



# Bacterias Campesinas: Aliadas Naturales de la Agricultura Para Proteger

José Eduardo Vara-Pastrana<sup>1</sup>  
José Luis Rivera-Corona<sup>1</sup>  
Sergio de los Santos- Villalobos<sup>2</sup>  
Brenda Román-Ponce<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Boulevard Cuauhnáhuac 556, Lomas del Texcal, Jiutepec, Morelos, 62550, México.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 sur, 85000 Ciudad Obregón, México.

\*Autor para correspondencia: Brenda Román-Ponce; E-mail: broman@upemor.edu.mx

**El arte de cultivar la tierra ha sido clave para el desarrollo de la humanidad. Los microorganismos desempeñan un papel clave en la conservación de los ecosistemas y el desarrollo de una agricultura sostenible. Estas bacterias mejoran la fertilidad del suelo, facilitando la absorción de nutrientes por las plantas. Además, contribuyen al control natural de plagas y enfermedades, disminuyendo la necesidad de productos químicos. También ayudan en la restauración de suelos degradados y fomentan la biodiversidad al crear un ambiente más equilibrado. Su presencia es fundamental para mantener la salud del suelo y garantizar una producción agrícola más eficiente y ecológica. De esta manera las bacterias campesinas son una solución natural para lograr una agricultura fuerte y en armonía con la naturaleza.**

## Introducción

La agricultura, conocida como "el arte de cultivar la tierra", ha sido clave para el desarrollo de la humanidad. A lo largo de la historia, la agricultura ha permitido el crecimiento de las civilizaciones al garantizar el suministro de alimentos, fibras y materias primas necesarias para la vida. Además de proveer recursos esenciales, esta actividad ha moldeado culturas, tradiciones y economías en distintas regiones del mundo. Sin embargo, en la actualidad, la agricultura enfrenta diversos desafíos. Por ejemplo, la creciente demanda de alimentos debido al aumento de la población mundial, el cambio climático, la degradación de los suelos y la pérdida de biodiversidad.



**La transición hacia una agricultura más ecológica es crucial para mitigar los impactos ambientales y garantizar la seguridad alimentaria**



A esto se suma el uso intensivo de agroquímicos, que ha generado impactos negativos en los ecosistemas y en la salud humana. Por otra parte, la sobreexplotación de los recursos naturales y la contaminación de cuerpos de agua también agravan estos problemas, poniendo en riesgo la sostenibilidad agrícola.

Frente a estos desafíos, es urgente desarrollar alternativas sostenibles que permitan producir alimentos de manera eficiente y cuidar el medio ambiente. La transición hacia una agricultura más ecológica es crucial para mitigar los impactos ambientales y garantizar la seguridad alimentaria, la cual se define como garantizar que todas las personas tengan siempre acceso a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para llevar una vida saludable. Una de estas soluciones proviene de la propia naturaleza: las bacterias campesinas. Estos organismos microscópicos ayudan a preservar los servicios que nos ofrece la naturaleza y fomentan una agricultura sostenible. Estas bacterias mejoran la fertilidad del suelo, facilitan la absorción de nutrientes por parte de las plantas y ayudan a controlar plagas y enfermedades de manera natural, reduciendo la dependencia de productos químicos. Además, contribuyen a la restauración de suelos degradados y promueven la biodiversidad al crear un ambiente más equilibrado.

Este artículo te invita a descubrir el papel de las bacterias campesinas en la agricultura, su papel para enfrentar los retos actuales y futuros de la producción de alimentos y relación con el cuidado del medio ambiente.

Además, su empleo beneficia a las comunidades rurales, al ofrecer métodos de cultivo más económicos y saludables. De esta manera, las bacterias campesinas son una solución natural para lograr una agricultura fuerte y en armonía con la naturaleza.

### **La importancia de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos**

Para entender cómo las bacterias campesinas contribuyen a la agricultura, primero debemos conocer que es el ecosistema, el cual es un conjunto de seres vivos, como plantas, animales y microorganismos, que interactúan entre sí y con su entorno, como el aire, el agua y el suelo. De estas interacciones surgen los servicios ecosistémicos, que son los beneficios que la naturaleza nos brinda para vivir y desarrollarnos.

**Las bacterias campesinas mejoran la fertilidad del suelo, facilitan la absorción de nutrientes por parte de las plantas y ayudan a controlar plagas y enfermedades de manera natural**





Por ejemplo, los árboles producen oxígeno y purifican el aire, los ríos nos proporcionan agua, y los suelos fértiles permiten cultivar alimentos. Además, los ecosistemas ayudan a regular el clima, controlar plagas y descomponer residuos. También nos ofrecen espacios para disfrutar,

relajarnos y conectar con la naturaleza. Sin estos servicios, la vida humana sería mucho más difícil, ya que dependemos de ellos para satisfacer nuestras necesidades básicas. Los servicios ecosistémicos se organizan en cuatro grandes categorías (Figura 1):

- a) **Servicios de provisión:** son los productos que la naturaleza nos ofrece directamente, como los alimentos que comemos, el agua que bebemos, la madera para construir o las plantas que se usan para hacer medicinas.
- b) **Servicios de regulación:** estos servicios ayudan a mantener el equilibrio del planeta. Incluyen el control natural del clima, la limpieza del aire, la regulación del agua y la protección contra plagas y enfermedades.
- c) **Servicios de soporte:** son los procesos que permiten que la vida exista y prospere. Aquí se incluyen la formación del suelo, el reciclaje de nutrientes y la fotosíntesis, el proceso mediante el cual las plantas producen oxígeno y alimento.
- d) **Servicios culturales:** la naturaleza también nos aporta bienestar emocional y espiritual. Disfrutar de un paseo por el bosque, practicar senderismo, encontrar inspiración en un paisaje o simplemente relajarse en un parque son ejemplos de cómo la naturaleza enriquece nuestras vidas.

Sin embargo, con la expansión de la agricultura industrial y el crecimiento urbano, muchos ecosistemas han sido transformados, afectando gravemente la provisión de estos servicios. La pérdida de biodiversidad y la degradación de los suelos han reducido la capacidad de los ecosistemas para sostener la producción de alimentos y mantener el equilibrio ambiental. Por eso, es esencial proteger y restaurar los ecosistemas, y reconocer el papel fundamental de organismos como las bacterias campesinas en el cuidado de la tierra y la producción sostenible de alimentos.



**Servicios ecosistemáticos**



**Figura 1.** Servicios ecosistemáticos, incluyendo **servicios de provisión** (madera, agua, alimentos, plantas medicinales), **servicios de regulación** (control del clima, polinización, control de la erosión, control de plagas), **servicios de soporte** (formación del suelo, fotosíntesis, reciclaje de nutrientes, recursos genéticos) y **servicios culturales** (diversidad cultural, inspiración para pintar un paisaje, disfrutar del senderismo).

**La agroecología como respuesta a los desafíos agrícolas**

Un ecosistema agrícola diverso es más resistente a enfermedades, plagas y cambios climáticos

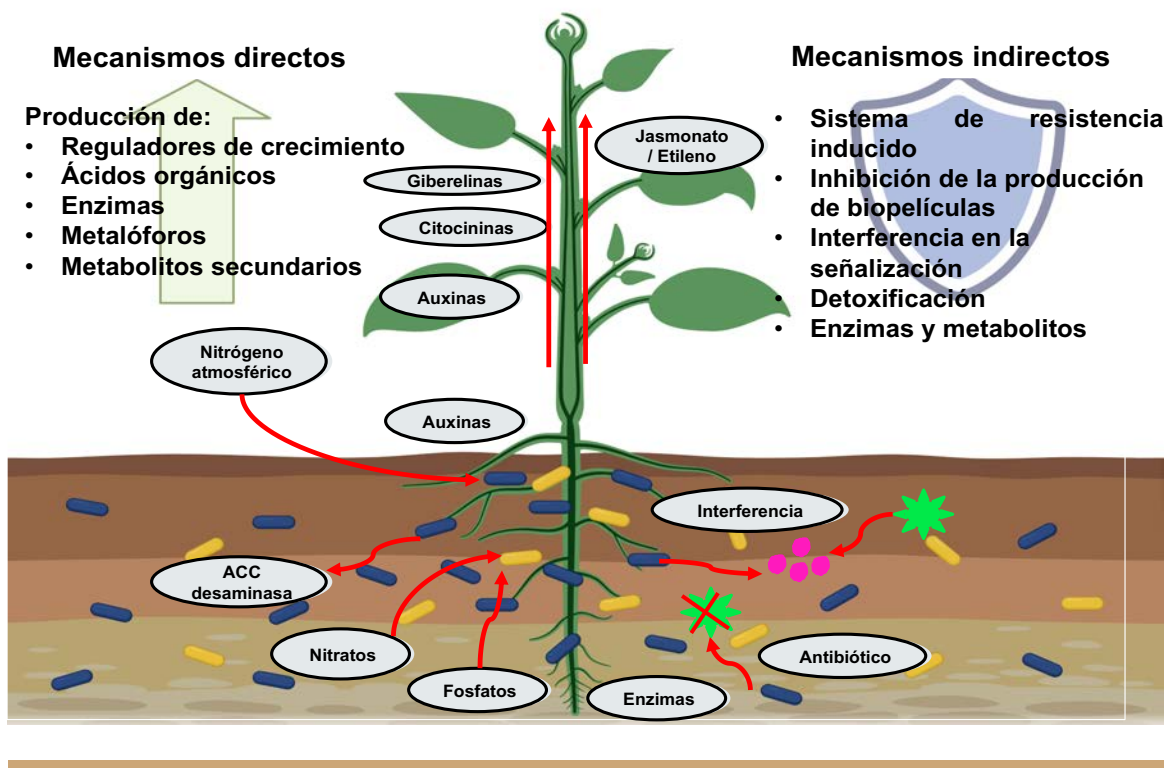
La agroecología es una forma de cultivar que imita los procesos naturales. Su objetivo es producir alimentos cuidando el medio ambiente, aprovechando los recursos naturales y reduciendo el uso de químicos. Esta busca aprovechar los procesos naturales para mejorar la fertilidad del suelo, controlar plagas de manera natural y optimizar el uso del agua. En este enfoque, la biodiversidad juega un papel central, ya que un ecosistema agrícola diverso es más resistente a enfermedades, plagas y cambios climáticos. Aunque existen un gran número de prácticas agroecológicas, una de las más importantes es el uso de biofertilizantes y bionoculantes elaborados a partir de microorganismos benéficos, como las bacterias promotoras del crecimiento en plantas (BPCP), nuestras bacterias campesinas, estas bacterias tienen la capacidad de mejorar el crecimiento de las plantas, fortalecer su sistema inmunológico y aumentar la fertilidad del suelo, reduciendo la necesidad de agroquímicos y aumentando la productividad de los cultivos agrícolas.



## Las bacterias campesinas: guardianas del suelo y las plantas

Las bacterias campesinas establecen relaciones benéficas con las plantas. La rizosfera, la zona del suelo que rodea las raíces de las plantas, alberga esta clase única de bacterias del suelo que son versátiles, diversas y fascinantes, estas bacterias pueden crecer con o sin oxígeno y pueden o no estar asociadas a los tejidos de la planta.

Estas bacterias benefician a las plantas mediante mecanismos directos, que les facilitan el acceso a los nutrientes necesarios para su desarrollo, como el fósforo, el nitrógeno o el hierro. También pueden producir fitohormonas (hormonas vegetales) y sustancias reguladoras que ayudan al desarrollo de las raíces y protegen a las plantas de microorganismos dañinos que causan enfermedades, además de algunas bacterias pueden descomponer sustancias tóxicas en el suelo, contribuyendo a la biorremediación de suelos contaminados, siendo estos tres últimos los conocidos como mecanismos indirectos.



**Figura 2.** Mecanismos directos e indirectos presentes en las bacterias campesinas (bacterias promotoras de crecimiento vegetal) tomado de Chávez-Díaz et al. 2020.



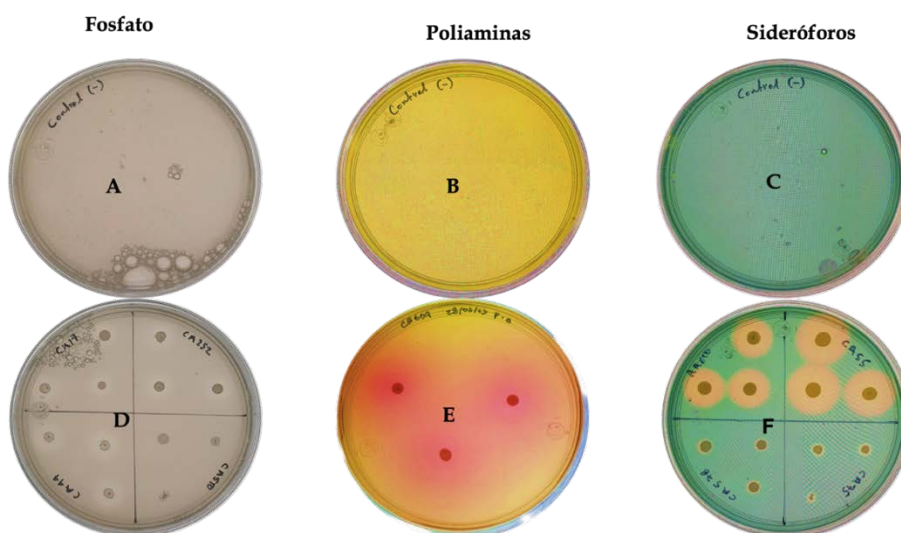
### Beneficios de las bacterias campesinas en los agroecosistemas

El uso de bacterias campesinas en la agricultura tiene múltiples beneficios que impactan positivamente tanto en la producción de alimentos como en la salud de los ecosistemas. Algunos de los beneficios más destacados son, **mejorar la fertilidad del suelo**, debido que aumenta la disponibilidad de nutrientes y mejora la estructura del suelo, incrementa su capacidad de retener agua y soportar el crecimiento de las plantas. Además, incrementan la producción agrícola, los cultivos tratados con bacterias campesinas suelen mostrar un mayor crecimiento, mayor rendimiento y mejor calidad de los productos. Favorecen la **reducción del uso de agroquímicos**, al mejorar la nutrición y la salud de las plantas de manera natural, se disminuye la necesidad de fertilizantes y pesticidas químicos, reduciendo la contaminación del suelo y el agua. Y no menos importante es que participan en la **protección de la biodiversidad**, la reducción de químicos tóxicos y la mejora del suelo favorece la biodiversidad microbiana y de otros organismos beneficiosos.

Los cultivos tratados con bacterias campesinas suelen mostrar un mayor crecimiento, mayor rendimiento y mejor calidad de los productos

### Retos y perspectivas del uso de bacterias campesinas

Aunque el potencial de las bacterias campesinas es inmenso, su implementación a gran escala enfrenta varios desafíos. Es necesario continuar investigando para identificar las cepas más efectivas y desarrollar formulaciones estables y de fácil aplicación.



**Figura 3.** A) Medio de fosfatos, control (-), B) Medio LAD, control (-), C) Medio LB-CAS-AGAR, control (-), D) Medio de fosfatos, prueba en bacterias, E) Medio LAD, prueba en bacterias, F) Medio LB-CAS-AGAR, prueba en bacterias.



Además, se requiere un marco regulatorio que garantice la seguridad y eficacia de estos productos. Otro reto importante es la capacitación de los agricultores. Es fundamental que los productores conozcan los beneficios de las bacterias campesinas y cómo integrarlas correctamente en sus prácticas agrícolas. Esto implica esfuerzos de educación, difusión y acceso a tecnologías. Sin embargo, el mercado de biofertilizantes y bioinoculantes sigue creciendo, lo que abre oportunidades para innovar y desarrollar soluciones sostenibles que respondan a los desafíos ambientales y alimentarios.

### Conclusiones

Las bacterias campesinas representan una herramienta poderosa para transformar la agricultura hacia un modelo más sostenible. Su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo, aumentar la productividad y proteger el medio ambiente las convierte en aliadas clave en la lucha por la seguridad alimentaria y la conservación de los recursos naturales. Adoptar prácticas agroecológicas y promover el uso de estas bacterias no solo beneficia a los agricultores, sino que también contribuye al bienestar de toda la sociedad y del planeta. Es necesario continuar invirtiendo en investigación, educación y políticas que faciliten su integración en los sistemas agrícolas. El futuro de la agricultura sostenible depende de soluciones innovadoras y respetuosas con el medio ambiente. Las bacterias campesinas nos muestran que la naturaleza misma nos ofrece las herramientas para cultivar un mundo más sano y equilibrado.



### Literatura recomendada

Chávez-Díaz, I. F., Zelaya Molina, L. X., Cruz Cárdenas, C. I., Rojas Anaya, E., Ruíz Ramírez, S., & Santos Villalobos, S. D. L. (2020). Consideraciones sobre el uso de biofertilizantes como alternativa agro-biotecnológica sostenible para la seguridad alimentaria en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(6), 1423-1436.

De los Santos Villalobos, S., Parra-Cota, F. I., Herrera Sepúlveda, A., Valenzuela-Aragon, B., & Estrada Mora, J. C. (2018). Colmena: colección de microorganismos edáficos y endófitos nativos, para contribuir a la seguridad alimentaria nacional. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(1), 191-202. <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v9 i1.858>

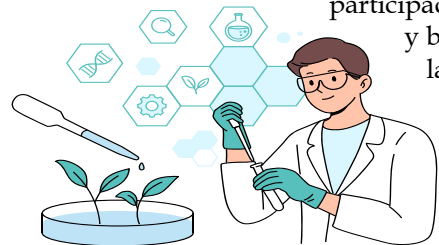
Gouda, S., Kerry, R. G., Das, G., Paramithiotis, S., Shin, H. S., & Patra, J. K. (2018). Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture. *Microbiological Research*, 206, 131-140.





## Semblanzas de autores

**M en C. José Eduardo Vara-Pastrana.** Maestro en Ciencias en Biotecnología e Ingeniero en Biotecnología, con un fuerte interés en la agricultura sostenible. Su experiencia abarca el desarrollo de tecnologías biotecnológicas para mejorar la productividad agrícola de manera ecológica. Ha participado en proyectos de innovación enfocados en el uso eficiente de recursos naturales y bioproductos. Su objetivo es contribuir al desarrollo de soluciones sostenibles para la seguridad alimentaria global.



**Dr. José Luis Rivera Corona.** Doctor en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos. Maestro en Ciencias Bioquímicas y Químico Industrial. Tutor o director de más de 40 tesis y tesinas de las carreras de IBT e ITA en la UPEMOR. Miembro del cuerpo académico "Biotecnología Aplicada". Sus áreas de interés son el desarrollo de materiales biodegradables a partir de mezclas de polímeros naturales o producidos por fermentación bacteriana. Tiene experiencia en el análisis de biomateriales y la reología de sus soluciones.

**Dr. Sergio de los Santos Villalobos.** Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Sonora. SNII nivel 3. Su equipo transdisciplinario se enfoca en la bioprospección, innovación y validación de inoculantes microbianos. Coordinador Nacional del Grupo de Técnicos y Científicos para la actualización de la NOM-077-FITO-2000, sobre bioinsumos de nutrición vegetal. Miembro del panel de expertos del Organismo Internacional de Energía Atómica, sobre fertilidad en los agroecosistemas. Asesor científico de empresas agro-biotecnológicas. Ha publicado más de 150 artículos indizados, 30 capítulos de libro, 6 libros editados

**Dra. Brenda Román Ponce.** Profesora de Tiempo Completo de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos. SNII nivel 1. Desarrolla proyectos relacionados con la descripción taxonómica de nuevas especies bacterianas con potencial biotecnológico mediante el análisis de genomas completos y bacterias endófitas asociadas a diversos cultivos en el Estado de Morelos con potencial aplicación en la producción de biofertilizantes o bioestimulantes con la finalidad de migrar a prácticas agrícolas sustentables y recuperar la soberanía alimentaria nacional. Presidenta de la Sociedad Mexicana de Taxonomía Microbiana.

