

Aplicación de insumos biológicos: una oportunidad para la agricultura sostenible y amigable con el medioambiente

Juan Sanjuán Pinilla¹ y Nubia Moreno Sarmiento²

Editorial

Finalizó la 15ª Conferencia de las Partes sobre Cambio Climático (COP15) en Copenhague, Dinamarca, y el único punto en el que todos los países estuvieron de acuerdo fue en que sólo falta un aumento de 2° C en la temperatura de la Tierra para que se desencadene una catástrofe ambiental. Es urgente reducir las emisiones de gases de efecto invernadero hasta un 80% para el año 2050. Para esta misión, la agricultura es determinante, ya que contribuye en un 15% a la emisión de gases debido a la preparación del suelo; el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas sintéticos; la aplicación de fertilizantes nitrogenados, tanto sintéticos como orgánicos; el proceso digestivo de los rumiantes, el consumo de energía fósil y, en general, el uso de los suelos.

Lograr que las prácticas agrícolas mejoren sus productividades para cumplir con la meta de alimentar a miles de millones de personas en el mundo, sin deteriorar los suelos, es posible gracias a la biotecnología y el uso de microorganismos. Al igual que los animales, que requieren bacterias para facilitar la asimilación de alimentos en el intestino, las plantas están colonizadas por comunidades microbianas diversas cuando crecen en condiciones naturales. Muchos de estos microorganismos establecen relaciones no patogénicas con las plantas, e incluso pueden favorecer su crecimiento y resistencia a limitaciones bióticas (frente a patógenos) y abióticas (sequía, salinidad, etc.). Se trata de microorganismos del suelo, hongos y bacterias, que se asocian a las raíces de las plantas (rizosfera) de manera natural y estrecha.

Entre los microorganismos benéficos para las plantas pueden distinguirse dos grupos en función del tipo de mecanismo implicado. El primer grupo son los denominados agentes de control biológico, que favorecen la salud y el crecimiento vegetal por mecanismos llamados indirectos, ejerciendo acciones de antagonismo frente a patógenos y parásitos de las plantas. El segundo grupo son los agentes o microorganismos biofertilizantes que promueven la nutrición y el crecimiento de las plantas mediante mecanismos directos, pues facilitan la disponibilidad de nutrientes tales como el nitrógeno, el fósforo o el agua, elementos imprescindibles para el crecimiento vegetal. Otros microorganismos producen algunos metabolitos como fitohormonas que contribuyen a su crecimiento y desarrollo.

1 Profesor de Investigación. Jefe de Grupo: Interacciones planta-bacteria. Estación Experimental del Zaidín, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Granada, España. juan.sanjuan@eez.csic.es

2 Profesora Catedrática Titular Facultad de Ingeniería-Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia. ncmorenos@unal.edu.co

Estos agentes pueden ser formulados industrialmente para su aplicación en agricultura como inoculantes, productos biotecnológicos cuyo principio activo son microorganismos vivos que benefician la nutrición y el crecimiento de las plantas. La biofertilización se aplica prácticamente a cualquier especie de interés agronómico (cereales, leguminosas, hortícolas, forestales, silvopastoriles) y proporciona ventajas con respecto a la aplicación de fertilizantes químicos, como son menores costos de producción que conllevan una mayor productividad; menor dependencia por fertilizantes químicos, sujetos a los vaivenes del precio internacional del petróleo, y menor impacto ambiental que logra mayor sostenibilidad de los sistemas agrícolas a nivel local y global. Además, la biofertilización es imprescindible en la agricultura orgánica, con el consiguiente valor agregado de las producciones en los mercados ecológicos.

La región Iberoamericana está llamada a ser un referente mundial en agricultura sostenible, y tiene actualmente una posición privilegiada para alcanzar dicho objetivo apoyándose en el uso de biofertilizantes que permitan mantener altas productividades con el menor impacto ambiental posible. Existen importantes ejemplos de cómo el uso de inoculantes mejora la productividad y competitividad de las producciones, el más llamativo quizá sea el de soja sudamericana que en su mayoría es biofertilizada con inoculantes de alta calidad, lo que hace al cultivo prácticamente independiente de la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

Para la comunidad iberoamericana interesada en la investigación, producción y uso de estos insumos biológicos se creó en el año 2003 la red BIOFAG³: Fertilizantes Biológicos para la Agricultura y el Medio Ambiente (www.biofag.org.ar). La red cuenta en gran parte con los recursos financieros de CYTED, el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Actualmente participan 60 instituciones públicas y privadas, tanto de investigación como del sector productivo en 13 países iberoamericanos. Se llevan a cabo actividades para la investigación, el desarrollo y la aplicación de fertilizantes biológicos de máxima calidad y eficacia para la agricultura de la región iberoamericana; se promueve el conocimiento y la adopción de este tipo de productos agrobiológicos, con sus ventajas y limitaciones frente a los agroquímicos; se facilita la generación de normativas específicas para cada tipo de inoculante y sus cultivos de aplicación, que deben estar apoyadas en sistemas eficaces de control de calidad que ofrezcan garantías al agricultor y eviten el fraude.

En Colombia, el uso de biofertilizantes ha venido en ascenso, en especial en el sector arrocero como lo demuestran las múltiples publicaciones desde el año 2002 en la *Revista Arroz* de Fedearroz (Torres, 2002; Castilla, 2005; Castilla, 2007; Echeverri, 2008; Arévalo, 2009a; Arévalo 2009b). Este aumento en el uso de insumos biológicos se debe, en parte, a la existencia de productos de alta calidad en el mercado, es el caso de los productos elaborados por la Empresa Biocultivos S. A., una *spin-off* que surgió de los convenios de investigación y desarrollo establecidos con el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia (laboratorio de Fermentaciones – proyecto biofertilizantes y biocontroladores), el sector privado y el gremio arrocero. Dentro de este proceso se logró el desarrollo de los productos Fosfosol SW (*Penicillium janthinellum*), Fosfosol SC (*Penicillium janthinellum*), Trifosol WP (*Trichoderma viride*), Trifosol SC

3 Para establecer contacto con la Red BIOFAG, puede comunicarse con Nubia Moreno Sarmiento, representante nacional en Colombia, o con el coordinador de la Red, Juan Sanjuán Pinilla. Más información en www.biofag.org.ar

(*Trichoderma viride*), Dimazos (*Azotobacter chroococum*, *Azospirillum sp*) y Dimargon (*Azotobacter chroococum*). Estos insumos se produjeron a nivel piloto en la planta del Instituto de Biotecnología para la evaluación de eficacia en campo. Luego de un proceso de I&D de cerca de ocho años, en el 2009, se diseñó y puso en marcha la planta industrial, con los recursos para la construcción aportados por la empresa privada. Esta planta tiene una capacidad de treinta mil dosis mensuales, cumpliendo con los estándares de calidad exigidos en los mercados internacionales.

El impacto de la calidad y el uso de bioinsumos a nivel nacional

El agricultor debe partir de productos de primera calidad y abandonar la falsa creencia de que la aplicación de insumos biológicos se relaciona con la producción artesanal. Si bien es cierto que en las fincas se puede hacer compostaje de los residuos orgánicos, estos no reemplazarán el uso de verdaderos productos formulados que le aseguren sostenibilidad al agricultor en sus cosechas.

Entre los fabricantes de bioinsumos se debería hacer un análisis comparativo de los diversos parámetros que definen la calidad mínima requerida de un producto, los cuales deben ser establecidos bajo la supervisión del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Algunos parámetros son el análisis genético de las cepas microbianas, su pureza, el recuento mínimo de microorganismos viables y efectivos para la actividad que son recomendados, así como ensayos de actividad en laboratorio, invernadero y en campo que demuestren la efectividad y que puedan ser contrastados por el ente regulador o por instituciones que estén avaladas por el ICA. Estos ensayos son además necesarios para definir las instrucciones y recomendaciones de uso al agricultor, que aseguren un desempeño óptimo del producto y estabilidad en la producción cuando se hace la aplicación de bioinsumos. Asimismo, las metodologías empleadas para cada determinación deberían ser unificadas e intercalibradas entre los diversos laboratorios de análisis. El acompañamiento del ICA en la aplicación de estas tecnologías es fundamental, y ya se ha visto el respaldo a los agricultores estableciendo una reglamentación más clara que apunta a dar soporte a los productores de insumos agrícolas pero con un fuerte compromiso frente a los agricultores.

Para el caso del arroz, que requiere para su nutrición altas cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales en nuestra agricultura tropical e intertropical son de muy baja eficiencia, se ha comprobado que el uso combinado de bacterias fijadoras de nitrógeno y promotoras del crecimiento (*Azotobacter chroococum* y *Azospirillum sp*), junto con hongos solubilizadores de fosfato (*Penicillium jantbinellum*) en tratamientos aplicados a la semilla (Fedearroz 50), permite obtener un incremento superior al 5% en producción respecto al testigo comercial, evaluado en cuatro municipios del departamento del Tolima (Armero, Lérica, La Sierra y Venadillo) (Torres, 2002). Se estima que la eficiencia de absorción para el nitrógeno es inferior al 50%, la del fósforo es menor a 10%, y la del potasio es del 40%, dependiendo del contenido de materia orgánica y de la actividad biológica del suelo, por esto los biofertilizantes son una alternativa para este cultivo al suministrar nutrientes y sustancias promotoras del crecimiento (Arévalo, 2009a).

El uso combinado de estos biofertilizantes con *Trichoderma viride* (aplicado a semilla), hongo controlador de *Rhizoctonia solani* y degradador del tamo, junto con 50 kg de materia orgánica (soil-aid, en las dos primeras fertilizaciones) permitió reducir el uso

de fertilizante inorgánico (25 kg/ha en promedio) sin afectar el rendimiento. En todos los tratamientos con biofertilizantes, elaborados en tres municipios del departamento del Huila, empleando 4 variedades, el rendimiento del grano fue mayor en todos los tratamientos con incrementos entre 227 y 723 kg/ha. (Arévalo, 2009a). En un estudio posterior, Arévalo (2009b) demostró que el uso de biofertilizantes permite reducir en un 27,4% el nitrógeno, 66,7% el fósforo y 42,8% el potasio. Para todas las variedades estudiadas (cinco en total) cuando se aplicaron los biofertilizantes, los rendimientos fueron iguales estadísticamente al testigo (100% abonada química), demostrando que el uso de microorganismos mejora la disponibilidad de los nutrientes. Adicionalmente, se observa que en todas las variedades se produce más arroz Paddy por kg de fertilizante aplicado cuando se utilizan los bioinsumos, obteniendo diferentes respuestas dependiendo de la variedad, siendo LV-1063, Fedearroz-170 y Fedearroz-369 las de mayor respuesta, con 48,5; 44,1 y 41,3 kg de arroz cosechado por kg de NPK aplicado al cultivo. Este estudio demuestra que es posible reducir la fertilización química sin detrimento de los rendimientos empleando bioinsumos de buena calidad.

Para una agricultura más amigable con el medioambiente y definitivamente sostenible, en el futuro podrán conseguirse mayores reducciones en la aplicación de agroquímicos, manteniendo e incluso aumentando las productividades. Para ello será necesaria una decidida implicación pública y privada en la I+D de inoculantes o insumos biológicos de creciente eficacia.

Referencias

- Arévalo, E. 2009a. Más arroz a menos costo con la aplicación de biofertilizantes y materia orgánica. *Revista Arroz*. Bogotá. 57 (476): 26-28.
- Arévalo, E. 2009b. Conozca los efectos de la biofertilización en cuatro variedades de arroz. *Revista Arroz*. Bogotá. 57 (481): 8-13.
- Castilla, L. A. 2002. Manejo del nitrógeno en arroz riego. *Revista Arroz*. Bogotá. 50 (439): 4-8.
- Castilla, L. A. 2005. Bacterias eficientes en la fijación de nitrógeno. *Boletín Correo*. 15 (178): 4.
- Castilla, L. A. 2007. La materia orgánica y la biofertilización, claves en el desarrollo del arroz. *Revista Arroz*. Bogotá. 55 (467): 12-18.
- Echeverri, J. 2005. Bacterias eficientes en la fijación de nitrógeno. *Boletín Correo*. 15 (178): 4.
- Torres, G. 2002. Productos biológicos para una agricultura sostenible. *Revista Arroz*. Bogotá. 50 (439): 18-20.