



Bioproductos: impulso a la agricultura sustentable

Avances y perspectivas

María Fernanda Leggio Neme, María Laura Tortora y Eduardo Raúl Romero.

* Subprograma Agronomía de la Caña de Azúcar, EEAOC.

Volver a lo natural y preservar la biodiversidad microbiana es un tema importante y relevante en la actualidad. En nuestro planeta existe alrededor de un trillón de especies de organismos procariotas que tienen el potencial de transformar la gestión de los ecosistemas al regular los ciclos globales de nutrientes y el intercambio de gases de efecto invernadero. Este “microbioma de la Tierra” proporciona un sistema de soporte vital esencial para nuestro

planeta. Una Tierra funcional sin un microbioma funcional es casi inimaginable. Para conservar esta biodiversidad es necesario comprender que existe un complejo sistema de interacciones entre los microorganismos y su entorno, que genera redes de interacciones simbióticas extremadamente especializadas.

En el suelo, estas interacciones físicas, químicas y biológicas se concentran en la zona de

la rizósfera, donde coexisten comunidades microbianas junto con sus huéspedes vegetales. Las plantas albergan una gran diversidad de microorganismos, tanto dentro como fuera de sus tejidos, que ellas seleccionan según la composición de los exudados radiculares y modulan dinámicamente para ajustarse a su entorno. Es una asociación mutualista, donde los microorganismos proporcionan beneficios significativos a la planta y, a su vez, la planta proporciona

un entorno favorable para el crecimiento y la actividad de estos. De esta forma se modifica el concepto tradicional que consideraba a las plantas como entidades independientes y estáticas, por una visión holística que las considera como un “holobionte”, es decir, como un conjunto dinámico de especies que interaccionan entre sí.

Durante millones de años, la presión selectiva que actuó sobre los componentes del holobionte probablemente ha dado forma a las comunidades microbianas asociadas a las plantas y ha seleccionado microorganismos adaptados al huésped que modifican la aptitud de la planta. Estas interacciones les han permitido a las plantas la adquisición de nutrientes, el manejo del estrés biótico y abiótico y la regulación de su crecimiento en diferentes ambientes alrededor del mundo. Durante los últimos años, las malas prácticas agrícolas como el monocultivo, la labranza intensiva y el excesivo uso de agroquímicos, entre otros, han alterado este equilibrio, afectando la diversidad, función y salud del holobionte planta-microbioma. Esto, sumado a las condiciones ambientales adversas debido al cambio climático y combinadas con la disminución de la fertilidad del suelo, representa una amenaza para la seguridad de los agroecosistemas.

Actualmente, restaurar la biodiversidad es uno de grandes desafíos de la agricultura moderna e implica comprender y aprovechar las interacciones entre las plantas y su entorno. Una de las estrategias para lograrlo es mediante el uso de bioinsumos, entre los que se destacan los bioestimulantes y los biofertilizantes.

Bioestimulantes

► Qué son

Las plantas han desarrollado naturalmente estrategias y mecanismos de defensa y adaptación para hacer frente a condiciones ambientales extremas. Sin embargo, estos mecanismos a menudo conllevan una disminución en el crecimiento y rendimiento de las plantas. Se reconoce que el estrés, tanto biótico como abiótico, limita el potencial de rendimiento de los cultivos. Sin embargo, optimizando las condiciones de crecimiento y de manejo es posible minimizar estos efectos negativos.

Además del enfoque tradicional, se ha integrado el uso de bioestimulantes en gran parte de los sistemas productivos con el objetivo de modificar los procesos fisiológicos de las plantas y optimizar su productividad. Los bioestimulantes son sustancias,

microorganismos o combinaciones de ellos que, cuando se aplican a las semillas, plantas o al suelo como medio de crecimiento de las raíces, promueven procesos biológicos que mejoran la disponibilidad de nutrientes y optimizan su absorción.

Aunque los modos y mecanismos de acción de los bioestimulantes son diversos y aún no se conocen con total certeza, hoy se sabe que incluyen la activación del metabolismo del nitrógeno, la liberación de fósforo del suelo, la estimulación de la actividad microbiana del suelo y el estímulo del crecimiento de las raíces. Además, aumentan la capacidad de las plantas para tolerar diversos factores de estrés abiótico activando mecanismos de defensa y mejoran en



definitiva el rendimiento y la calidad de las cosechas.

Si bien no existe actualmente un marco regulatorio mundial para su industrialización, la investigación científica está impulsando la generación de conocimiento sobre sus características biológicas, químicas y las interacciones planta-bioestimulante, que varían según la naturaleza y las características tanto del bioproducto como de la especie vegetal en los que se utilizan.

► Clasificación

Los bioestimulantes se clasifican en diferentes tipos según la fuente de materia prima. Estos incluyen algas marinas, extractos de plantas, proteínas hidrolizadas, sustancias húmicas, compuestos inorgánicos y microorganismos.

Las algas marinas son los bioestimulantes más estudiados y comercializados, ya que contienen, entre otros compuestos moleculares, hormonas, polifenoles

y polisacáridos que promueven el crecimiento y activan los sistemas de defensa de las plantas.

Los extractos de diversas estructuras vegetales, como hojas, frutos, tallos y flores, son ricos en compuestos bioactivos que pueden activar procesos fisiológicos y mejorar el rendimiento de las plantas. Los hidrolizados de proteínas, obtenidos a partir de subproductos agrícolas e industriales, están ganando popularidad debido a su naturaleza sostenible y su contribución a la economía circular.

Las sustancias húmicas, que comprenden ácidos húmicos y fúlvicos, son componentes de la materia orgánica del suelo. Los bioestimulantes a base de microorganismos, principalmente bacterias y hongos, interactúan directamente con las plantas, estableciendo asociaciones simbióticas o mejorando la disponibilidad de nutrientes.

► En caña de azúcar

En los últimos años se produjo una expansión del cultivo de la caña de azúcar hacia zonas tradicionalmente cultivadas con granos. Estas zonas resultan muy marginales para este cultivo, ya que la disponibilidad de agua es insuficiente durante todo el ciclo de crecimiento del cañaveral, en especial durante la primavera e inicio del verano. El estrés hídrico produce en el cañaveral alteraciones que afectan la expansión foliar y el desarrollo radicular, limitando la absorción de agua y nutrientes y la actividad fotosintética, factores que restringen severamente el crecimiento.

El grado de daño depende de la intensidad y oportunidad del estrés sufrido por el cultivo. Por estos motivos, los cañaverales afectados por la sequía presentan disminuciones significativas en la producción de caña y azúcar por unidad de superficie. En las condiciones de Tucumán, donde la mayor parte de la producción de caña de azúcar se realiza en secano, la ocurrencia de este fenómeno ocasiona importantes pérdidas de materia prima para la industria azucarera, lo que genera efectos negativos sobre la principal actividad agroindustrial de la provincia.

Debemos revisar las estrategias de expansión del cultivo y trabajar en la implementación de todos los recursos tecnológicos disponibles para reducir o evitar el impacto de este fenómeno adverso.

En los últimos años, desde el Subprograma Agronomía de Caña de Azúcar de la EEAOC se vienen evaluando distintas alternativas de bioestimulantes. Los resultados hasta aquí obtenidos son muy alentadores, fundamentalmente con productos a base de extractos de algas y otros compuestos vegetales. Los efectos logrados en la recuperación post estrés, principalmente, permitieron ajustar su uso y recomendarlo a nivel comercial.



Biofertilizantes

La rizósfera, que se define como la región del suelo que rodea las raíces de las plantas, se considera una de las interfaces más dinámicas del planeta debido a que los microorganismos que habitan en ella constituyen el mayor reservorio de diversidad biológica conocido en el mundo hasta el momento. Estos microorganismos están involucrados en procesos biológicos complejos indispensables para la conservación de la salud del suelo y la nutrición de las plantas.

Una forma de restaurar la biodiversidad microbiana asociada a las plantas es a través de la “ingeniería de la rizósfera”. Este nuevo concepto busca comprender y aprovechar las complejas interacciones existentes entre los microorganismos de la rizósfera y las plantas, y se ha convertido en un área líder en el estudio de los agroecosistemas. Recientemente, un nuevo enfoque de la “ingeniería de la rizósfera” propone la adición de “biofertilizantes” para simular las redes biológicas estructuradas en suelos nativos, estimulando así la recuperación de grupos microbianos funcionales beneficiosos vinculados positivamente a la fertilidad del suelo y reponer el microbioma natural reducido por prácticas agrícolas poco sustentables. Los biofertilizantes son productos biológicos que contienen microorganismos vivos; cuando se aplican a las plantas promueven el crecimiento mediante mecanismos directos tales como la fijación de nitrógeno, la solubilización de fosfatos y la producción de sideróforos, fitohormonas y exopolisacáridos; y mediante mecanismos indirectos, protegiéndolas del estrés abiótico producido por temperaturas extremas, pH, salinidad y sequía, además de la contaminación por metales pesados y plaguicidas, induciendo la activación de sus mecanismos de defensa.



Aunque algunos efectos de los biofertilizantes, como un aumento en la absorción de nutrientes y un crecimiento inicial más vigoroso, pueden notarse a corto plazo, los impactos más significativos generalmente se observan a lo largo del tiempo. A medida que los microorganismos se multiplican y se establecen en el suelo, mejoran su estructura y fertilidad a largo plazo. Los efectos beneficiosos van sumándose y pueden persistir durante varias temporadas de cultivo.

En caña de azúcar

El Sub Programa Agronomía de la Caña de Azúcar de la EEAOC viene trabajando desde hace muchos años en el uso de biofertilizantes para caña de azúcar reduciendo las aplicaciones de fertilizantes químicos, y se posiciona como un equipo de

referencia en I+D+i y transferencia al sector productivo de esta práctica de manejo sustentable.

Actualmente, gracias a la información generada y difundida por el Sub Programa Agronomía de la EEAOC, más del 65% de los cañaverales de nuestra región se inoculan con biofertilizantes, y este porcentaje se incrementa año tras año. Esto ha permitido reducir significativamente el uso de fertilizantes químicos, los cuales producen graves efectos de contaminación ambiental.

Es necesario continuar trabajando en conjunto con el sector productivo para que el uso de bioinsumos sea una práctica agronómica generalizada y se logre una transición efectiva hacia sistemas agrícolas más respetuosos con el medio ambiente y socialmente responsables.]

