diversidad bacteriana es enorme [23–25], por lo que los distintos nichos bacterianos podrían considerarse una fuente inagotable de compuestos antimicrobianos para ser identificados y estudiados. De esta misma forma, las bacterias PGPB, hasta la fecha

aisladas, con capacidad de producir sustancias inhibitorias contra fitopatógenos, también podrían ser candidatas para producir moléculas antimicrobianas contra patógenos de humanos (Figura 1). Es por esto que proponemos iniciar estudios inmediatos que exploren en primer término las bacterias que son capaces de inhibir el crecimiento de patógenos humanos y en segundo término la purificación y caracterización de dichas moléculas inhibitorias.

La generación de conocimiento es de gran relevancia para acortar el camino hacia posibles aplicaciones, en ocasiones urgentes, como el caso de la exploración de nuevos antimicrobianos. Alianzas y Tendencias BUAP tiene el compromiso de publicar manuscritos que aporten conocimiento a la población para contribuir con el aceleramiento del uso de nuevas tecnologías y la generación de conocimiento novedoso.



**Figura 1.** Imagen que hipotetiza una placa con un aislamiento que contiene bacterias benéficas con capacidad de producir antimicrobianos contra patógenos. Imagen generada en Canva (<https://www.canva.com>).

En el número 7(27) de Alianzas y Tendencias BUAP se han publicado: un manuscrito de revisión respecto a la contaminación de los metales pesados y cómo las bacterias del género *Bacillus* podrían contender con esta contaminación [26], un manuscrito original sobre las capacidades solubilizadoras de fosfatos de hongos aislados de cafetales como posibles candidatos para la formulación de nuevos inoculantes [27], un artículo de revisión sobre el conocimiento relacionado para hacer formulaciones en polvo estables en especial de *Pseudomonas putida* KT2440 [28] y un manuscrito de revisión sobre cómo lograr un análisis eficaz *in silico* para el modelamiento de proteínas [29]. El conocimiento que se comparte desde este número servirá de base para futuras investigaciones y para generar inquietudes que sean resueltas por futuros investigadores.

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la VIEP-BUAP por el apoyo para realizare nuestras investigaciones y al CONACYT por el apoyo del S.N.I (Sistema Nacional de Investigadores) que nos permite continuar con nuestros proyectos.

### REFERENCIAS

[1]. Xu X, Nie S, Ding H, Hou FF. Environmental pollution and kidney diseases. *Nat Rev Nephrol* [Internet]. 2018;14(5):313–

24. Available from:  
<https://doi.org/10.1038/nrneph.2018.11>

[2]. Choudri BS, Charabi Y, Ahmed M. Pesticides and Herbicides. *Water Environ Res* [Internet]. 2018 Oct 1;90(10):1663–78. Available from:  
<https://doi.org/10.2175/106143018X15289915807362>

[3]. Pazos-Rojas LA, Marín-Cevada V, Elizabeth Y, García M, Baez A, *et al.* Uso de microorganismos benéficos para reducir los daños causados por la revolución verde. *Rev Iberoam Ciencias*. 2016;3(7):72–85.

[4]. Carbajal-Armenta A, Alonso Torres E, Morales-García YE, Muñoz-Rojas J. Compartiendo conocimiento a los agricultores del estado de Puebla respecto al impacto ambiental derivado del uso de agroquímicos. In: Luna-Méndez N, Castañeda-Antonio MD, Morales-García YE, Muñoz-Rojas J, editors. *Inoculación y uso de extractos naturales Una alternativa agroecológica para la prevención de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz en Puebla* [Internet]. 1st ed. Puebla, México: CONCYTEP; 2022. p. 33–50. Available from:  
<https://sites.google.com/viep.com.mx/bookiuen/capítulo-iii>

[5]. Crutzen PJ, Oppenheimer M. Learning about ozone depletion. *Clim Change* [Internet]. 2008;89(1):143–54. Available from:  
<https://doi.org/10.1007/s10584-008-9400-6>

[6]. Batisani N, Yarnal B. Rainfall variability and trends in semi-arid Botswana: Implications for climate change adaptation policy. *Appl Geogr* [Internet]. 2010;30(4):483–9. Available

from:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622809000733>

[7]. Rayfuse R. Chapter 20: Climate change and the Poles. In: Scott KN, VanderZwaag DL, editors. Research Handbook on Polar Law [Internet]. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing; 2020. p. 413–33. Available from:

<https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9781788119580/9781788119580.00027.xml>

[8]. Boetius A, Anesio AM, Deming JW, Mikucki JA, Rapp JZ. Microbial ecology of the cryosphere: sea ice and glacial habitats. Nat Rev Microbiol [Internet]. 2015;13(11):677–90.

Available from:

<https://doi.org/10.1038/nrmicro3522>

[9]. Quintero-Hernández V. La próxima pandemia: Bacterias multirresistentes a antibióticos. Alianzas y Tendencias BUAP [Internet]. 2021;6(21):i–vii. Available from:

[https://drive.google.com/file/d/1nSjMDFztaM7GpS9d\\_OAnXU\\_O-4Wpc-FZ/view](https://drive.google.com/file/d/1nSjMDFztaM7GpS9d_OAnXU_O-4Wpc-FZ/view)

[10]. Ambrosini A, Passaglia LMP. Plant Growth–Promoting Bacteria (PGPB): Isolation and Screening of PGP Activities. Curr Protoc Plant Biol [Internet]. 2017 Sep 1;2(3):190–209.

Available from:

<https://doi.org/10.1002/pb.20054>

[11]. Molina-Romero D, Morales-García YE, Bustillos-Cristales MR, Rodríguez-Andrade O, Santiago-Saenz Y, Muñoz-Rojas J, *et al.* Mecanismos de fitoestimulación por rizobacterias, aislamientos en América y potencial biotecnológico. Biológicas Rev la DES Ciencias Biológico Agropecuaria

UMSNH. 2015;17 (2)(February 2016):24–34.

[12]. Cesa-Luna C, Baez A, Quintero-Hernández V, De la Cruz-Enríquez J, Castañeda-Antonio MD, Muñoz-Rojas J. The importance of antimicrobial compounds produced by beneficial bacteria on the biocontrol of phytopathogens. Acta Biológica Colomb. 2020;25(1):140–54.

[13]. Stéphane C, Brion D, Jerzy N, Christophe C, Ait BE. Use of Plant Growth-Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: Principles, Mechanisms of Action, and Future Prospects. Appl Environ Microbiol [Internet]. 2005 Sep 1;71(9):4951–9. Available from:

<https://doi.org/10.1128/AEM.71.9.4951-4959.2005>

[14]. Mitchell M, Thornton L, Riley MA. Identifying more targeted antimicrobials active against selected bacterial phytopathogens. J Appl Microbiol [Internet]. 2022 Jun 1;132(6):4388–99. Available from:

<https://doi.org/10.1111/jam.15531>

[15]. Blanco Y, Blanch M, Piñón D, Legaz M, Vicente C. Antagonism of *Gluconacetobacter diazotrophicus* (a sugarcane endosymbiont) against *Xanthomonas albilineans* (pathogen) studied in alginate-immobilized sugarcane stalk tissues. J Biosci Bioeng [Internet]. 2005;99(4):366–71. Available from:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389172305703807>

[16]. Pastor N, Masciarelli O, Fischer S, Luna V, Rovera M. Potential of *Pseudomonas putida* PCI2 for the Protection of Tomato Plants Against Fungal Pathogens. Curr Microbiol

v

- [Internet]. 2016;73(3):346–53. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00284-016-1068-y>
- [17]. Tortora ML, Díaz-Ricci JC, Pedraza RO. *Azospirillum brasilense* siderophores with antifungal activity against *Colletotrichum acutatum*. Arch Microbiol [Internet]. 2011;193(4):275–86. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00203-010-0672-7>
- [18]. Tenorio-Salgado S, Tinoco R, Vazquez-Duhalt R, Caballero-Mellado J, Perez-Rueda E. Identification of volatile compounds produced by the bacterium *Burkholderia tropica* that inhibit the growth of fungal pathogens. Bioengineered [Internet]. 2013 Jul 1;4(4):236–43. Available from: <https://doi.org/10.4161/bioe.23808>
- [19]. Zhang QX, Kong XW, Li SY, Chen XJ, Chen XJ. Antibiotics of *Pseudomonas protegens* FD6 are essential for biocontrol activity. Australas Plant Pathol [Internet]. 2020;49(3):307–17. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13313-020-00696-7>
- [20]. Ashwini N, Srividya S. Potentiality of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent for management of anthracnose disease of chilli caused by *Colletotrichum gloeosporioides* OGC1. 3 Biotech [Internet]. 2014;4(2):127–36. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13205-013-0134-4>
- [21]. Cesa-Luna C, Baez A, Aguayo-Acosta A, Llano-Villarreal RC, Juárez-González VR, Gaytán P, et al. Growth inhibition of pathogenic microorganisms by *Pseudomonas protegens* EMM-1 and partial characterization of inhibitory substances. PLoS One [Internet]. 2020 Oct 15;15(10):e0240545. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240545>
- [22]. Riley MA, Wertz JE. Bacteriocins: Evolution, Ecology, and Application. Annu Rev Microbiol [Internet]. 2002 Oct 1;56(1):117–37. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.56.0123.02.161024>
- [23]. Zhang L, Xu Z. Assessing bacterial diversity in soil. J Soils Sediments [Internet]. 2008;8(6):379–88. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11368-008-0043-z>
- [24]. Salvador L, Rubén L-M, Petr B. Forest Soil Bacteria: Diversity, Involvement in Ecosystem Processes, and Response to Global Change. Microbiol Mol Biol Rev [Internet]. 2017 Apr 12;81(2):e00063-16. Available from: <https://doi.org/10.1128/MMBR.00063-16>
- [25]. Mokrani S, El-Hafid N. Rhizospheric Microbiome: Biodiversity, Current Advancement and Potential Biotechnological Applications BT - Advances in Plant Microbiome and Sustainable Agriculture: Diversity and Biotechnological Applications. In: Yadav AN, Rastegari AA, Yadav N, Kour D, editors. Singapore: Springer Singapore; 2020. p. 39–60. Available from: [https://doi.org/10.1007/978-981-15-3208-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-15-3208-5_2)
- [26]. Hernández-Caricio C, Ramírez V, Martínez J, Quintero-Hernández V, Baez A, Munive J-A, et al. Los metales pesados en la historia de la humanidad, los efectos de la contaminación por metales pesados y los procesos biotecnológicos para su eliminación: el caso de *Bacillus* como bioherramienta para la

recuperación de suelos. Alianzas y Tendencias BUAP [Internet]. 2022;7(27):1–68. Available from: <https://www.aytbuap.mx/aytbuap-727/los-metales-pesados-en-la-historia-de-la-humanidad>

[27]. Arias Mota RM, Juárez González A, Heredia Abarca G, De la Cruz-Elizondo Y. Capacidad fosfato solubilizadora de hongos rizosféricos provenientes de cafetales de Jilotepec, Veracruz. Alianzas y Tendencias BUAP [Internet]. 2022;7(27):69–86. Available from: <https://www.aytbuap.mx/aytbuap-727/capacidad-fosfato-solubilizadora-de-hongos-rizosféricos>

[28]. Alonso Torres E, Panecatí Bernal Y, Alvarado-Pulido JJ, Fuentes-Ramírez LE, Martínez-Morales J, Muñoz-Rojas J, et al. Rumbo a la generación de inoculantes en polvo

a base de *Pseudomonas putida* KT2440. Alianzas y Tendencias BUAP [Internet]. 2022;7(27):87–116. Available from: <https://www.aytbuap.mx/aytbuap-727/rumbo-a-la-generación-de-inoculantes-en-polvo-a-base-de-pseudomonas-putida>

[29]. Arreola-Barroso R, Quintero-Hernández V, Muñoz-Rojas J, Gaytán P, Rivera-Urbalejo A, Rosete-Enríquez M, et al. SWISS-MODEL es un generador de modelos estructurales de proteínas cuyas estructuras aún no están depositadas en el PDB. Alianzas y Tendencias BUAP [Internet]. 2022;7(27):117–30. Available from: <https://www.aytbuap.mx/aytbuap-727/swiss-model-es-un-generador-de-modelos-estructurales-de-proteínas>