

E-BOOK

BIOINSUMOS



ÍNDICE

3	AGRICULTURA
4	BIOINSUMOS
7	PANORAMA EN AMÉRICA LATINA
9	DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS
19	CONSIDERACIONES FINALES
20	REFERENCIAS

AGRICULTURA

Las primeras formas de agricultura surgieron hace millones de años y se desarrollaron de manera diferente e independiente en diferentes partes del mundo. Entre las diversas transformaciones, se puede destacar el uso intensivo de plaguicidas químicos y extensas áreas de monocultivo, que conducen al agotamiento de los recursos naturales y al desequilibrio ambiental.

La búsqueda de la sostenibilidad, que moviliza a varios países, hace que gane fuerza una nueva tendencia económica denominada bioeconomía. El término bioeconomía tiene distintas definiciones, pero puede entenderse como el conjunto de actividades encaminadas a una transición industrial global orientada al uso sostenible de los recursos naturales para la producción de energía, productos intermedios y finales capaces de generar beneficios económicos, ambientales y sociales.

De esta forma, la búsqueda de una agricultura sustentable, que brinde productividad y reducción de costos y al mismo tiempo promueva el equilibrio ambiental, son algunas de las razones que han impulsado el aumento de la demanda de bioinsumos o productos biológicos. Aunque el uso de productos biológicos y microbiológicos en la agricultura es antiguo, recientemente se ha destacado el término bioinsumos en la llamada agricultura moderna, particularmente porque la agricultura tradicional se ha desarrollado a partir del uso de pesticidas químicos, mejoramiento genético, plantas transgénicas y maquinaria. Pero, después de todo, ¿qué son los bioinsumos?

BIOINSUMOS



El nombre “bioinsumos” también denominados agrobiológicos, insumo o productos biológicos y otras derivaciones no excluye el uso de subnomenclaturas específicas (biodefensivo, biofertilizante, inoculante, etc.), utilizadas para definir el tipo de producto.

El término Bioinsumos se refiere al producto, proceso o tecnología de origen vegetal, animal o microbiano, destinado a ser utilizado en los procesos de obtención de productos agrícolas. La mayoría de ellos se derivan de microorganismos beneficiosos como los microorganismos y sus metabolitos, insectos o extractos de plantas que no dejan residuos tóxicos en el medio ambiente y su uso no supone un riesgo para la salud de productores y consumidores. El término es amplio y abarca una gama de productos como inoculantes, biofertilizantes o tecnologías con compuestos bioactivos, incluidos microorganismos y/o metabolitos, obtenidos mediante procesos biotecnológicos.



Los metabolitos son moléculas orgánicas producidas por microorganismos y se dividen en primarias (aminoácidos, enzimas, vitaminas, ácidos orgánicos y alcohol) (SINGH et al., 2017) y secundarias. Los secundarios, formados a partir de sustancias del metabolismo primario, tienen en su composición enzimas, antibióticos, hormonas vegetales (promotores de crecimiento), etc., que pueden favorecer el desarrollo vegetal a través de mecanismos indirectos, como el control biológico de enfermedades y plagas, aumento de la resistencia a estreses bióticos y abióticos (BULGARELLI et al., 2013)

BIOINSUMOS

Un gran atractivo de los insumos biológicos es su especificidad para el blanco previsto y su bajo impacto en organismos no-blanco, lo que conduce a un bajo riesgo de resistencia y menor impacto ambiental. Los microorganismos actúan en diversos procesos que favorecen el crecimiento de las plantas, como la fijación biológica de nitrógeno, convirtiendo el nitrógeno atmosférico en compuestos nitrogenados que son absorbidos por las plantas. La solubilización y disponibilidad de fósforo fijado en el suelo para las plantas, cuyos mecanismos son variados y están relacionados principalmente con la liberación de ácidos orgánicos, producción de enzimas como fosfatasas y fitasas por microorganismos, entre otros mecanismos. Los microorganismos también producen hormonas que incluyen auxinas, citoquininas y giberelinas, que desempeñan un papel directo en la promoción del crecimiento de las plantas, el alargamiento celular y la tolerancia al estrés abiótico como

la sequía y la alta salinidad. Como ejemplo de bioinsumos, podemos destacar:

- Agentes de control biológico: organismos vivos que promueven el control de plagas y patógenos de forma natural en el rol de depredadores y enemigos naturales.
- Bioestimulantes: productos elaborados a partir de sustancias naturales que se pueden aplicar a semillas, suelo o plantas para mejorar el rendimiento, la germinación, el desarrollo de las raíces y otros procesos fisiológicos de las plantas.

- Biofertilizantes: producto compuesto por componentes activos o sustancias orgánicas animales, vegetales o microbióticas, que actúan para incrementar la productividad y calidad de las plantas.

- Acondicionadores del ambiente biológico: sustancias que mejoran la actividad microbiana de los ambientes de producción.

- Inoculantes biológicos: uso de microorganismos con foco en intensificar el proceso natural de fijación biológica de nitrógeno y otras características beneficiosas para el desarrollo vegetal.

BIOINSUMOS

Aunque los bioinsumos tienen un gran potencial y son ampliamente utilizados en la agricultura orgánica, para la agricultura convencional su adopción no debe verse como un reemplazo de plaguicidas y fertilizantes químicos, sino como una herramienta estratégica, similar a lo que ocurre, por ejemplo, con el manejo de plagas y enfermedades. Una de estas estrategias es el Manejo Integrado de Plagas (MIP), un programa que combina el control biológico con otras formas de control, incluido el uso de pesticidas químicos, mejorando la eficiencia de estos productos.

Los bioinsumos pueden mejorar la eficiencia de los fertilizantes químicos en la nutrición mineral de las plantas, al proporcionar mejoras en las propiedades fisicoquímicas del suelo, lo que facilita la absorción de los nutrientes disponibles. Otro punto positivo es el uso de microorganismos solubilizantes de fosfato para complementar la aplicación de fertilizantes fosfatados, lo que promueve una mejora en la eficiencia del uso de fósforo por parte de las plantas y puede representar un aumento en la productividad de los cultivos.

La asociación de **biológicos mezclados con insecticidas** aumentó el **control de plagas** del **50%** a más del **90%** ↗

La adopción de un producto biológico asociado con un plaguicida químico produjo:

 **775 kg** por hectárea **más** maíz

 **400 kg** por hectárea **más** soja

Hay **más de 300 productos** biológicos registrados en Brasil.

PANORAMA EN AMÉRICA LATINA

América Latina tiene una alta biodiversidad con potencial para el desarrollo de bioeconomías nacionales y regionales. Ocho de los 17 países más megadiversos (países que tienen los niveles más altos de biodiversidad) del planeta se encuentran en la cuenca andino-amazónica (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y en Mesoamérica (Costa Rica y México). La biodiversidad también se puede encontrar en otros ecosistemas únicos de la región, como el desierto en el norte de Chile y la frontera con Perú, la pampa argentina y la Patagonia argentino-chilena.

América Latina ha incrementado el desarrollo y uso de bioinsumos, principalmente por la contribución de Brasil, donde las ventas han crecido alrededor del 70% en los últimos años. Sin embargo, dado el gran potencial de aprovechamiento de los recursos biológicos disponibles, aún queda un largo camino por recorrer para que este mercado alcance la representatividad.

En 2020, con el objetivo de impulsar la cadena de bioinsumos, se llevaron a cabo una serie de conferencias, organizadas por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Centro de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad) y la red de Políticas Públicas para el Desarrollo Rural en América Latina (Red PP-AL). Como primera etapa en la construcción de un espacio regional de cooperación y diálogo para la construcción de políticas, el evento permitió identificar tendencias, avances y necesidades para apoyar el desarrollo de bioinsumos.

Se identificaron algunos elementos clave importantes para avanzar en el desarrollo de bioinsumos:

- Importancia de definir y estandarizar el término “bioinsumos”: el consenso en la definición del término puede considerarse el punto de partida para la construcción de una política nacional y un diálogo regional, teniendo en cuenta que el término puede estar sujeto a matices entre los países. El término “bioinsumos” es relativamente nuevo y agrupa insumos ya conocidos como control biológico, biofertilizantes o bioestimulantes, dando visibilidad a estos productos.

PANORAMA EN AMÉRICA LATINA

- Necesidad de ajustar los marcos regulatorios: es necesario que los organismos nacionales o regionales definan criterios y procesos para la creación de un entorno regulatorio adecuado para la producción y exportación nacional de bioinsumos, con el objetivo de crear un clima propicio para el desarrollo de innovaciones y empresas.

- Definir el papel de los gobiernos: el papel del Estado puede ir más allá de la adaptación de los marcos regulatorios. Es necesario generar políticas que integren aspectos como la educación universitaria y la formación de profesionales y productores; promover la innovación y el uso, fomentando la interacción entre laboratorios públicos y empresas, entre otros. Argentina y Brasil son los países que más han avanzado en la implementación de un programa o plan nacional de bioinsumo. En Brasil, el Programa Nacional de Bioinsumos fue lanzado en 2020 por el Ministerio de

Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (Mapa) para fortalecer el sector, con el objetivo de aumentar la oferta de bioinsumos, ofrecer apoyo técnico y fomentar la investigación y la innovación. Las políticas públicas no son las únicas herramientas que pueden permitir un desarrollo armónico de las tecnologías de producción de bioinsumos, pero son fundamentales para sentar las bases de la transición hacia una agricultura sostenible ante los desafíos globales.

- Tener en cuenta la dinámica de autoproducción individual y colectiva de bioinsumos: es importante que los Estados tomen en cuenta la autoproducción de los productores, que ha ido creciendo en los últimos años. Las políticas públicas deben considerar esta dinámica para capacitar y orientar a los productores con el fin de reducir riesgos y asegurar la calidad y seguridad de los bioinsumos.

- Reconocer el papel fundamental del sector empresarial en la interacción con el gobierno: el sector empresarial de bioinsumos es un actor fundamental con el que el Estado debe interactuar. En países como Colombia, Argentina, Brasil o México, las empresas de insumos biológicos se han organizado en asociaciones nacionales, algunas de las cuales son socios en alianzas internacionales como BioProtection Global. Es un sector dinámico, tanto del lado de las pequeñas y medianas empresas como del lado de las tradicionales multinacionales del sector de insumos o biotecnología, que han invertido muchos recursos en el sector de insumos biológicos.

DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS

El creciente interés en el uso de bioinsumos es una de las tendencias de la agricultura biológica moderna. Comprender la biología y química de estos agentes es fundamental para maximizar la efectividad y estabilidad de los compuestos producidos, haciendo que la etapa de investigación y desarrollo sea fundamental para la producción de bioinsumos.

En general, para el desarrollo de un bioinsumo, es necesario inicialmente bioprospección, cribado (pruebas *in vitro*), experimentos *in vivo* (condiciones controladas y de campo) y, finalmente, los pasos que preceden a la comercialización (multiplicación, purificación, formulación, pruebas de efectividad y registro). A continuación, los pasos involucrados en este proceso, los cuales pueden variar según el tipo de producto y/o agente biológico deseado:

Cribado (Evaluaciones *in vitro*)

Búsqueda de nuevos activos biológicos



Bioprospección

Producción y formulación



Escalada del proceso

Protocolo para control de calidad

Pruebas *in vivo* (condiciones controladas)

Evaluaciones de campo



Pruebas de campo

Determinación de eficacia a gran escala

Ajustes en formulación

DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS

Búsqueda de nuevos activos biológicos

Toda investigación comienza con la bioprospección, que consiste en el descubrimiento de nuevas especies de organismos con potencial uso en procesos biotecnológicos, así como la investigación de cómo estos organismos se relacionan a nivel molecular, que se realiza a través de colecciones de suelo y rizosfera (sitio de contacto entre las raíces de las plantas y el suelo) y otros materiales biológicos, seguido de la selección y cribado de los organismos de interés.

El proceso de selección implica aislar un ambiente particular y realizar pruebas iniciales para caracterizar al agente. Aunque ningún método de detección es ideal para todos los organismos, para un microorganismo que actúa contra patógenos que causan enfermedades de las plantas, por ejemplo, la estrategia debe basarse en el patosistema (planta-patógeno-

ambiente) de interés (FRAVEL, 2005). El aislamiento de un microorganismo en cultivo puro de una población mixta (como una muestra de suelo) implica el uso de medios de cultivo y técnicas de aislamiento de colonias. Los pasos se definirán según el tipo de organismo, pero en el caso de los microorganismos, después de la recolección, preparación de la muestra, inoculación, aislamiento en medios específicos (según el objetivo, como producción de un metabolito de interés), recuento, selección e identificación, que puede implicar diferentes tipos de pruebas bioquímicas, moleculares, entre otros, según el organismo.

Las pruebas de laboratorio, conocidas como bioensayos o in vitro, están diseñadas para evaluar candidatos para nuevos productos, ya sea un microorganismo para solubilizar fosfato o controlar un patógeno. Además, se realizan análisis para identificar compuestos químicos como enzimas, metabolitos presentes

en activos biológicos. Algunos equipos de laboratorio utilizados en el desarrollo y producción de un bioinsumo son:

Autoclave: destinada a la esterilización por calor húmedo de medios de cultivo y materiales, como placas y tubos, además de materiales contaminados antes de su eliminación.

DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS

Agitador magnético: utilizado para agitar y homogeneizar muestras y soluciones líquidas de baja viscosidad, disponible en opciones **con** o **sin calentamiento**.

Agitador mecánico: promueve la agitación en soluciones fluidas, viscosas y con materiales sólidos mediante el uso de hélices.



Agitador mecánico multi pruebas

TE-148

[CONOCER](#)



Agitador mecánico digital

TE-039/1

[CONOCER](#)



Agitador mecánico

TE-139

[CONOCER](#)

Balanza analítica y semianalítica: destinado a pesar las diferentes sustancias utilizadas en la preparación de medios de cultivo y soluciones.

Cámara de flujo: utilizada para el manejo de materiales estériles como medios de cultivo esterilizados y muestras de materiales biológicos, evitando su contaminación por agentes externos.

Placa calentadora: calienta muestras y soluciones uniformemente a temperatura constante.



Plancha calentadora

TE-038/2-MP

[CONOCER](#)

DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS

Contador de colonias: utilizado para contar colonias en placa de Petri, permitiendo el aumento de 1,5 veces. Cuando el equipo está en funcionamiento, la placa se ilumina, lo que permite una mayor claridad y resaltado de las líneas que subdividen el soporte.



Contador digital de colonias

CP-600/1

CONOCER

Dispensador automático: utilizado en la preparación de muestras estándar y dosificaciones en general, agilizando la dispensación de alícuotas de volumen configurables.



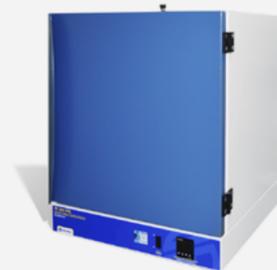
Dispensador automático

TE-299

CONOCER

Centrífuga: utilizada para la separación de residuos de muestras que puedan interferir en análisis posteriores.

Estufa bacteriológica: es un tipo específico de estufa que cuenta, además de la puerta metálica, con una puerta de vidrio que se utiliza para la incubación de los medios de cultivo inoculados, y el seguimiento del crecimiento microbiano.



Estufa bacteriológica

TE-392/92L

CONOCER

Estufa para secado y esterilización: utilizado para esterilizar y secar recipientes y materiales utilizados en el laboratorio.



Estufa para secado y esterilización

TE-393/80L

CONOCER

Homogeneizador de muestras: utilizado en la preparación de muestras en ensayos con microorganismos, toxinas, etc., sin necesidad de contacto con el material. El **molino homogeneizador (TE-645/1)** posee un vaso que puede ser autoclavado, lo que facilita la asepsia e evitando contaminación.



Molino homogeneizador

TE-645/1

CONOCER

Incubadora: equipo para incubación de microorganismos y muestras en general.



Incubadora

TE-371/240L

CONOCER

DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS

Incubadora Shaker: favorece el crecimiento de microorganismos aeróbicos, al disolver oxígeno en el medio líquido, mediante agitación orbital con control de temperatura.



Incubadora con agitación orbital

TE-4200

CONOCER



Incubadora con agitación orbital

TE-4200/1

CONOCER



Incubadora refrigerada con agitación

TE-424

CONOCER



Incubadora orbital refrigerada

TE-421

CONOCER

Medidor de pH: es un equipo ampliamente utilizado en el laboratorio para determinar el pH de diferentes tipos de medios de cultivo y/u otras soluciones utilizadas en el laboratorio.



Medidor de pH digital microprocesado

R-TEC-7/1-MP

CONOCER

Microscopio óptico: utilizado para el estudio e identificación de microorganismos, que pueden ser monoculares, binoculares o trinoculares. También se utiliza en el recuento de células viables en un proceso de cultivo o fermentación, mediante recuento directo.

El agua utilizada para la preparación de medios y soluciones y otras pruebas de laboratorio deben estar libres de impurezas orgánicas e inorgánicas para garantizar resultados precisos y reproducibles. Para obtener agua de calidad, se deben utilizar equipos como **destiladores de agua** u **osmosis inversa**. La **osmosis inversa** proporciona agua con un alto grado de pureza, capaz de atender aplicaciones que requieren bajos niveles de metales y sales disueltas y ausencia de contaminación microbiológica, siendo recomendada para este tipo de procesos. Obtenga más información sobre el **TRATAMIENTO Y FILTRADO DE AGUA PARA ANÁLISIS DE LABORATORIO** en **artigo** en nuestro blog.



Osmosis inversa

R-TE-4008

CONOCER



DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS

Producción y formulación

Después de los pasos de bioprospección y cribado, se llevan a cabo los pasos para el escalado del bioproceso. La fermentación consiste en el proceso de multiplicación/reproducción de microorganismos a partir de una fuente apropiada de nutrientes, con el objetivo de obtener biomasa celular y/o bioproducto. A gran escala, como en los procesos industriales, se utilizan fermentadores comúnmente llamados biorreactores. **Consulte nuestro E-book exclusivo sobre el tema.**

Antes del cultivo en biorreactores, se recomienda que el paso de preparación y propagación del inóculo se lleve a cabo en agitadores (incubadoras equipadas con agitación constante), pudiendo ser utilizados los siguientes equipos:

Un **Biorreactor** se puede definir como un recipiente o sistema cuya función es proporcionar un ambiente controlado (temperatura, pH, oxigenación, concentración de gas, presión, agitación, etc.) permitiendo el crecimiento eficiente de las células y la consecuente obtención del producto de interés. Se utilizan en procesos biotecnológicos para incrementar la escala productiva de microorganismos, antibióticos, enzimas, hormonas, anticuerpos, vacunas, etc.



Incubadora con agitación orbital

TE-4200

CONOCER



Incubadora con agitación orbital

TE-4200/1

CONOCER



Incubadora refrigerada con agitación

TE-424

CONOCER



Incubadora orbital refrigerada

TE-421

CONOCER



DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS

Durante la fermentación en un biorreactor, se pueden realizar algunos análisis externos para monitorear el rendimiento del cultivo y optimizar la productividad. Los analizadores bioquímicos se pueden utilizar para análisis de matrices químicas de bioprocesos y cultivo celular, pudiendo analizar múltiples compuestos como glucosa, sacarosa, etanol, lactato, glutamato, amonio entre otros en la misma muestra. El seguimiento de compuestos es fundamental para realizar alimentaciones controladas y reposición de nutrientes en un bioproceso.

Una vez finalizada la fermentación, es necesario separar el producto de interés del resto del material, y el proceso variará según la aplicación y objetivo final del producto. Entre los equipos utilizados para esta finalidad, se recomienda el **Módulo de Micro/Ultra Filtración**. Se trata de un equipo tangencial de Bancada que se basa en el tamaño molecular, utilizado en procesos de concentración, reciclaje y separación de células animales, células microbianas, enzimas, proteínas y otras macromoléculas. El equipo permite la realización de diversas investigaciones y preselección de compuestos con flexibilidad para el uso de columnas con características específicas (tamaño de poro, área de membrana y diámetro de fibra).

La filtración tangencial es importante para asegurar un producto final con buena estabilidad, siendo fundamental para obtener formulaciones viables, especialmente en países de clima tropical donde las condiciones climáticas inciden negativamente en la viabilidad del producto final, ya sea en transporte o aplicación.



Módulo de micro/ultra filtración de bancada

TE-0198

[CONOCER](#)

DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS

La formulación de productos biológicos debe permitir la supervivencia y viabilidad de los agentes microbiológicos, teniendo en cuenta que estos productos estarán expuestos a condiciones adversas como alta intensidad lumínica y fluctuaciones de temperatura, pH y humedad, entre otras condiciones. Para superar estas adversidades se utilizan sustancias conocidas como coadyuvantes, cuyo objetivo es aumentar la eficacia de la aplicación. Además, las formulaciones son evaluadas en relación con parámetros de calidad que tienen como objetivo asegurar su efectividad y desempeño en condiciones controladas y en el campo.

Pruebas *in vivo* - con plantas

Dado que el desarrollo de nuevos plaguicidas agrícolas es un proceso oneroso, la **Cámara para pruebas de pulverización (TE-9000)** surge como una herramienta para optimizar este proceso, a medida que aumenta la eficiencia de las pruebas de pulverización, lo que puede traer ganancias significativas en relación a la reducción en el tiempo de desarrollo de los bioinsumos. La cámara, que puede ser utilizada para pruebas de pulverización de bioinsumos líquidos y adyuvantes en un ambiente controlado, otorga al usuario autonomía para realizar la prueba en cualquier momento, no condicionando la prueba a las condiciones ambientales deseadas (ausencia de viento y lluvia, por ejemplo). La Cámara cuenta con un Simulador de Lluvia con velocidad y caudal de agua configurables, posibilitando la ocurrencia de lluvia luego de la aplicación del producto, con el objetivo de evaluar el lavado y pérdida

del producto, evaluando la eficiencia de la formulación luego de la ocurrencia de lluvia.



Cámara para teste de pulverización

TE-9000

[CONOCER](#)

Además, se llevan a cabo evaluaciones *in vivo* de desempeño y durabilidad, empleándose inicialmente las pruebas en un ambiente controlado, con el fin de estudiar de manera más precisa el efecto del producto sobre una respuesta específica de la planta, insecto o patógeno. En esta etapa, es fundamental utilizar las **cámaras climáticas** que son equipos con control preciso de los parámetros ambientales (luz, temperatura, fotoperiodo, humedad, composición del gas atmosférico, etc.)

DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS



**Cámara climática
para crecimiento
de plantas**

TE-4002/1

CONOCER



**Cámara climática
para crecimiento
de plantas**

TE-4002/2

CONOCER

La cámara climática es un equipo innovador, con aplicación en varios ámbitos y que garantiza precisión y fiabilidad de los resultados de ensayos y experimentos. En el desarrollo de bioinsumos, las cámaras se pueden utilizar para evaluar el desempeño de bioestimulantes, biofertilizantes e inoculantes en el desarrollo y crecimiento de las plantas. Además, se puede utilizar para verificar el desempeño de agentes biológicos para el control de plagas y enfermedades, en experimentos que involucren o no esta evaluación asociada a las plantas.

Las cámaras climáticas también se pueden utilizar en la fase previa a la formulación del producto, para comprobar si el inóculo o el agente biológico tienen potencial de uso. Por ejemplo, la selección de microorganismos para la solubilización de fosfato puede implicar la aplicación del inóculo en plantas cultivadas en sustrato con presencia de fuentes de fósforo de baja solubilidad mediante experimentos en condiciones controladas.

Evaluaciones en campo

Después del desarrollo inicial del producto, los activos biológicos necesitan ser evaluados en el campo, con el fin de demostrar la efectividad presentada en los pasos anteriores (cribado, pruebas in vitro e in vivo). Estas evaluaciones tienen como objetivo verificar la efectividad y viabilidad del producto, cuando se aplica en el campo.

Los resultados de las pruebas se utilizan para mejorar las características de rendimiento, como la eficacia, la vida útil, la solubilidad en agua, la persistencia de la lluvia, la pulverización y otros parámetros de control de calidad.

CONSIDERACIONES FINALES

El uso de bioinsumos es fundamental para posibilitar una agricultura sostenible, que proporcione equilibrio poblacional entre diferentes especies de organismos vivos, manteniendo los niveles de productividad. Aunque está creciendo, la baja adopción de estos productos se puede atribuir a la falta de conocimiento y potencial de uso.

La bioprospección y los estudios con nuevos agentes biológicos abren nuevas perspectivas para enfrentar los desafíos de una producción agrícola más sustentable, sin embargo, la inversión en investigación y desarrollo por parte de industrias, empresas e instituciones de investigación es necesario para avanzar de cara a las nuevas aspiraciones de la agricultura moderna.

Tecnal tiene como misión contribuir al desarrollo científico y tecnológico del mercado nacional e internacional. Con más de 45 años de tradición, suministra equipos para una variedad de análisis, contribuyendo directa e indirectamente a la sostenibilidad y la ciencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bulgarelli D , Schlaeppi K, Spaepen S, Ver Loren van Themaat E, Schulze-Lefert P. 2013. Structure and functions of the bacterial microbiota of plants. *Annual Review of Plant Biology* 64, 807-838.

Fravel, D. R. (2005). Commercialization and implementation of biocontrol. *Annu. Rev. Phytopathol.* 43, 337-359.

Lengai, Geraldin & Muthomi, J.W.. (2018). Biopesticides and Their Role in Sustainable Agricultural Production. *Journal of Biosciences and Medicines.* 06. 7-41.

Singh R., Kumar M., Mittal A., Mehta Pk. Microbial metabolites in nutrition, healthcare and agriculture. *3 Biotech*, v. 7(1), p. 15-19, 2017.



TRABAJANDO POR LA CIÊNCIA

+55 (19) 2105-6161
comex@tecnal.com.br