

AMBIENTE, NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Biofertilizantes, una estrategia amigable con el ambiente para la producción de alimentos

Blanca Estela Gómez Luna*, Juan Carlos Ramírez Granados**, César Díaz Pérez***

Palabras clave:

Medio ambiente, biofertilizantes, bacterias, hongos, suelo.

Desde que la humanidad ha requerido de producir alimentos de origen vegetal: cereales, hortalizas, frutas y verduras, se ha enfrentado a diversas limitaciones como: las condiciones climáticas, tipo de suelo, región geográfica, extensión de territorio para producción, entre otras. En la década de los setenta se llegó a pensar que la aplicación de fertilizantes y productos agroquímicos (fertilizantes de síntesis química, plaguicidas, funguicidas) era la solución a la demanda de creciente de alimentos que incluso llegaron a llamar *La Revolución Verde*. Con el paso del tiempo, se ha podido observar que el uso indiscriminado de los productos agroquímicos por décadas ha tenido consecuencias de acumulación de los mismos en el medio ambiente, por ejemplo en el agua y el suelo; además de contaminar los alimentos ocasionando riesgo para la salud. Un ejemplo es el caso de pesticidas de origen organofosforado (endosulfán, malatión, paratión, metilparatión, clortion)

para el control de plagas de insectos, que no resolvieron el problema de demanda de alimentos en el mundo y dejaron residuos en los alimentos provocando daños en la salud humana y animal.

En la búsqueda de alternativas más amigables con el ambiente y con la salud humana, se ha utilizado la aplicación de biofertilizantes para suplir o complementar el uso de fertilizantes minerales. Un producto conocido como biofertilizante está constituido por uno o varios microorganismos o productos de estos microorganismos, los cuales de una forma u otra, proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a la producción vegetal. Una característica muy buena de los biofertilizantes que los microorganismos o sus derivados que lo componen, se encuentran de manera natural en el suelo, especialmente en aquellos con buen contenido de materia orgánica y nutrientes.

*Doctora en Biotecnología de Plantas, CINVESTAV-IPN Unidad Irapuato, Coordinadora de Apoyo a la Investigación y al Posgrado Campus Celaya-Salvatierra, Profesora Investigadora del Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Guanajuato.

**Doctor en Ciencias Ópticas, CIO Centro de Investigaciones en Óptica, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Profesor Investigador del Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Guanajuato.

***Doctor en Ciencias Biológicas, Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Profesor investigador del Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Guanajuato.

*, **, *** Departamento de Ingeniería Agroindustrial, División de Ciencias de la Salud e Ingeniería, Campus Celaya-Salvatierra, Universidad de Guanajuato, Prolongación Río Lerma s/n. Correo electrónico: be.gomez@ugto.mx; jcramirez@ugto.mx; cesar.diaz@ugto.mx



Figura 1. Biofertilizantes existentes en el mercado y su beneficio a la producción vegetal.

Lo que se busca con los biofertilizantes es utilizar lo que ya está en el suelo desde hace millones de años, buscar a los mejores microorganismos y aplicarlos al suelo para ayudar en la producción vegetal. Las asociaciones de varios grupos microbianos con las plantas han mostrado que al unirse ambos obtienen beneficios, favoreciendo el establecimiento y extensión de las plantas en el suelo. También se han utilizado como biofertilizantes mezclas de materia orgánica y microorganismos como son los abonos y compostas de derivados residuos agrícolas y animales. Estos últimos ya utilizados casi desde el comenzó de la agricultura por diversas culturas. De las ventajas que tiene en el uso de biofertilizantes comparado con el uso de fertilizantes de síntesis química están: permitir una producción vegetal a bajo costo, protección del medio ambiente y mantienen la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad. Por otra parte, las desventajas que enfrenta el uso de biofertilizantes en comparación de los fertilizantes de síntesis química es el efecto inmediato en la producción vegetal al proporcionar los nutrientes disueltos en el agua

en forma de iones que la planta puede tomar rápidamente (sulfato de amonio y fosfato monopotásico) (figura 1).

Actualmente, además de tener como meta un mayor rendimiento en la producción vegetal como fuente de alimentos y reducción de costos, también se desea lograr una mejora en la calidad del producto: fruto o semilla de interés. En la calidad del producto se ven características como: mayor vida de anaquel, tamaño uniforme, un mayor brillo (ejemplo en jitomate), contenido de nutrientes y el contenido de compuestos nutraceuticos como: el licopeno con actividad antioxidante, antocianinas, flavonoides y b-carotenos; entre otras características.

Biofertilizantes elaborados de bacterias

El suelo es habitat de muchos microorganismo entre ellos están bacterias que pueden estar de vida libre en el suelo, en suelo adherido a la raíz de las plantas y en las células de la raíz de las plantas formando una simbiosis (asociación entre dos organismos con beneficios para ambos). De todos los grupos

de bacterias que habitan en el suelo se destacan las denominadas PGPR por sus siglas en inglés (Promoting Grow Plant Rizobacteria), en español rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas. Rizobacterias se refiere a que habitan en el espacio denominado como rizósfera, espacio de suelo en estrecho contacto con las raíces de las plantas. Este tipo de interacción planta- bacteria se da de manera especial en la rizósfera porque las raíces de las plantas producen una variedad de ácidos orgánicos que pueden ser metabolizados por las bacterias y las bacterias a su vez proporcionar nutrientes del medio a la planta.

Se han descrito dos mecanismos por los cuales las bacterias promotoras de crecimiento de plantas proporcionan un beneficio a la planta que se conocen como: mecanismos directos e indirectos. Entre los beneficios que las bacterias proporcionan de forma directa se encuentran: fijación de nitrógeno, solubilización de fósforo, producción de fitohormonas como son: auxinas, giberelinas y ácido indol acético. Por otra parte, los beneficios que este grupo de bacterias proporciona a las plantas de forma indirecta por la producción de compuestos que pueden ser antibióticos, sideróforos (molécula que atrapa fierro), entre otros, que actúan sobre otros microorganismos que puede causar enfermedades en las plantas (figura 2).

Biofertilizantes elaborados de hongos

Los hongos que se pueden encontrar en el suelo son de una gran variedad y los que proporcionan beneficios a las plantas y pueden ser usados en componentes de biofertilizantes se les conoce como hongos micorrizicos (hongo asociado a la raíz de la planta que aporta beneficios), establecen una interacción planta-hongo simbiótica (ambos organismos se benefician de la interacción), se agrupan de manera general en dos grupos que dependen del tipo de planta y tipo de hongo en: endomicorriza y ectomicorriza. Las ventajas que las plantas presentan con esta interacción son: solubilización de fósforo y mejora en la toma de varios nutrientes, mejoran la toma de agua, protección contra fitopatógenos (organismos que ocasionan enfermedades en las plantas), resistencia a metales pesados y mejora en la calidad de frutos. La variedad de plantas en las que se han aplicado este tipo de hongos como biofertilizante es muy amplia, tanto de importancia agronómica papa, jitomate, hortalizas, chile, frutales, cítricos, etc., como forestales pinos, encinos, etc. En esta interacción planta-hongo, el hongo desarrolla una estructura llamada micelio (tiene apariencia de algodón en el suelo) que se desarrolla sobre la raíz de la planta y aún más allá como una extensión de la raíz que ayuda en la toma de

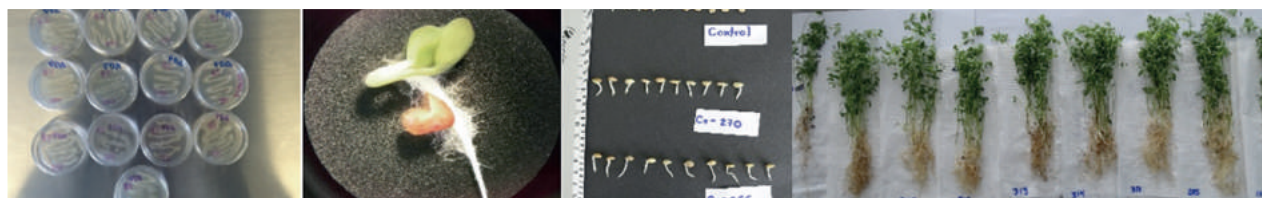


Figura 2. Aislados de bacterias promotoras de crecimiento de plantas, efecto en desarrollo de raíz y en follaje.

agua y nutrientes en zonas más alejadas de la raíz; el micelio del hongo recubre a la raíz y forma una barrera protectora contra organismos que pueden causar enfermedades (figura 3).

Conclusión

El uso de los biofertilizantes es cada vez más aceptado, especialmente cuando se llevan registros que demuestran las mejoras y beneficios como: aumento en el rendimiento, reducción de gastos en insumos para la producción incluyendo el agua, no representan riesgos para la salud humana, animal y medio ambiente, proporcionan protección contra enfermedades en plantas, se presentan características deseables en el producto de forma homogénea tamaño, brillo, contenido de nutrientes y nutraceuticos, en otros. Con el paso de algunos años usando en mayor medida los biofertilizantes será parte de la cultura de producción vegetal sustentable totalmente amigable con el medio ambiente. Por otra parte el uso de los biofertilizantes por el hombre para la producción vegetal como una herramienta

agrobiotecnológica, está en el observar las interacciones biológicas que se han desarrollado entre planta-microorganismo desde hace millones de años y que permitieron la extensión vegetal en el planeta.

REFERENCIAS

- Aguilera-Gómez, L., Olalde-Portugal, V., Arriaga, M. R., & Contreras-Alonso, R. (2007). Micorizas Arbusculares. *Ciencia Ergo Sum.*, 14(3), 300-306.
- Cassán, F., Perrig, D., Sgroy, V., Masciarelli, O., Penna, C., & Luna, V. (2009). *Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.). *European Journal of Soil Biology*, 45(1), 28-35.
- Esquivel-Cote, R., Gavilanes-Ruiz, M., Cruz-Ortega, R., & Huante, P. (2013). Importancia Agrobiotecnológica de la enzima ACC desaminasa en Rizobacterias, Una Revisión. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(3), 251-258.
- Fernández, D. G., Mancipe, L., & Fernández, D. C. (2010). Intoxicación por organofosforados. *Revista Facultad de Medicina*, 18(1), 84-92.
- Glick, B. R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can. J. Microbiol.*, 41, 109-117.



Figura 3. Interacción planta – hongo micorrizico, desarrollo del micelio en la raíz, esporas de hongos y efecto en plantas.