

PRODUCCIÓN MASIVA DE BIOFERTILIZANTES: UNA EXPERIENCIA EN MÉXICO *

ANTECEDENTES

En el intento por incrementar el rendimiento por unidad de superficie de los cultivos, los países han utilizado tecnologías como los fertilizantes sintéticos. Si bien el objetivo que se persigue se cumple, ha creado una agricultura ineficiente y contaminante, la cual ha ocasionado pérdida de la biodiversidad biológica y agotamiento de los suelos, entre otros.

Las nuevas tecnologías deben estar orientadas a mantener la sostenibilidad del sistema mediante la explotación racional de los recursos naturales y aplicación de medidas adecuadas para preservar el ambiente. Uno de los requerimientos más importantes es el mantenimiento de la fertilidad del suelo y una alternativa es el uso de microorganismos que favorecen la nutrición de las plantas.

El término biofertilizante, se usa para diferentes tipos de insumos que se aplican en la agricultura con el fin de facilitar la nutrición de los cultivos de una forma natural. Así, se les llama biofertilizantes a las compostas, estiércoles, vermicompostas, extractos de plantas, lixiviados u otros productos que tienen en común el contener microorganismos (Vessey, 2003). Sin embargo, en este documento llamaremos biofertilizantes a aquellos productos a base de microorganismos que establecen alguna simbiosis con la planta. Entre éstos se encuentran los hongos formadores de micorrizas, las bacterias promotoras del crecimiento y las que fijan nitrógeno de la atmósfera (Pooja *et al.*, 2007; All-Taweil *et al.*, 2009).

Aunque por casi 100 años se han producido comercialmente inoculantes a base de *Rhizobium* spp., con las crisis energéticas en la década de 1970, el estudio de los biofertilizantes avanzó rápidamente en algunos países europeos y asiáticos; sin embargo, el avance fue menor en México y países latinoamericanos (Okon y Labandera González, 1994). En países en desarrollo la problemática obedece a la falta de industrias de inoculantes, o a que no cuentan con infraestructura apropiados para producir a gran escala o que no cuentan con un programa de distribución eficiente. Además, es evidente que se necesita un organismo regulatorio que ejerza un fuerte control de los inoculantes presentes en el mercado para evitar que el agricultor adquiera productos de baja calidad (Elliott y Lynch, 1995).

En México, la producción actual de biofertilizantes se realiza por pequeñas empresas, instituciones de educación e investigación y por el INIFAP, apoyada por el gobierno federal y por gobiernos estatales. A pesar de este desarrollo, la distribución y aplicación a gran escala ha tenido serias dificultades, principalmente por problemas de promoción y distribución.

PRODUCCIÓN MASIVA DE BIOFERTILIZANTES

En 1999, se creó el programa de biofertilizantes en el INIFAP como una respuesta a la situación agrícola en México. En un principio iba dirigido principalmente a productores marginales de México, aquellos que no podían acceder a los agroquímicos, ya sea porque vivían en regiones accidentadas o porque carecían de recursos económicos para la compra de fertilizantes químicos. Sin embargo, también fueron una alternativa para aquellos productores que sembraban en zonas de mediano potencial productivo debido a que se podía reducir los costos de producción en el capítulo de fertilizantes químicos.

Las estrategias para cumplir el objetivo fueron: la producción de biofertilizantes, la validación de estos en cultivos de interés, la capacitación y la investigación. Hubo valiosos avances en **investigación**, obteniéndose paquetes tecnológicos para cultivos básicos principalmente. Entre 1999 y 2000, los biofertilizantes se **validaron** en 507 parcelas en cultivos como maíz, frijol, sorgo, trigo, cebada, avena y otros en 30 estados y el Distrito Federal durante los ciclos primavera-verano y otoño invierno. En cuanto a la **capacitación** se realizaron 208 eventos con una asistencia de 8 281 productores y agentes de cambio (Aguirre, 2006).

La **producción masiva de los biofertilizantes**, fue a través de la Fundación Mexicana para la Investigación Agropecuaria y Forestal A.C. (FUMIAF A.C.). Las bacterias (*Azospirillum brasilense*, *Rhizobium etli* y *Bradyrhizobium japonicum*) que se utilizaron fueron proporcionadas por el centro nacional de fijación de nitrógeno de la UNAM a la FUMIAF mediante convenio. La producción se llevó a cabo en una empresa contratada en el Distrito Federal y el empaque y distribución se realizó en el CENID-Microbiología del INIFAP (Aguirre, 2006).

La producción del biofertilizante a base del hongo micorrizico *Glomus intraradices* se realizó en tres Campos Experimentales del INIFAP: Valle de México en el Estado de México, Cotaxtla en Veracruz y General Terán en Nuevo León (Aguirre, 2006).

* Oscar Arath Grageda-Cabrera y Martha Blanca G. Irizar Garza INIFAP.

Después de todas las estrategias, el mayor logro fue la distribución y promoción de los biofertilizantes. Se integró la posible demanda por estado, tarea que recayó en los Directores de Coordinación y Vinculación del INIFAP. Estos fueron el enlace entre la FUMIAF y SAGARPA-Alianza para el campo, jefes de distrito y asociaciones de productores. En total durante los tres ciclos agrícolas que duró el programa, se produjeron 3 370 440 dosis de biofertilizantes para 1 882 263 hectáreas de maíz, sorgo, frijol, trigo y cebada principalmente (Aguirre, 2006). Después del primer periodo de producción, las estrategias de investigación, capacitación y validación siguieron en menor escala.

En 2007, la SAGARPA apoyó por segunda vez el programa de producción del biofertilizante micorriza. El proyecto puso a disposición de los productores de 22 estados 665,334 dosis de inóculo de micorriza-arbuscular de *Glomus intraradices*, para el mismo número de hectáreas de maíz, frijol y sorgo, mediante el programa Alianza para el Campo a precio menor que el disponible en el mercado (Figura 1). En este caso fue fundamental la participación institucional, vía la Coordinación de Planeación y Desarrollo y los Directores de Vinculación de los estados. La producción se estableció en cinco Campos Experimentales del INIFAP: General Terán, Nuevo León (CIRNE), Cotaxtla, Veracruz (CIRGOC), Valle de México, estado de México (CIRCE), Bajío, Guanajuato (CIRCE) y Rosario Izapa, Chiapas (CIRPAS).



Figura 1. Distribución de micorriza.

El uso a gran escala de los biofertilizantes en cualquier sistema de producción agrícola conlleva a grandes beneficios sin ejercer un impacto perjudicial sobre el ambiente. Sin embargo, resulta preocupante que en México la tecnología relativamente simple de la biofertilización no ha sido transferida a la mayoría de los productores. A corto y mediano plazo, la investigación deberá enfocarse en el desarrollo de inoculantes de mejor calidad y más económicos (Díaz-Franco y Mayek-Pérez, 2008). En términos generales, se puede decir que los biofertilizantes tienen un costo para el productor de sólo 10% del costo de la fertilización química, y en la mayoría de los casos no debe representar más del 2 a 3% del costo de producción del cultivo. Además, es necesario desarrollar "tecnologías de punta" *in situ*, con las condiciones locales, ya que las desarrolladas en otros países y aplicadas al nuestro son la principal causa de la crisis económica y ecológica que agobia a la agricultura mexicana del presente. Es indispensable contar con asesoría, orientación y capacitación que debieran ofrecer las autoridades correspondientes. Finalmente, es necesario mencionar que el control de calidad es una herramienta necesaria para mejorar los inoculantes que se ofrecen en el mercado, para que exista una adecuada tecnología para su producción. Asimismo, se requiere de mayor vinculación entre la industria y los científicos con el fin de colaborar en mejorar los sistemas de producción y calidad de los inoculantes (Grageda-Cabrera *et al.*, 2012).



Figura 2. Biofertilizantes "Mycorriza INIFAP".

Revisión de literatura

Aguirre, M. J.F. 2006. Biofertilizantes microbianos: Experiencias agronómicas de Programa Nacional del INIFAP en México. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Rosario Izapa. Libro Técnico No. 2. 206 pp.

All-Taweil, H. I.; Osman, M. B.; Hamid, A. A. and Yusoff, W. M. W. 2009. Development of microbial inoculants and the impact of soil application on rice seedlings growth. *Am. J. Agric. Biol. Sc.* 4:79-82.

Díaz-Franco, A. y Mayek-Pérez, N. 2008. La biofertilización como tecnología sostenible. Plaza y Valdés, S. A. de C. V. México. 260 pp.

Elliott, L. F. and Lynch, J. M. 1995. The international workshop on establishment of microbial inoculant in soils: cooperative research project on biological resource management of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). *Am. J. Alt. Agric.* 10:50-73.

Grageda-Cabrera, O.A., Díaz-Franco, A., Peña-Cabriales, J. J. y Vera-Núñez, J. A. 2012. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3 (6): 1261-1274.

Okon, Y. and Labandera-González, C. 1994. Agronomic applications of Azospirillum evaluation of 20 years world wide field inoculation. *Soil Biol.* 26: 1591-1601.

Pooja, S.; Dudeja, S. and Neeru, N. 2007. Development of multiple co-inoculants of different biofertilizers and their interaction with plants. *Arch. Agron. Soil Sci.* 53: 221-230

Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil.* 255:571-586.