

Bacillus licheniformis* y *B. paralicheniformis*:** ***Dos bacterias hermanas que no solo benefician tu cultivo

Por Domenico Pavone

En microbiología, *Bacillus* spp se destaca por su ubiquidad y sus diversas aplicaciones. Dentro de este género, dos especies, *Bacillus licheniformis* y su pariente cercano *Bacillus paralicheniformis*, captan una atención particular debido a sus múltiples roles, tanto beneficiosos como potencialmente perjudiciales, especialmente en la industria láctea y la agricultura. En este artículo exploraremos qué son estas bacterias, sus funciones, su impacto en la agricultura, sus aplicaciones biotecnológicas y cómo se manejan para su uso.

¿Qué son *Bacillus licheniformis* y *Bacillus paralicheniformis*?

Ambas bacterias pertenecen al género *Bacillus*, que se caracteriza por ser **Gram-positivas y tener la capacidad de formar endosporas**. Estas endosporas son extremadamente **resistentes a diversas condiciones ambientales**, incluyendo pH bajo, altas temperaturas, presión y desinfectantes.

***Bacillus licheniformis*:** Es una de las principales bacterias formadoras de esporas y se encuentra comúnmente en la naturaleza. Es un **contaminante prevalente en la cadena de procesamiento de lácteos**, desde la leche cruda hasta los productos finales como la fórmula infantil en polvo, la leche desnatada en polvo, la leche UHT y el queso. Su capacidad para formar [biofilms \(biopelículas\)](#), junto con la termoresistencia de sus esporas, dificulta su eliminación con

procedimientos de limpieza y desinfección tradicionales.

Bacillus paralicheniformis*:** Esta especie fue **clasificada como una nueva especie en 2015**, aunque anteriormente a menudo se identificaba como *Bacillus licheniformis* debido a su estrecha relación. Sin embargo, existen diferencias genéticas claras: los genes *fenC* y *fenD* del operón de fengicina están **ausentes en *B. licheniformis* pero presentes en *B. paralicheniformis, sirviendo como marcadores genéticos para distinguirlas. Al igual que *B. licheniformis*, *B. paralicheniformis* es una bacteria en forma de bacilo capaz de formar endosporas.

El Papel de *B. licheniformis* y *B. paralicheniformis* en la Agricultura: Promoción de Crecimiento y Biocontrol

Las especies de *Bacillus*, incluyendo *B. licheniformis* y *B. paralicheniformis*, son herramientas prometedoras en la

agricultura sostenible, actuando como **rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR)** y agentes de biocontrol.

Estas bacterias pueden aumentar la productividad de los cultivos, incluso bajo condiciones de estrés como la sequía, siendo algunos de sus mecanismos de acción:

Mejora del crecimiento radicular y absorción de nutrientes: Aumentan la longitud de la raíz y la capacidad de las plantas para absorber más nutrientes del suelo.

Producción de fitohormonas: Sintetizan y secretan ácido indol-3-acético (AIA), una auxina clave que regula el crecimiento vegetal.

Solubilización de nutrientes: Contribuyen a la disponibilidad de nutrientes esenciales como **fosfato y potasio** en el suelo, que de otra manera serían inaccesibles para las plantas.

Producción de sideróforos: Estos compuestos quelan el hierro, un micronutriente vital, haciéndolo disponible para las plantas y, al mismo

tiempo, **suprimiendo el crecimiento de patógenos** al competir por el hierro.

Enzimas extracelulares: Producen enzimas como celulasas, proteasas, amilasas y β -1,3-Glucanasa que facilitan la disponibilidad de nutrientes.

Resistencia al estrés abiótico: Ayudan a las plantas a tolerar el estrés por sequía y salinidad.

Formación de biofilms: Las biopelículas en las raíces facilitan la colonización bacteriana y protegen a las plantas contra patógenos.

Además de promover el crecimiento, las especies de *Bacillus* ofrecen una **alternativa prometedora a los pesticidas químicos**, actuando contra hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos:

Actividad antifúngica:

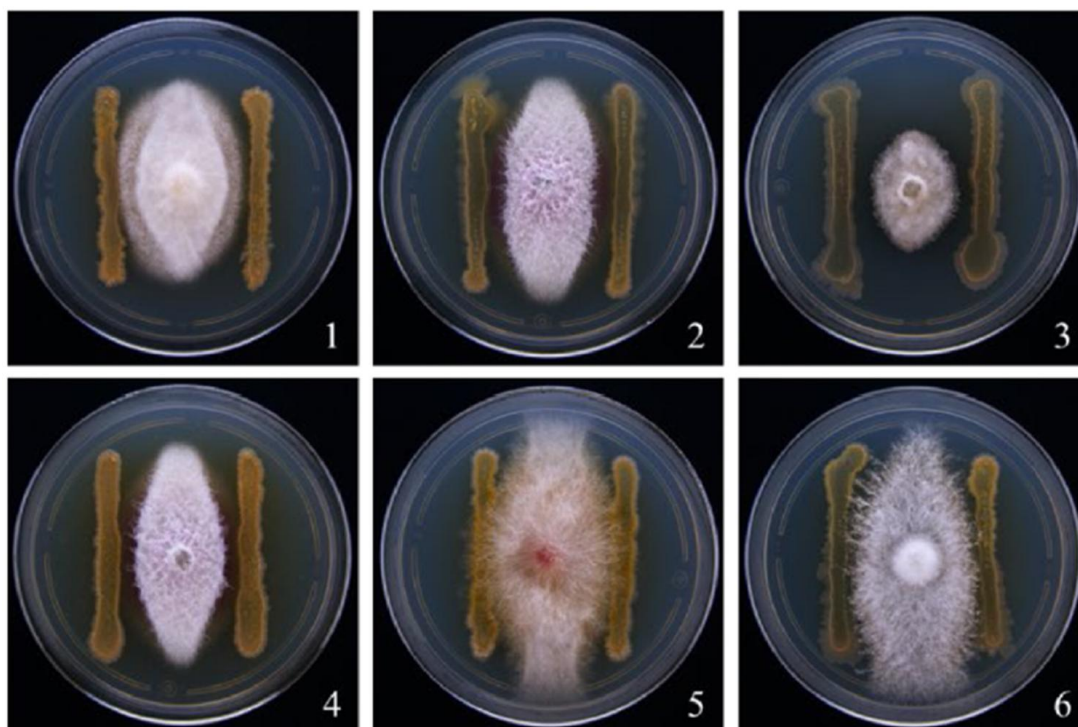
B. licheniformis ha mostrado una amplia actividad inhibidora contra hongos como *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. redolens*, *Botrytis cinerea*, y especies de *Botryosphaeria*. También puede inhibir el hongo del tizón del arroz, *Magnaporthe grisea*.



Biocontrol de *B. licheniformis* sobre *Fusarium oxysporum*. CK: Control; Fo: Patógeno solo; SY: Patógeno con *B. licheniformis*. Imagen original de [Xie et al., 2025](#).

B. paralicheniformis ha demostrado eficacia contra *Botrytis cinerea*, *Fusarium brachygibbosum*, *Neocosmospora solani*, *Bipolaris sorokiniana*, y *Phytophthora sojae*.

Los principales compuestos antifúngicos producidos son lipopéptidos cíclicos como la lichenisina y la fengicina, que alteran la membrana celular fúngica, y sideróforos como la bacilibactina, que compiten por el hierro.



Actividad fungicida de *B. licheniformis* SY41 sobre (1) *Fusarium equiseti*, (2) *F. moniliforme*, (3) *F. redolens*, (4) *F. thapsinum*, (5) *F. graminearum*, (6) *Schizophyllum commune*.

Imagen original de [Xie et al., 2025](#).

Actividad antibacteriana: Producen bacteriocinas y otros péptidos, como la bacitracina (presente en *B. paralicheniformis* y *B. licheniformis*), que inhibe la biosíntesis de la pared celular bacteriana en bacterias Gram-positivas y algunas Gram-negativas.

Control de nematodos fitopatógenos:

B. licheniformis cepa JF-22 ha demostrado la capacidad de prevenir la

infección por *Meloidogyne incognita* en tomates.

B. paralicheniformis cepa TB197 ha exhibido una alta actividad nematocida contra *Meloidogyne incognita*, *M. enterolobii* (en tomate) y *Radopholus similis* (en banano), con reducciones significativas en la severidad de la infección y el índice de agallas. Sus mecanismos incluyen antibiosis, reducción de la penetración en la raíz y competencia por nutrientes.



Biocontrol de nemátodos formadores de agallas (*M. enterolobii*) por *B. paralicheniformis* en invernadero. (A, D) Control negativo; (B, E) Endosporas de *B. paralicheniformis*; (C, F) Control positivo (fluopyram). Imagen original de [Chavarria-Quicaño et al., 2023](#).

Otras Aplicaciones de *B. licheniformis* y *B. paralicheniformis*

Más allá de la agricultura, estas bacterias son valoradas en diversas industrias por su capacidad para producir una amplia gama de compuestos y enzimas:

Probióticos para la salud humana y animal:

Para humanos: Ciertas cepas de *B. licheniformis* han demostrado beneficios en la salud humana, incluyendo la mejora de la tolerancia a la glucosa, la obesidad, la resistencia a

la insulina, la reducción de la acumulación de grasa y el peso corporal, la alteración de los perfiles lipídicos séricos y la reducción de comportamientos depresivos y ansiosos. También exhiben actividades antioxidantes y captadoras de radicales.

Para animales: Utilizado como aditivo en la alimentación del ganado lechero, *B. licheniformis* ha aumentado significativamente la producción y el rendimiento de proteínas lácteas. También promueve el crecimiento en aves de corral (pollos de engorde) y organismos acuáticos (tilapia, vieiras, peces).

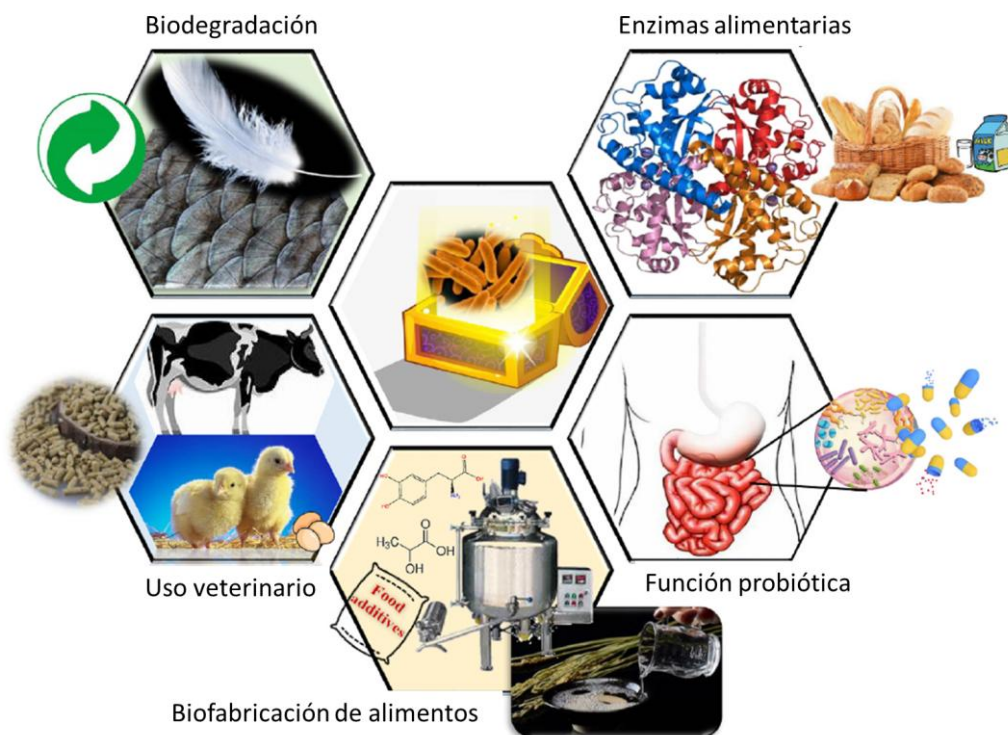


Diagrama esquemático del uso de *B. licheniformis* en la industria.
Imagen original de [He et al., 2023](#).

Producción de enzimas industriales: Son fábricas microbianas eficientes de enzimas con diversas aplicaciones:

Proteasas y lipasas: Utilizadas en la industria láctea para la producción de queso (mejorando el sabor) y para hidrolizar quesos y leche en polvo. También se investigan para la industria detergente y el despellejado de pieles.

Amilasas: Incluyendo la alfa-amilasa termoestable y la amilasa maltogénica.

Quitinasa: *B. paralicheniformis* es una fuente de quitinasa, que puede hidrolizar la quitina para producir N-acetilglucosamina, utilizada en alimentos, cuidado de la piel y biomedicina.

Lacasas: Cepas de *B. licheniformis* pueden degradar micotoxinas como la zearalenona, la aflatoxina B1 y el alternariol.

Queratinasas: Enzimas que degradan la queratina, útiles en el procesamiento de residuos avícolas (plumas) y en la industria del cuero para el depilado.

Biorremediación y tratamiento de residuos:
Participan en el tratamiento biológico de residuos alimentarios.

Son capaces de eliminar nitrógeno y degradar fenol en aguas residuales salinas.

Pueden aplicarse en la fitorremediación de suelos contaminados con níquel.

Producción de biofloculantes y generación de hidrógeno biológico.

Control del quorum sensing: *B. paralicheniformis* produce lactonasas que interfieren con la comunicación bacteriana (quorum sensing), lo que tiene implicaciones en el tratamiento de infecciones y en el control de biopelículas.

Cómo se reproducen, masifican y formulan para su aplicación

La clave de la robustez de las especies de *Bacillus* para aplicaciones industriales y agrícolas radica en su capacidad para formar endosporas altamente resistentes a condiciones adversas.

Estas bacterias se cultivan en medios nutritivos estándar bajo condiciones controladas de temperatura y agitación para maximizar su crecimiento y la producción de metabolitos de interés. Algunos medios de cultivo con glucosa, amonio, fósforo, magnesio, calcio y cobre, hierro y zinc en trazas, han mostrado buenos resultados.

La capacidad de *B. paralicheniformis* para producir una lactonasa se basa en su crecimiento en AHLs como única fuente de carbono. AHL es la abreviatura de N-acil homoserina lactona. Son un tipo de moléculas señalizadoras utilizadas en la comunicación interbacteriana. Son componentes clave de los sistemas de quorum sensing (QS) en bacterias, especialmente en las bacterias Gram-negativas. El quorum sensing es un mecanismo mediante el cual las bacterias coordinan su comportamiento en función de la densidad de su población.

Estas bacterias pueden obtenerse de diversas fuentes naturales como suelos, agua de mar, plantas o subproductos de la industria alimentaria.

Dada la robustez de sus esporas, son ideales para aplicaciones agrícolas. Se pueden coaplicar con fertilizantes y pesticidas tradicionales. Una técnica avanzada es la microencapsulación en microesferas de alginato de calcio. Esta formulación protege a las cepas bacterianas (como *B. paralicheniformis* TRQ65) durante el almacenamiento (hasta 12 meses a temperatura ambiente), permite su liberación gradual en el suelo y asegura su establecimiento efectivo en el agroecosistema.

Experiencias de aplicaciones en campos agrícolas

La investigación ha demostrado el potencial de estas bacterias en entornos agrícolas:

***Bacillus paralicheniformis*:**

La cepa FMCH001, un producto comercial, se inoculó en raíces de soja y mostró una mejora significativa en el crecimiento radicular, la absorción de nutrientes, la fotosíntesis, la conductancia estomática, la transpiración y la eficiencia del uso del agua bajo estrés por sequía.

La cepa TRQ65, aislada de la rizósfera del trigo, aumentó la biomasa en plántulas de trigo. La coinoculación de TRQ65 encapsulada con otras cepas también promovió el crecimiento del trigo (altura del tallo, longitud de la raíz, peso seco, contenido de clorofila).

La cepa TB197, logró una reducción del 81% en la severidad de la infección por *Meloidogyne enterolobii* y del 84% en el índice de agallas en pruebas de invernadero en tomate. También redujo en un 81% la necrosis radicular causada por *Radopholus similis* en plantaciones de banano.

***Bacillus licheniformis*:**

La cepa SY41 ha sido utilizada para el control de la podredumbre de la raíz de *Atractylodes chinensis*.

La cepa YZCUO202005, aislada de líquenes, promovió la germinación de semillas y el crecimiento vegetativo del maíz, además de inhibir hongos y bacterias patógenas.

La cepa JF-22 previno la infección por *Meloidogyne incognita* y alivió sus efectos negativos en el crecimiento del tomate en experimentos en maceta.

La cepa YB06 promovió la germinación y el crecimiento de plántulas de *Codonopsis pilosula*.

***Bacillus licheniformis* y *Bacillus paralicheniformis* son dos microorganismos fascinantes con una doble cara en su interacción con los humanos y el medio ambiente. Aunque *B. licheniformis* representa un desafío en la industria láctea debido a su resistencia y formación de biofilms, ambas especies ofrecen enormes beneficios como probióticos, productores de enzimas y como agentes de biocontrol y promotores del crecimiento vegetal en la agricultura sostenible. La investigación continua en su genética y metabolismo promete desvelar aún más sus potenciales aplicaciones, consolidando su papel en diversas industrias del futuro.**

Este artículo te ayudará a mejorar tus habilidades profesionales y empresariales, compártelo con quien creas que puede necesitar esta información.



Domenico Pavone es biólogo y especialista en protección vegetal. 20 años como profesor universitario y autor de artículos científicos en microbiología, biotecnología, biocontrol de plagas y enfermedades agrícolas.