



Bioinsumos,

Lic. Agustina Whelan
Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



un giro hacia la sustentabilidad

Ante la exigencia de producir alimentos inocuos y proteger al medio ambiente, la agricultura -y la *investigación vinculada a su mejoramiento*- han empezado a dar un giro hacia la puesta a punto y empleo de los bioinsumos, marcando una tendencia que apunta a la producción sustentable.

El término “*bioinsumos*” alude a los productos elaborados a partir de organismos benéficos tales como bacterias, hongos, virus, e insectos, o bien a extractos naturales obtenidos de plantas, y que pueden ser utilizados en la producción agrícola para controlar plagas, o promover el desarrollo de las plantas. Son productos que no dejan residuos tóxicos en el medio ambiente y cuya utilización no implica riesgos para la salud de los agricultores y de los consumidores.

Introducir este tipo de productos en semillas, en el suelo o en los sistemas de riego, ya sea en cultivos de leguminosas, gramíneas, hortalizas o frutales, depende de diversos factores: el tipo de suelo, la temperatura, las características climáticas de la zona, la cantidad de luz, la interacción con otros productos biológicos y agroquímicos, entre otros. Son aspectos cuyo manejo requiere un proceso de capacitación y acompañamiento por parte de las dependencias gubernamentales y de las empresas dedicadas a fabricar este tipo de productos a fin de ayudar a entender la mejor forma de utilizarlos para lograr mayores beneficios.

Según su aplicación, dentro de los *bioinsumos* es posible identificar tres grandes grupos que se describen a continuación.

Biofertilizantes

Los biofertilizantes son sustancias que contienen microorganismos vivos, que al ser aplicados en la superficie de las plantas o en los suelos, colonizan la rizósfera o el interior de la raíz, y promueven el desarrollo de las mismas al incrementar el suministro o la disponibilidad de nutrientes. Estos microorganismos colonizadores pueden concentrarse en dos grandes grupos:

- El de los *simbiontes*, que se caracterizan por vivir dentro de las células vegetales en estructuras radiculares llamadas nódulos, y comprenden dos tipos: las *Rhizobacterias* fijadoras de nitrógeno y los hongos formadores de micorrizas, que facilitan la incorporación de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes.
- El de los microorganismos de vida libre (no simbiontes) que se adhieren a la raíz sin formar estructuras, y son designados en forma genérica como promotores de crecimiento, o PGPR, por su significado en inglés (*Plant growth promotion rhizobacteria*). Dentro de estos promotores hay diversos microorganismos que cumplen diferentes funciones benéficas como fijar nitrógeno y solubilizar del fósforo. Además promueven el desarrollo radicular a través de *fitohormonas* tales como *auxinas*, *giberelinas* y *citoquinas*. (Ver **Tabla 1**)

Bacterias con capacidad de fijar nitrógeno

El nitrógeno es uno de los principales nutrientes indispensables para el crecimiento de las plantas. Aunque el 78 por ciento del aire esté compuesto por nitrógeno gaseoso, la planta no puede asimilarlo por sí sola. Las bacterias fijadoras de nitrógeno que realizan simbiosis con algunas plantas, son capaces de catalizar la reducción de nitrógeno atmosférico a amonio debido a la presencia de una enzima, la *nitrogenasa*. Uno de los ejemplos más conocidos es el caso de la relación simbiótica entre *Leguminosa* y *Rhizobium*.

Otro ejemplo de bacteria fijadora de nitrógeno pero de vida libre, lo brinda *Azospirillum*, microorganismo que tiene la capacidad de fijar nitrógeno gaseoso invadiendo los espacios entre células radiculares. Además, produce hormonas de crecimiento vegetal tales como *ácido indol acético* y *giberelinas*, generando un creci-

miento importante del sistema radicular, y permitiendo una mayor capacidad de absorción de agua y nutrientes disponibles en el suelo. Algunos cultivos que pueden beneficiarse de este tipo de asociaciones son la caña de azúcar, el sorgo, el arroz, el trigo y el maíz.

Bacterias con capacidad de fijar fósforo

El fósforo es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas y desempeña un papel fundamental en la síntesis de proteínas, lípidos, entre otros. Es el segundo elemento limitante en las cosechas después del nitrógeno. Debido a su gran insolubilidad, para que pueda ser asimilado es necesario que se encuentre en el suelo como *ion fosfato soluble*. Algunos microorganismos tienen la capacidad de convertir las formas insolubles del fósforo en formas disponibles para las plantas; la acción de solubilización puede realizarse a través de procesos como producción de ácidos orgánicos, *quelación* de hierro, calcio, magnesio y por la reducción del hierro. La microflora solubilizadora de fosfatos en el suelo es muy diversa (bacterias, hongos y otros) y puede alcanzar del 10 al 15% de la microflora total.

Beneficios y ventajas de los biofertilizantes

La utilización de estos productos permite al agricultor reducir costos de producción y hacer un uso más racional de los materiales sintéticos utilizando diferentes microorganismos en combinación con productos químicos. Los beneficios directos se ven en el mayor desarrollo radicular de la planta y en el rendimiento del grano. Los resultados a través del tiempo son suelos más ricos en materia orgánica y nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, entre otros) lo que favorece la sostenibilidad del agroecosistema.

Biopesticidas

Los biopesticidas son empleados en la agricultura para el control biológico de plagas y enfermedades, presentándose así como una alternativa a los productos sintéticos. Actualmente se distinguen tres grandes grupos:

- Los productos formulados con unidades infectivas de organismos patógenos (bacterias, virus, hongos, protistas y nematodos) como ingrediente activo. Un ejemplo muy utilizado en la actualidad en la agri-

Tabla 1 | Microorganismos utilizados para la formulación de biofertilizantes

	Microorganismos	Ejemplos
Simbióticos	Rizobacterias fijadoras de nitrógeno	Simbiosis <i>Rizobio-Leguminosa</i> Simbiosis <i>Frankia-Plantas actinorhizas</i>
	Hongos formadores de Micorrizas, fijadores de N Solubilizadores de P y otros nutrientes	<i>Micorrizas Arbusculares</i> <i>Ectomicorrizas Fungi</i>
No Simbióticos	Promotores de crecimiento (P y N)	<i>Azospirillum, Bacillus, Pseudomonas, Enterobacter, Erwinia, Caulobacter, Serratia, Arthrobacter, Micrococcus, Flavobacterium, Chromobacterium, Agrobacterium, Hyphomycrobium, Gluconacetobacter, Herbaspirillum, Actinobacter, Pantoea</i>

Tabla 2 | Ejemplos de biopesticidas formulados a base de organismos patógenos

Biopesticidas a base de organismos patógenos	
Organismo	Ejemplos
Bacterias	<i>Azospirillum, Bacillus, Pseudomonas, Enterobacter, Erwinia, Caulobacter, Serratia, Arthrobacter, Micrococcus, Flavobacterium, Chromobacterium, Agrobacterium, Hyphomycrobium, Gluconacetobacter, Herbaspirillum, Actinobacter, Pantoea</i>
Virus	Baculovirus de poliedrosis nuclear, de granulosis, no incluso
Hongos	<i>Beauveria, Metarhizium, Entomophaga, Zoophthora, Paecilomyces, Normuraea</i>
Protistas	<i>Nosema, Thelohania, Vairimorpha</i>
Nemátodos	<i>Steinernema, Heterorabditis</i>

- cultura, es el *Bacillus thuringiensis*, que cumple un rol destacado como controlador biológico.
- Los productos elaborados con extractos provenientes de plantas, los cuales poseen características de insecticidas, nematicidas, fungicidas o repelentes contra insectos.
- El tercero consiste en la utilización de los insectos parasitoides y predadores, recurso que ha demostrado ser una eficaz alternativa para el control biológico de plagas. **Ver Tabla 2**

Proteína Bt contra las plagas

El *Bacillus thuringiensis* es una bacteria que tiene una acción insecticida específica sobre ciertos tipos de insectos que son plagas o transmiten enfermedades y a su vez, resulta inocua tanto para otros insectos como para los humanos y el ambiente en general.

Esta bacteria Gram positiva habita en forma natural en el suelo, y cuando pasa a su fase de esporulación produce cristales proteicos llamados *delta endotoxinas*, que tienen propiedades insecticidas contra lepidópteros y algunas especies de coleópteros y dípteros, y contra ciertos ácaros, nematodos y protozoarios.

Cuando el cristal es ingerido por un insecto susceptible llega a su intestino medio y se disuelve por la acción de los jugos intestinales a pH alcalino. La delta-endotoxina sufre una proteólisis enzimática y da origen a la toxina activa. Esta se une a un receptor específico de las membranas epiteliales de las células del intestino, origina poros que desequilibran su balance osmótico y provoca así el rompimiento de la membrana celular (*lisis*) de esta parte del aparato digestivo, lo que causa la muerte del organismo susceptible.

Este tipo de producto posee numerosas ventajas. Una de ellas es que por ser dirigido contra un organismo en particular, no existe riesgo hacia otros organismos que no son plaga. Otra es que *Bacillus thuringiensis* habita naturalmente en el suelo y al tener una alta tasa de biodegradabilidad, no perjudica al ambiente. Por último, su manipulación no representa riesgos para el ser humano ni para otros animales o plantas.

Fuente | Wikipedia

Productos formulados a partir de extractos vegetales

Los Biopesticidas vegetales resurgen como una alternativa ecológica de manejo de plagas. Son sustancias naturales que se utilizaron como primera herramienta en el control de insectos y que después fueron desplazadas por los insecticidas sintéticos. No obstante, siempre se han empleado en la agricultura tradicional como una técnica económica y autóctona de combate de plagas.

Muchas plantas son capaces de sintetizar metabolitos secundarios como los alcaloides, esteroides, terpenoides y fenoles. Estos compuestos son de baja toxicidad para los vertebrados y si bien se degradan rápidamente, son muy efectivos para controlar varias plagas. Los biopesticidas vegetales pueden obtenerse a partir del extracto de flores, raíces, tallos, hojas o de la planta entera en forma de macerado, infusión o polvo.

Una ventaja de estos productos es la baja inversión necesaria para producirlos y la posibilidad de obtenerlos por procesos sencillos que no requieren gran infraestructura. Además, su rápida degradación permite que sean aceptados y permitidos en los procesos de producción orgánica debido a que no dejan residuos, lo cual facilita el logro de inocuidad alimentaria.

Algunos aspectos que deben considerarse para este tipo de productos son la escasa información existente sobre pruebas de toxicología, la variabilidad en la cantidad del ingrediente activo y el hecho de que los extractos no poseen muy buena estabilidad. (Ver Tabla 3.)

Insectos parasitoides y predadores utilizados en el control biológico de plagas

El control biológico de plagas es un método alternativo a la utilización de productos sintéticos. En esta actividad se utilizan una serie de enemigos naturales como parásitos y predadores (Tabla 4) con el objetivo de reducir o incluso eliminar por completo las plagas que afectan a una plantación determinada.

Los parásitos son insectos que se desarrollan en el cuerpo del insecto huésped causando su muerte y en general atacan a una especie determinada de artrópodos. Los predadores exterminan a los organismos

Tabla 3 | Algunos ejemplos de extractos naturales utilizados para el control biológico de plagas

Planta	Compuesto (metabolitos secundarios)	Uso
<i>Azadirachta indica</i> (Nim)	Triterpenoides (Limonoides): <i>Azadirachtina</i> , <i>Nimbin</i> y <i>Salannin</i>	Larvas de lepidópteros, coleópteros, himenópteros, dípteros, etc.
<i>Melia azedarach</i> (Paraíso)	Triterpenoides: <i>meliantrol</i> , <i>azadirachtina</i>	Larvas de lepidópteros, áfidos, ácaros, langostas entre otros.
<i>Allium sativum</i> (Ajo)	Alina, alieina, cicloide de alitina y disulfato de dialil	Larvas de lepidópteros, áfidos, chinches pequeñas y varias enfermedades causadas por hongos.
<i>Capsicum frutescens</i> (Ají picante)	alcaloides	Larvas de lepidópteros, áfidos y virus.
<i>Carica papaya</i> (La lechosa)	alcaloides	Hongos y nematodos.
<i>Nicotiana tabacum</i> (Tabaco)	alcaloides (nicotina)	Adultos y larvas de lepidópteros y coleópteros entre otros.
<i>Chrysanthemum cinerariifolium</i> (Crisantemo)	alcaloide (piretrina)	Larvas de lepidópteros, áfidos, saltamontes y mosquitos.

Tabla 4 | Algunos ejemplos de insectos predadores y parasitoides

	Ejemplos	Uso
Parasitoides	<i>Trichogramma sp</i> <i>Cephalonomia stephanoderis</i> <i>Encarsia formosa</i>	Contra la Broca del café.
		Larvas y huevos de lepidópteros.
		Contra la mosca blanca.
Predadores	<i>Coccinella septempunctata</i> (adulto y larva)	Áfidos, larvas de lepidópteros, etc.
	Chinches	Adultos de trips y otros insectos plaga.
	Ácaros	Trips, nematodos y fitoácaros.
	Arácnidos	Áfidos, larvas de lepidópteros, trips, etc.
	Crisopas (larva)	Áfidos, trips, mosca blanca, etc.

dañinos cazándolos y devorándolos; en general no persiguen a una especie determinada y su movilidad hace que sean eficaces contra poblaciones de alta densidad.

El control biológico puede realizarse importando grandes cantidades de enemigos naturales de otras regiones para liberarlos en la zona afectada, o manteniendo la densidad de las poblaciones de enemigos naturales existentes mediante el uso de refugios. Este método puede ser muy eficaz siempre y cuando se consideren algunos puntos, tales como la correcta identificación y estimación tanto de la plaga que afecta al cultivo como de su enemigo natural, la compra adecuada de enemigos naturales y la correcta eficacia de ellos.

Dentro de las ventajas que ofrece controlar plagas con estos organismos es que no solo se asegura la producción de alimentos sanos y saludables sino que también se minimiza el impacto de los plaguicidas sobre el ambiente y sobre las personas. Además, este tipo de insectos están disponibles libremente, no son patentables y pueden ser criados por los mismos productores.

Una de las desventajas es que los resultados del control biológico a veces no son tan rápidos como se espera, dado que los enemigos naturales ejercen su acción sobre determinados artrópodos, en cambio los insecticidas sintéticos aniquilan una amplia gama de insectos. **(Ver Tabla 4.)**

Microorganismos efectivos para otros usos en la agricultura

Dentro de este conjunto se consideran todos aquellos microorganismos que tienen diversas aplicaciones en agricultura diferentes a las mencionadas anteriormente y que surgen de nuevos desarrollos. Su empleo está relacionado con el tratamiento de residuos orgánicos, el tratamiento de aguas servidas y la sanidad animal, entre otros.

Debido que este grupo comprende una amplia gama de microorganismos asociados y empleados para diferentes fines, resulta difícil precisar detalles sobre ellos, pero sí pueden destacarse algunos de sus usos.

En el caso del tratamiento de desechos orgánicos, la aplicación de estos microorganismos ayuda a apro-

vechar con eficiencia los desechos animales convirtiéndolos en subproductos enriquecidos y seguros; promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos y acelera el proceso de compostaje a la tercera parte del tiempo requerido por un proceso convencional.

En cuanto al tratamiento de aguas servidas, estos microorganismos son capaces de transformar y sintetizar la materia orgánica incrementando los valores de oxígeno disuelto y permitiendo reutilizar las aguas residuales como aguas de riego.

Un último ejemplo a considerar es el empleo de estos microorganismos en la producción de pastos y forrajes para favorecer la síntesis de sustancias bioactivas y nutritivas, influyendo así directamente en la mejora de su calidad nutricional.

Una agricultura más limpia

Como hemos explicado, en la producción agrícola se utilizan diferentes organismos con funciones específicas que, además de beneficiar el desarrollo de los cultivos, forman parte de una tecnología que garantiza mayor producción de manera sustentable. Su efectividad está probada y su costo de desarrollo es bajo.

Estos organismos son considerados biotecnologías “apropiables”, término creado para las herramientas biotecnológicas que por proveer beneficios tangibles a los destinatarios, ser ambientalmente seguras, y socioeconómica y culturalmente aceptables, contribuyen al desarrollo sostenible de un país.

Fomentar la utilización de **bioinsumos** implica impulsar el afianzamiento de una agricultura más limpia, que agregue valor en el origen a los productos agrícolas, requiera una baja inversión necesaria para producirlos y comercializarlos, y brinde la posibilidad de obtenerlos empleando procesos que no requieren de una gran infraestructura.

Son aspectos que ningún país productor de alimentos puede dejar de considerar. Y más todavía si aspira a proteger el ambiente y apuntalar técnicas que aseguren la sustentabilidad de su producción agroalimentaria.

www.minagri.gob.ar / www.senasa.gob.ar
www.inta.gob.ar / www.iica.gob.ar



Encuentro sobre bioinsumos

Entre el 31 de julio y el 2 de agosto se realizó en Buenos Aires una importante reunión que giró en torno de las capacidades nacionales y las experiencias de otros países en la formulación de políticas que promuevan la producción y el uso de biosinsumos en el país. Se denominó “*Taller sobre institucionalidad para el desarrollo, regulación y comercialización de bioinsumos en Argentina. Experiencias en países de América Latina y el Caribe*” y fue organizado por la *Subsecretaría de Agregado de Valor y Nuevas Tecnologías (SAAVYNT)* del *Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGyP)* conjuntamente con el *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)*.

Del resultado de las presentaciones y debates mantenidos durante el *Taller* pueden destacarse a modo de síntesis las siguientes conclusiones generales.

- Necesidad de contar políticas regulatorias eficientes.
- Necesidad de generar una interfase público - privada en términos de entendimientos y objetivos comunes para la generación de bioinsumos eficaces y seguros para el agro.
- La importancia creciente de promover emprendimientos y nuevos desarrollos, considerando la baja inversión requerida para llegar a la comercialización de estos insumos y la posibilidad de obtenerlos por procesos sencillos que no requieren una gran infraestructura.

El *Instituto Interamericano de Cooperación la Agricultura* tiene previsto publicar en breve los resultados del encuentro, en tanto que *Alimentos Argentinos* desarrollará en su próxima edición un informe sobre los principales aportes y las ideas-fuerza expuestas por los participantes.

