

Bioinsumos de uso agrícola

Situación y perspectivas
en América Latina y el Caribe

Rafael Aramendis
Andrés Mondaini
Adrián Rodríguez



Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

Deseo registrarme



NACIONES UNIDAS



www.cepal.org/es/publications



www.instagram.com/publicacionesdelacepal



www.facebook.com/publicacionesdelacepal



www.issuu.com/publicacionescepal/stacks



www.cepal.org/es/publicaciones/apps

Bioinsumos de uso agrícola

Situación y perspectivas en América Latina y el Caribe

Rafael Aramendis
Andrés Mondaini
Adrián Rodríguez



CEPAL



cooperación
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Este documento fue preparado a partir de los informes de consultoría de Rafael Aramendis, Consultor de la Unidad de Desarrollo Agrícola y Biodiversidad de la División de Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), bajo la dirección de Adrián Rodríguez, Jefe de dicha Unidad, y con la colaboración de Andrés Mondaini, Oficial Adjunto de Asuntos Económicos de la mencionada División, en el marco de las actividades del proyecto "Reactivación transformadora: superando las consecuencias de la pandemia de COVID-19 en América Latina y el Caribe", ejecutado por la CEPAL en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.

Se agradece la colaboración de Daniel Alejandro Suárez Tipán, Coordinador General de Registros de Insumos Agropecuarios de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD) del Ecuador; Jairo Ricardo Barreto, exfuncionario de la División de Insumos Agrícolas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), y Verónica Durán, Virginia Guardia, Cecilia Jones, María Mayans, Fabián Mila y Catalina Rava, funcionarios del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay.

Las Naciones Unidas y los países que representan no son responsables por el contenido de vínculos a sitios web externos incluidos en esta publicación.

No deberá entenderse que existe adhesión de las Naciones Unidas o los países que representan a empresas, productos o servicios comerciales mencionados en esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representa.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/TS.2023/149
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2023
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.23-00941

Esta publicación debe citarse como: R. Aramendis, A. Mondaini y A. Rodríguez, "Bioinsumos de uso agrícola: situación y perspectivas en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2023/149), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Resumen	7
Introducción	9
I. Algunas consideraciones generales sobre los bioinsumos de uso agrícola	13
A. ¿Qué son los bioinsumos?	13
B. Los bioinsumos y la sostenibilidad de la agricultura	15
1. Los bioinsumos y las soluciones de producción agrícola basadas en la naturaleza	15
2. Los bioinsumos de uso agrícola y la transición agroecológica	15
C. Los bioinsumos como alternativa para el desarrollo de la bioeconomía	16
D. Contexto internacional del mercado de bioinsumos de uso agrícola	17
1. Biofertilizantes	17
2. Biopesticidas	17
II. Estudio de caso de Argentina	19
A. Políticas públicas nacionales relacionadas con la producción y el uso de bioinsumos agrícolas	19
1. Políticas generales	19
2. Políticas sectoriales	21
3. Políticas específicas	22
B. Marco regulatorio para la producción y uso de bioinsumos	24
C. Investigación, desarrollo e innovación en bioinsumos agrícolas	28
D. Retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos agrícolas	29
E. Conclusiones	30
III. Estudio de caso de Colombia	33
A. Políticas públicas nacionales relacionadas con la producción y el uso de bioinsumos agrícolas	33
1. Políticas generales	33
2. Políticas sectoriales	34
3. Políticas específicas	36
B. Marco regulatorio para la producción y uso de bioinsumos	37
C. Investigación, desarrollo e innovación en bioinsumos agrícolas	40
D. Retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos agrícolas	42

IV. Estudio de caso del Ecuador	45	
A. Políticas públicas nacionales relacionadas con la producción y el uso de bioinsumos agrícolas	45	
1. Políticas generales.....	45	
2. Políticas sectoriales	47	
B. Marco regulatorio para la producción y uso de bioinsumos	49	
C. Investigación, desarrollo e Innovación en bioinsumos agrícolas	53	
D. Retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos agrícolas	55	
V. Estudio de caso del Uruguay	57	
A. Políticas públicas nacionales relacionadas con la producción y el uso de bioinsumos agrícolas	57	
1. Políticas generales.....	57	
2. Políticas sectoriales	59	
3. Políticas específicas en bioinsumos.....	63	
B. Marco regulatorio para la producción y uso de bioinsumos	64	
C. Investigación, desarrollo e innovación en bioinsumos agrícolas	70	
D. Retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos agrícolas	71	
VI. Análisis comparativo	73	
A. Políticas públicas	73	
B. Marco regulatorio para la producción y uso de Bioinsumos	74	
C. Investigación, desarrollo e Innovación en bioinsumos agrícolas	74	
D. Otras iniciativas nacionales y regionales	75	
1. Brasil	75	
2. Chile.....	75	
3. México	75	
4. MERCOSUR	76	
E. Retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos agrícolas	76	
VII. Conclusiones y recomendaciones	81	
A. Conclusiones	81	
B. Recomendaciones generales	82	
1. En el ámbito nacional	82	
2. En el ámbito regional.....	83	
Bibliografía	85	
Anexos	95	
Anexo 1	96	
Anexo 2	111	
Cuadros		
Cuadro 1	Argentina: Misión 2 del Desafío 2 de la Agenda Estratégica del PNCTI 2030.....	21
Cuadro 2	Argentina: metas a 2023 de la Misión 6 - Eje 1 - Proyecto 2	22
Cuadro 3	Argentina: reglamentación aplicable a bioinsumos	26
Cuadro 4	Colombia: Resumen de aspectos relacionados con bioeconomía y bioinsumos en el PND 2022-2026	33
Cuadro 5	Colombia: resumen de algunos de los aspectos claves definidos en la Estrategia de Bioeconomía	35
Cuadro 6	Colombia: aspectos relacionados con Bioeconomía tratados en los CONPES 3934 de 2018 y CONPES 3697 de 2011	35
Cuadro 7	Colombia: aspectos relacionados con bioeconomía tratados en el CONPES 3866 de 2016.....	36

Cuadro 8	Colombia: principales aspectos tratados en la Política Nacional de Insumos Agropecuarios – Ley 2183 de 2022	37
Cuadro 9	Colombia: reglamentación aplicable a bioinsumos.....	37
Cuadro 10	Ecuador: resumen de aspectos en relación con bioeconomía o bioinsumos tratados en el Plan Creación de Oportunidades 2021-2025	46
Cuadro 11	Ecuador: aspectos de la Estrategia Territorial Nacional que tienen alguna relación con bioeconomía y bioinsumos	46
Cuadro 12	Ecuador: Resumen de algunos de los aspectos claves definidos en la Política para el sector agropecuario, con algún grado de relación con bioinsumos y bioeconomía	47
Cuadro 13	Ecuador: reglamentación aplicable a bioinsumos.....	50
Cuadro 14	Uruguay: líneas Estratégicas de la Macroestrategia Uruguay Agroiinteligente	59
Cuadro 15	Uruguay: resumen de los objetivos y dimensiones del Plan Ambiental Nacional para el Desarrollo Sostenible	60
Cuadro 16	Uruguay: estructura y contenido de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB).....	61
Cuadro 17	Uruguay: reglamentación aplicable a bioinsumos	65
Cuadro 18	Análisis comparativo de retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos	76
Cuadro A1	Argentina: desarrollos en bioinsumos en universidades, centros de investigación y empresas	96
Cuadro A2	Colombia: desarrollos en bioinsumos.....	102
Cuadro A3	Ecuador: algunos desarrollos en bioinsumos.....	107
Cuadro A4	Uruguay: desarrollos en bioinsumos	109
Cuadro A5	Resumen comparativo de las políticas relacionadas con bioinsumos en los países objeto de estudio	111
Cuadro A6	Resumen comparativo de las regulaciones aplicables para bioinsumos en los países objeto del estudio.....	114
Cuadro A7	Análisis comparativo de actividades de investigación, desarrollo e innovación en bioinsumos en centros de investigación, universidades, institutos tecnológicos y empresas	115
 Gráfico		
Gráfico 1	América Latina y el Caribe: importaciones de fertilizantes por país de origen, según tipo de nutriente, 2010-2020.....	10
 Recuadro		
Recuadro 1	FAO: ¿Qué es la agroecología?.....	16
 Diagramas		
Diagrama 1	Argentina: árbol de objetivos del plan de acción para el sector de los bioinsumos de uso agropecuario.....	23
Diagrama 2	Argentina: actores involucrados en el plan de acción para el sector de los bioinsumos de uso agropecuario	24
Diagrama 3	Argentina: clasificación de los bioinsumos de uso agrícola	27
Diagrama 4	Argentina: clasificación de los bioinsumos de acuerdo con la reglamentación del SENASA.....	27
Diagrama 5	Colombia: clasificación de los bioinsumos en Colombia de acuerdo con la Resolución 68370 de 2020 expedida por el ICA	39
Diagrama 6	Ecuador: clasificación de los bioinsumos de acuerdo con la regulación expedida por Agrocalidad 2022	52
Diagrama 7	Uruguay: clasificación de los bioinsumos según la regulación vigente	69

Resumen

En el ámbito nacional el documento destaca la importancia de: disminuir la heterogeneidad regulatoria; articular los instrumentos de política pública que apalancan su fomento; orientar la I+D+i en bioinsumos de modo tal que se reconozcan las características habilitantes y condicionantes de cada territorio; fomentar el desarrollo de la infraestructura de escalamiento y producción comercial para suplir la demanda; resolver los temas regulatorios ambientales y de salud humana; fomentar alianzas entre los institutos nacionales de investigación agropecuaria, la academia y el sector privado; sistematizar lecciones aprendidas de las iniciativas para la producción de bioinsumos desarrolladas en el pasado; desarrollar estrategias específicas para fomentar el desarrollo de bioinsumos que propicien de manera integral y transversal la investigación, desarrollo, innovación producción y su comercialización; vincular las estrategias de bioinsumos con las metas agrícolas, ambientales, de desarrollo productivo, desarrollo sostenible y de ciencia y tecnología; e incorporar la promoción del desarrollo y uso de bioinsumos como una parte integral clave de las estrategias de bioeconomía, de las metas ambientales comprometidas en el acuerdo de París, y de un conjunto de soluciones basadas en la naturaleza. En el ámbito regional se enfatiza la relevancia de profundizar y continuar el trabajo articulado en materia de regulación de bioinsumos, como ya se está haciendo en el seno de MERCOSUR; y se propone implementar una red regional de investigación, desarrollo e innovación en bioinsumos que recoja y comparta experiencias positivas y lecciones aprendidas de las distintas iniciativas nacionales.

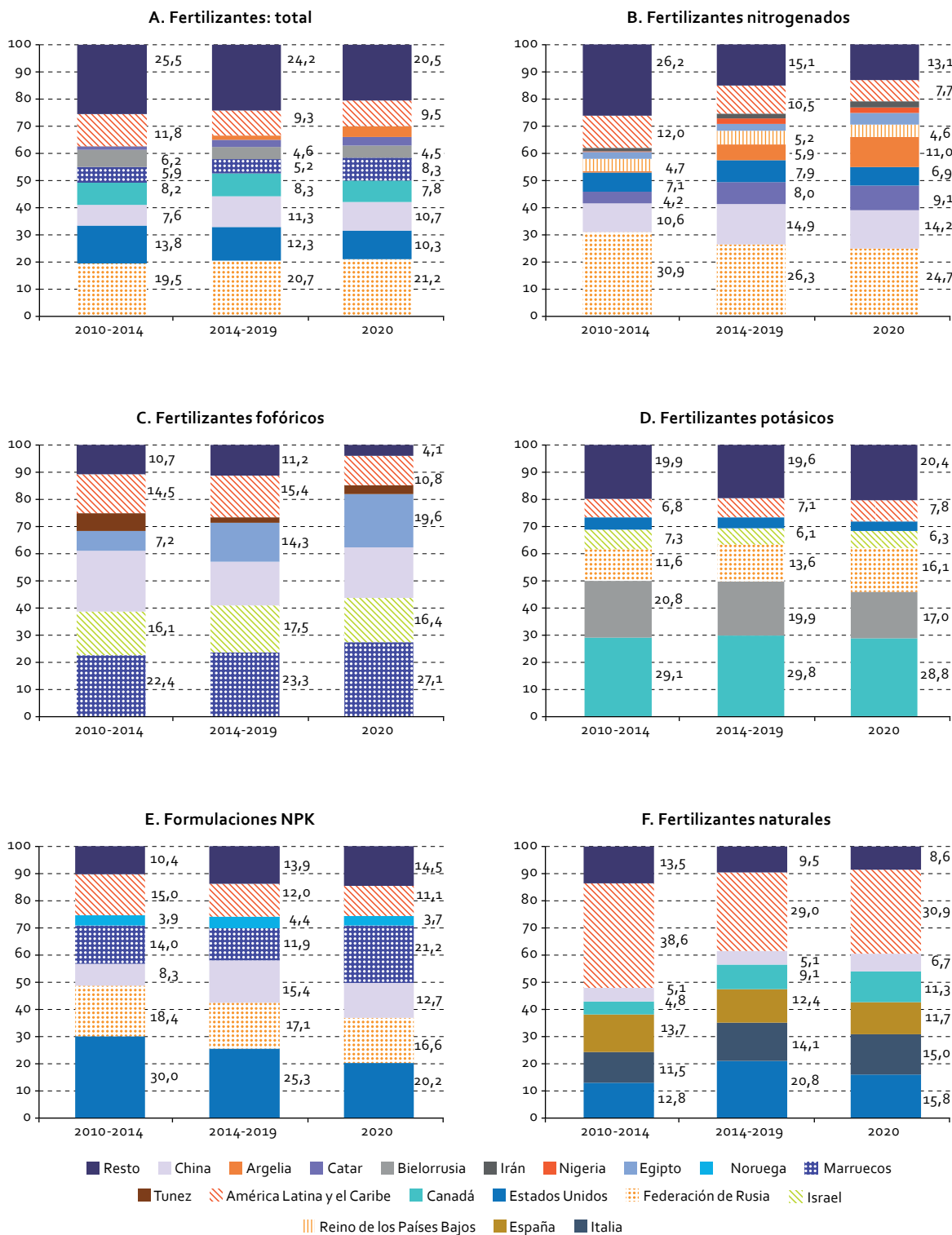
Introducción

En América Latina y el Caribe (ALC) hay un interés creciente en el desarrollo y uso de insumos agrícolas de base biológica motivado por dos factores principales. El primero, asociado sobre todo a los fertilizantes, es la vulnerabilidad que deriva de la alta dependencia de su importación y de la concentración de la oferta. El segundo es la preocupación por los impactos del uso excesivo de insumos agrícolas químicos.

El primer factor se hizo evidente con el conflicto entre la Federación Rusa y Ucrania, que interrumpió la cadena de comercialización de fertilizantes, sobre todo de los nitrogenados sintéticos. La oferta de estos es concentrada y ALC depende en gran medida de su importación. El peso de las importaciones en la utilización de fertilizantes se incrementó en el agregado regional de 77,6% en 2000-04 a 85,9% en 2015-19. Además, existe una alta dependencia de la Federación Rusa para el suministro. Ese país provee alrededor de una quinta parte del total de importaciones de fertilizantes de ALC y una cuarta parte de las importaciones de fertilizantes nitrogenados. Otros proveedores importantes son Estados Unidos (en torno al 12%), China (entre 8 y 11%), Canadá (alrededor de 8%), Marruecos (incrementó su peso, desde alrededor de 6% a 8.3% en 2020), y Bielorrusia (entre 5 y 6%). Estos seis países fueron en 2015-2019 el origen del 62% del total de importaciones de fertilizantes de la región. Los detalles por tipo de fertilizante pueden verse en el gráfico 1.

El segundo factor es de más larga data y tiene asociadas dos grupos de preocupaciones. Por un lado, la contaminación del agua, el agotamiento de los nutrientes del suelo, y el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero que deriva del uso excesivo de insumos químicos. Y por otro, a las implicaciones del uso poco controlado de estos sobre la salud humana, tanto de los trabajadores agrícolas, en los procesos de aplicación, como de los consumidores, por la presencia de trazas, sobre todo en los alimentos frescos.

Gráfico 1
América Latina y el Caribe: importaciones de fertilizantes por país de origen,
según tipo de nutriente, 2010-2020
(Porcentajes)



Fuente: CEPAL (2022, pp.177-178).

La dependencia de las importaciones (y la concentración de la oferta¹) funciona como un incentivo para el desarrollo de nuevas alternativas tecnológicas ante la escasez de insumos, como ha sido históricamente con el desarrollo de innovaciones en la agricultura (Binswanger & Ruttan, 1978). Por su parte, los efectos sobre la salud humana y el ambiente asociados al uso de insumos agrícolas químicos han impulsado el desarrollo de legislaciones recientes en distintos países y bloques para regular y limitar su uso, lo que genera una ventana de oportunidad para la innovación por sustitución o retirada tecnológica.

Frente a eso contexto, los bioinsumos emergen como una trayectoria tecnológica alternativa, tanto para disminuir la dependencia de la importación de insumos químicos, como para reducir los potenciales efectos externos derivados de su uso. Más aún, los bioinsumos son vistos también como una alternativa para el desarrollo de la bioeconomía, contribuyendo al desarrollo de nuevas actividades productivas de alto valor agregado (CEPAL 2022). Estos tres factores motivaron la elaboración del estudio cuyos resultados se incluyen en este documento, como parte de las actividades del subproyecto “Innovación en bioeconomía en actividades de alto valor agregado para el cambio estructural y una reactivación transformadora”, en el marco del Proyecto “Reactivación transformadora: superando las consecuencias de la pandemia de Covid-19 en América Latina y el Caribe (ALC)”, del programa de cooperación entre la CEPAL, el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Se considera como bioinsumos agrícolas a los productos de base biológica elaborados a partir de organismos vivos y sus derivados. Entre los bioinsumos destacan los biofertilizantes, los biopesticidas, los bioinoculantes, los bioestimulantes, los bioestabilizadores, y los biocontroladores. Los biofertilizantes son los bioinsumos más conocidos y en los que se ha puesto el foco de atención desde el inicio del conflicto Rusia-Ucrania.

El estudio busca informar sobre la situación actual de los sistemas de innovación en la tecnología de bioinsumos agrícolas con base en microorganismos en cuatro países de América Latina. El enfoque de sistemas tecnológicos de innovación² ha ganado relevancia en años recientes para el análisis de tecnologías emergentes que permitan la transición hacia nuevos métodos de producción y consumo. Cada uno de los casos de estudio busca informar sobre la actualidad del marco regulatorio y de promoción de la tecnología, así como también, sobre la investigación en la materia.

El documento consta de siete capítulos, en los que se presentan algunas consideraciones generales sobre los bioinsumos de uso agrícola y sobre el mercado internacional de estos (Capítulo I), los estudios de caso de la Argentina (Capítulo II), Colombia (Capítulo III), el Ecuador (Capítulo IV), y el Uruguay (Capítulo V), un análisis comparativo de los estudios de caso (Capítulo VI), y algunas conclusiones y recomendaciones (Capítulo VII).

Los estudios de caso incluyeron la exploración de información sobre los mercados nacionales de bioinsumos. Sin embargo, esa información no se incluyó en el documento, debido a la disparidad en detalle de la información disponible en los diferentes países.

La recopilación de información para la preparación del documento concluyó en mayo 2023. Aunque se ha hecho un esfuerzo de actualización, dado el dinamismo e interés en el tema es posible que haya información reciente que no esté incluida.

¹ De hecho, un antecedente relevante para la agricultura global —y paradójico para la región— que ilustra la importancia de la innovación para buscar alternativas frente a la concentración de la oferta de un insumo crítico fue el desarrollo de fertilizantes sintéticos a principios del siglo XX, a partir de las investigaciones de Fritz Haber y Carl Bosch: Haber desarrollando el proceso para la producción de amoníaco extrayendo nitrógeno directamente del aire (Proceso Haber); y Bosch sentando las bases para el escalamiento del proceso. El proceso, denominado Haber-Bosch, permitió reducir la dependencia del salitre (y en poco tiempo su desplazamiento), en ese entonces el principal fertilizante nitrogenado de uso en la agricultura y cuya producción se concentraba casi en su totalidad en Chile (véase p. ej., Naan, 2013, pp. 131-133, y Mann, 2019, pp. 168-172).

² Se entiende por sistemas tecnológicos de innovación (STI) a aquella (s) “red o redes de agentes que interactúan en un área tecnológica específica, bajo una infraestructura institucional particular para generar, difundir y utilizar cierta tecnología” (Carlsson & Stankiewicz, 1991, pág. 94). A diferencia de otros enfoque de sistemas, el respectivo de STI posee la heurística de que se enfoca en una tecnología específica, lo que permite estudiar las características del sistema asociado, analizar su dinámica, sus fortalezas y debilidades (Jacobsson & Johnson, 2000).

I. Algunas consideraciones generales sobre los bioinsumos de uso agrícola

A. ¿Qué son los bioinsumos?

Los bioinsumos agrícolas son productos de base biológica elaborados a partir de organismos vivos y sus derivados. Según la función que cumplen, comúnmente se los categoriza como biofertilizantes o biocontroladores (bioherbicidas, biopesticidas, entre otros) (Sansinenea, 2021). Según su naturaleza, se puede diferenciar entre aquellos que deriven o consisten en macroorganismos o microorganismos (p. ej., bacterias, hongos, protozoos, entre otros).

Los avances en las ciencias ómicas (p. ej., genómica, proteómica, metabolómica metagenómica, transcriptómica) permiten descubrir, no solo nuevos microorganismos, sino también, nuevas funciones de los ya conocidos, lo que dificulta la caracterización de su funcionalidad agrícola principal; por ejemplo, ser biofungicidas y bioestimulantes, ya que pueden tener más de una función. En consecuencia, a nivel global no existe una definición consensuada de bioinsumos.

Distintos países y bloques recientemente han elaborado regulaciones que permiten delinear los contornos de la tecnología; sin embargo, en general estas solo aplican a la función de fertilizantes o estimulante (biofertilizantes). Otra característica de estos productos a nivel internacional es la formación de coaliciones o alianzas en el sector privado, que usualmente han precedido a la regulación o promoción oficial. En el caso de Europa destaca el Consejo de la industria de bioestimulantes (EBIC), y en los Estados Unidos, la Coalición de Bioestimulantes (el actual Consejo de bioestimulantes).

En la Unión Europea sobresale el Reglamento 1009/2019 del Parlamento y del Consejo, con el fin de promover un uso más eficiente y reducir la dependencia de nutrientes de terceros países, que estableció disposiciones sobre los productos, de origen no químico, destinados tanto a proporcionar nutrientes a las plantas, como a mejorar su eficiencia nutricional, ambos catalogados como bioestimulantes (Parlamento y Consejo de la Unión Europea, 2019, párr 1). El Reglamento no incluye a los plaguicidas y especifica que en el caso que un producto cumpla además de la función de fertilizante, la de plaguicida, debe reglarse por el Reglamento 1107 de 2009, específico a estos últimos.

En el Reglamento se define a los bioestimulantes como “productos fertilizantes, cuya función consista en estimular los procesos de nutrición de las plantas, con el único objetivo de mejorar una o varias de las siguientes características de las plantas y su rizosfera: eficiencia en el uso de los nutrientes; tolerancia al estrés abiótico, características de calidad, o poner a disposición, nutrientes inmovilizados en el suelo y la rizosfera”. Dentro de este grupo se incluyen los bioestimulantes de origen microbiano, los cuales se limitan a las bacterias *Azospirillum spp.*; *Azotobacter spp.* y *Rhizobium spp.* y a los hongos micorrízicos. (Parlamento y Consejo de la Unión Europea, 2019, anexo II, CMC 7.).

En los Estados Unidos, el Programa Nacional Orgánico del Departamento de Agricultura (USDA) es el que, sin definirlos, ha traccionado la demanda de productos biológicos. En el año 2022 y como consecuencia del aumento de los costos de los fertilizantes por la guerra en Ucrania, se creó el Programa de expansión de la producción de fertilizantes, también administrado por el USDA. Este programa otorga financiamiento para la producción y procesamiento de fertilizantes nacionales de los Estados Unidos, que sean innovadores, sostenibles e independientes de grandes firmas. Si bien el mismo financió la expansión de firmas que producen fertilizantes biológicos con base en microorganismos, no los describió como tal. Por el contrario, sí se lo hizo en el reciente documento Objetivos para la biotecnología y la biofabricación, en el que se establecen los objetivos de reforzar la investigación en bioestimulantes y biocontroladores (The White House Office of Science and Technology Policy, 2023, pág. 18 y 21).

Tanto en el caso de Unión Europea, como en el de Estados Unidos, las decisiones oficiales que favorecen a la sustitución de insumos agropecuarios de origen químico se fundamentaron sobre la base de reducir la dependencia de insumos y nutrientes externos para la producción. Este es un factor que se vio exacerbado con el incremento de precios de los fertilizantes, a partir de la guerra en Ucrania.

En forma similar a como ha sido históricamente en Estados Unidos, en Canadá la temática se incluye en los Principios generales y normas de gestión de los sistemas de producción orgánica, pero en este caso se utiliza la definición de biobasados, en la que se incluye a toda sustancia que se derive de una fuente vegetal, animal o microbiana. Por su parte, la caracterización funcional (fertilizante, pesticida), se hace en forma transversal con independencia del origen del producto.

En el caso de India, probablemente el país con el sistema legal más completo sobre biofertilizantes (Malusa & Vassilev, 2014), el Ministerio de Agricultura emitió, en 2006, una orden que los incluía bajo la Ley de productos básicos esenciales, de 1955, y dentro de la Orden para el control de fertilizantes de 1985. Allí se los definió como el producto que contiene microorganismos útiles en agricultura en términos de fijación de nitrógeno, solubilización de fósforo, o movilización de nutrientes, para aumentar la productividad del suelo y/o cultivo. Al año 2023 se incluyen 11 tipos de biofertilizantes, algunos individualizados (*Acetobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Rhizobium*), otros agrupados, ya sea por su naturaleza, funcionalidad, o ambas (bacterias solubilizadoras de fósforo, de zinc, biofertilizantes movilizadores de potasio, biofertilizante fúngico solubilizador de fosfato, biofertilizantes micorrízicos), o como consorcios de biofertilizantes (líquidos y portadores). De cada uno de ellos se establecen parámetros de unidad de formación de colonias, unidad de estimación de células microbiales en una muestra (o de esporas, según el caso), eficiencia, contaminación, y pH (National Centre for Organic & Natural Farming, 2023).

En el ámbito regional, la definición aprobada recientemente por la Comisión de Bioinsumos de Uso Agropecuario del MERCOSUR, se asemeja más a la agrupación amplia de Canadá, que a aquellas más específicas de la Unión Europea e India. La misma define a los bioinsumos de uso agropecuario como: “Todo aquel insumo de origen biológico, que haya sido producido, derive o consista en microorganismos/macroorganismos, destinado a ser utilizados en actividades agropecuarias” (MERCOSUR, SGT N°8/CBAG, 2023).

B. Los bioinsumos y la sostenibilidad de la agricultura

1. Los bioinsumos y las soluciones de producción agrícola basadas en la naturaleza

Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) pueden caracterizarse como acciones basadas en la replicación o emulación de sistemas, procesos y principios biológicos para proteger, gestionar de forma sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados, abordando desafíos sociales y ambientales de manera eficaz y adaptativa, al tiempo que proporcionan bienestar humano y beneficios para la biodiversidad y los ecosistemas.

El concepto de SbN es consistente con varios enfoques basados en ecosistemas, como restauración ecológica, ingeniería ecológica, restauración del paisaje forestal, adaptación basada en ecosistemas, mitigación basada en ecosistemas, reducción del riesgo de desastres basada en ecosistemas, infraestructura verde, y gestión basada en ecosistemas.

En la búsqueda de alternativas para optimizar los procesos de la producción y la transformación de alimentos, la agricultura se ha valido de la selección genética, la promoción de polinizadores, el control biológico de poblaciones de insectos, el uso de organismos benéficos (para la fertilización, el control de patógenos, así como en el procesamiento de alimentos), entre otras aplicaciones. El uso de microorganismos benéficos es tradicional en el manejo agronómico, desde el antiguo uso de levaduras para procesos de conservación y procesamiento de alimentos, hasta el uso de controladores biológicos naturales de plagas y enfermedades que atacan los cultivos y plantaciones. Algunos ejemplos son el uso de hongos del género *Trichoderma* para el control de enfermedades en cultivos, insectos del género *Crisopa sp.* que atacan insectos plaga, o las bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Rhizobium*, entre otros (Meza y Rodríguez, 2022).

2. Los bioinsumos de uso agrícola y la transición agroecológica

Aunque no existe una definición universalmente aceptada de agroecología, se la puede caracterizar, en términos generales, como la aplicación de los principios y procesos biológicos en la agricultura. Como tal, vincula las disciplinas de la agricultura y la ecología.

Gliessman (2018, p. 599) destaca que el concepto emergió a principios de la década de los ochenta del siglo pasado "*como una forma de resistencia y una alternativa a los cambios que se estaban produciendo en el sistema alimentario como resultado de la revolución verde, la simplificación a través de los monocultivos, la industrialización de todos los aspectos de la producción de alimentos, procesamiento y distribución, y el creciente control y dominio corporativo del sistema alimentario*". Asimismo, indica que la definición más común de agroecología en ese momento era la aplicación de conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles (p. ej., Gliessman 1990 y 1997), o la ciencia de la agricultura sostenible (Altieri, 1995).

Según la FAO (2018, p. vii), la agroecología tiene como objetivo "*crear agroecosistemas diversificados, imitando los sistemas naturales tan fielmente como sea posible para mejorar la producción sostenible y la independencia*". La flexibilidad de este objetivo hace posible promover este enfoque en fincas más o menos especializadas, y por lo tanto, a la posibilidad de trabajar conectados a cadenas agroindustriales, en todos los segmentos de agricultores (agricultura familiar, fincas medianas y grandes). Tres elementos son destacables. Primero, la idea de imitar a la naturaleza define un patrón productivo compatible con el objetivo de incrementar el uso de insumos de origen biológico que potencian la reproducción de los procesos y principios biológicos en que se sustenta la agricultura. Segundo, la idea de transición sugiere que el paradigma de la agroecología tiene que implementarse en forma gradual. Y tercero, la idea de reproducir los procesos y principios biológicos—tal como lo destaca la visión de la bioeconomía— de manera "*tan fiel como sea posible*",

sugiere la necesidad de flexibilidad tecnológica, esto es, estructuras tecnológicas “híbridas” en las fincas (al menos en las primeras fases), que son indispensables para que los productores puedan enfrentar todos sus problemas tecnológicos y a la vez ser rentables. En el recuadro 1 se incluye una caracterización de la FAO sobre qué es la agroecología. Un concepto relacionado de origen más reciente es el de agricultura regenerativa³.

Recuadro 1

FAO: ¿Qué es la agroecología?

“La agroecología es un enfoque holístico e integrado que aplica simultáneamente conceptos y principios ecológicos y sociales al diseño y la gestión de sistemas agrícolas y alimentarios sostenibles. Pretende optimizar las interacciones entre las plantas, los animales, los seres humanos y el medio ambiente, a la vez que aborda la necesidad de sistemas alimentarios socialmente equitativos en los que las personas puedan elegir lo que comen y cómo y dónde se produce. La agroecología es a la vez una ciencia, un conjunto de prácticas y un movimiento social, y ha evolucionado como concepto en las últimas décadas para pasar de centrarse en los campos y las granjas, a abarcar la totalidad de los sistemas agrícolas y alimentarios. Ahora representa un campo transdisciplinar que incluye las dimensiones ecológica, sociocultural, tecnológica, económica y política de los sistemas alimentarios, desde la producción hasta el consumo”.

Fuente: <https://www.fao.org/agroecology/overview/es/>.

El interés en el fomento de una transición agroecológica se ha incrementado desde la Cumbre de las Naciones Unidas sobre los sistemas alimentarios realizada en 2021, que llamó la atención sobre la importancia de los sistemas alimentarios como ámbito estratégico para avanzar en la implementación sinérgica de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y propuso el impulso de las soluciones de producción basadas en la naturaleza como una de las áreas de acción para la transformación de los sistemas alimentarios (Naciones Unidas, 2021).

C. Los bioinsumos como alternativa para el desarrollo de la bioeconomía

La bioeconomía propone rutas de desarrollo que incluyen un amplio rango de SbN, que incluyen la protección y mejora de los servicios ecosistémicos, la eco-intensificación de la agricultura y la agroecología, y los procesos de base biológica para la remediación ambiental en suelos y agua (Meza y Rodríguez, 2022). Los bioinsumos son un elemento común a todas ellas.

El desarrollo de la producción y el uso de bioinsumos en la agricultura es, por lo tanto, una oportunidad para potenciar el desarrollo de la bioeconomía en los países de la región, contribuyendo a disminuir la dependencia de la importación de insumos químicos, así como a reducir los potenciales efectos externos derivados de su uso (CEPAL 2022).

El desarrollo de la producción y uso de bioinsumos es una alternativa en la que convergen políticas de desarrollo productivo y gestión sostenible de los recursos naturales en la agricultura. En el primer caso es una vía para para la diversificación productiva y la agregación de valor. En el segundo, su uso contribuye a mejorar y restaurar la calidad de los suelos y a potenciar los servicios ecosistémicos asociados al bioma de los suelos.

³ No es el objetivo de este documento establecer diferencias entre diferentes conceptos que hacen referencia a sistemas productivos agrícolas que buscan la sostenibilidad.

D. Contexto internacional del mercado de bioinsumos de uso agrícola

1. Biofertilizantes

El mercado de biofertilizantes presenta un crecimiento significativo. Kumawat (2021) señala que el mercado global de estos productos alcanzó un valor de más de USD 1.8 mil millones en 2018, creciendo a una tasa promedio acumulativa anual⁴ (TPAA) de alrededor del 14,3% durante 2011-2018. Markets & Markets (2022) valoró el mercado global de biofertilizantes en USD\$ 2.6 miles de millones en el año 2021, y proyecta que crezca a una TPAA de 11.9 % hasta alcanzar USD\$ 4.5 miles de millones en el 2026, mientras que Mordor Intelligence (2022) proyecta una TPAA del 12,1% para el periodo 2022-2027. Por su parte, The Brainy Insights (2022) destaca que este mercado podría crecer a una TPAA de 13 % entre 2021 y 2030, alcanzando un valor de USD 4,7 miles de millones. El segmento más importante es el de los fijadores de nitrógeno, con una participación de mercado estimada en alrededor del 55% en 2020 (The Brainy Insights, 2022).

El crecimiento de este mercado está siendo impulsado por: un aumento en las prácticas de agricultura orgánica (de 69.4 millones has 2017 a 74.9 millones de has 2020 (Mordor Intelligence, 2022)); la necesidad de mejorar la materia orgánica del suelo; una estructura regulatoria favorable y apoyo gubernamental al uso de los biofertilizantes; las preocupaciones acerca del control de emisiones de nitratos y la eutroficación en ambientes acuáticos; y en Europa, la política que promueve el uso sostenible de productos para la protección de cultivos y en particular la estrategia “Farm to Fork” (Markets & Markets, 2022; The Brainy Insights, 2022).

Los principales jugadores en el mercado de los biofertilizantes son Novozymes A/S (Dinamarca), Vegalab SA (Suiza), UPL Limited (India), Kiwa Biotech (China) y Lallemand Inc (USA).

El uso de biofertilizantes también enfrenta limitaciones, entre las que destaca la insuficiente información de la que disponen los agricultores, factor que limita su adopción. Su aplicación está todavía restringida a ciertos cultivos y ubicaciones, pues la actividad de los microorganismos es específica al tipo de planta y a las características particulares del sitio en el que se aplican. Al incluir microorganismos vivos, los biofertilizantes pueden perder su actividad, por ejemplo, ante fluctuaciones en la temperatura. Además, limitaciones en la definición de estándares de empaque, etiquetado, y fijación de precios pueden afectar la calidad de los productos y causar pérdidas para los agricultores (Gupta, 2021).

También es importante destacar que la calidad de los biofertilizantes depende no solo del tipo de microorganismos empleados, sino también de la calidad de los materiales utilizados como medio portador de los elementos activos; por lo tanto, la disponibilidad de portadores de buena calidad es fundamental para asegurar la producción de biofertilizantes que cumplan con condiciones adecuadas de eficiencia y bioseguridad.

2. Biopesticidas

El mercado global de biopesticidas (o bioplaguicidas) —que abarca bioinsecticidas, biofungicidas, bionematicidas y bioherbicidas— se estimó en USD\$ 5.5 miles de millones en 2022 y se proyecta que alcance USD\$ 11.3 miles de millones en 2027, con una TPAA de 15.6%. Se espera un crecimiento importante motivado por las disposiciones del Pacto Verde Europeo (European Green Deal) sobre la reducción de insumos químicos. Norteamérica domina el mercado de bioplaguicidas, con un valor de USD\$ 2,3 miles de millones en 2022, que se proyecta alcance USD\$ 4.7 miles de millones en 2027, con una TPAA de 15.8% en el período de análisis (Markets & Markets, 2022).

⁴ Se refiera al concepto de “cumulative anual growth rate” (CAGR) en inglés.

Los bioplaguicidas microbianos son la fuente más ampliamente usada de biopesticida. Las formulaciones líquidas son las predominantes en el mercado, esperándose que crezcan a una TPAA de 16.1% entre 2021 y 2030. Las aplicaciones foliares constituyen el método de uso más empleado. Se considera que el mercado de los bioplaguicidas puede ser clasificado como competitivo, con una mezcla de jugadores grandes y pequeños, ninguno de los cuales con una participación mayoritaria, con los grandes jugadores presentes a nivel global y los jugadores no organizados en el nivel local en varios países (Markets & Markets, 2022).

Dentro de los principales factores que mueven globalmente este mercado se encuentran: el aumento en la tierra orgánica cultivada, el aumento en la popularidad de los productos orgánicos por los beneficios percibidos en la salud, las estrictas regulaciones ambientales a las que se enfrentan los productos de base química convencional, los costos altos para el desarrollo de los productos de base química y las limitaciones tecnológicas para la producción y el uso de estos productos. En Europa el mayor impulsor del mercado es el *Green Deal* y su estrategia "*Farm to Fork* (de la granja de la mesa)" que propone alcanzar una reducción del 50% en el uso de pesticidas de base química para el 2030 (Markets & Markets, 2022).

Los jugadores claves del mercado global de bioplaguicidas son: BASF (Alemania), Bayer (Alemania), Syngenta AG (CHEM China), UPL Limited (India), FMC Corporation (EUA), Marrone Bioinnovations destacando que en julio del 2022 se crea Pro Farm Group Inc mediante la fusión de Marrone Bio Innovations y la compañía argentina Bioceres Crop Solutions creando una gran compañía con un portafolio importante de soluciones biológicas (ProFarm, 2022).

II. Estudio de caso de Argentina

A. Políticas públicas nacionales relacionadas con la producción y el uso de bioinsumos agrícolas

1. Políticas generales

a) Programa Nacional de Bioeconomía

El desarrollo de la bioeconomía en Argentina ha sido impulsado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, el Ministerio de la Producción, y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Con un carácter federal, esta iniciativa promueve e incentiva el intercambio entre los sectores académicos, científicos-tecnológicos, gobiernos y el sector privado. A partir de estas vinculaciones se propone generar cadenas de valor con una marcada aplicación intensiva de conocimiento y con el propósito de lograr una mayor productividad, en el marco de mayor sostenibilidad económica, social y ambiental. Argentina posee características que ofrecen múltiples oportunidades para el desarrollo de la bioeconomía local. El país posee un extenso territorio, gran variedad climática y de biodiversidad, una importante superficie de bosques nativos e implantados, y sectores agrícola-ganaderos y agroindustriales altamente competitivos. Adicionalmente, se han adoptado en forma temprana los avances biotecnológicos y existen capacidades científicas-tecnológicas de avanzada.

Como principales áreas se han identificado la salud humana, la producción de alimentos, la producción de biomasa, las biorrefinerías, la preservación y la mejora del ambiente. Como tecnologías transversales identifico a la bioinformática y al *big data*, y en cuanto las acciones institucionales propuso: i) un esquema de coordinación interministerial; ii) el reconocimiento del carácter territorial de la bioeconomía; y iii) un esquema de financiamiento congruente con la magnitud de las actividades.

En el año 2017 se creó el Programa Nacional de Bioeconomía, y en el 2020 la Dirección Nacional de Bioeconomía que es responsable de la promoción y regulación de los productos de la bioeconomía y la interrelación de estos con todas las cadenas productivas (Ministerio de Economía, 2023d). Dentro de los programas y proyectos de bioeconomía, en 2021 mediante Resolución 2021-144-APN-MAGYP se crea el programa de bioinsumos agropecuarios argentinos (PROBIAAR), destinado a potenciar el desarrollo,

producción, procesamiento, registro, comercialización y consumo de bioinsumos de uso agropecuario, haciendo particular énfasis en el desarrollo local, regional y asociativo nacional; impulsando alternativas de producción agropecuaria, agroindustrial y agro-energética de carácter sustentable en términos sociales, ambientales y económicos, en beneficio del conjunto de la sociedad.

b) Programa Nacional Bidesarrollar Argentina

Como parte de la políticas públicas que la Argentina ha definido para el desarrollo de la bioeconomía, se creó el año 2022 mediante Resolución 63 de MAGYP el Programa Nacional Bidesarrollar Argentino (Bidesarrollar), con el objetivo de promover e impulsar el desarrollo, la innovación, la adopción y la producción de los productos de la bioeconomía que comprenden las áreas de biotecnología, bioinsumos, biomateriales y bioenergía, por parte de las micro, pequeñas y medianas empresas, así como de las cooperativas y entidades de investigación pública y de articulación mixta (SAGyP, 2022).

Con el programa Bidesarrollar, se busca entre otros:

- Articular y vincular a los bidesarrolladores con entidades públicas, privadas y mixtas para la elaboración de proyectos y productos.
- Generar procesos asociativos público - privados para el desarrollo de inversiones en iniciativas que se encuentren en sus etapas finales de desarrollo, promoviendo su escalamiento.
- Brindar instrumentos de financiación para proyectos de desarrollo de bioproductos de la bioeconomía, cuyos prototipos estén en condiciones de avanzar en sus niveles de escalamiento productivo y comercial.
- Ofrecer asistencia técnica para resolver las problemáticas planteadas, así como brindar herramientas e instrumentos orientados al desarrollo de sus bioproductos.

Mediante la Disposición 7/2023 se emitió el “Manual operativo del Programa Nacional Bidesarrollar Argentino”, que define su forma de aplicación. El manual establece que quienes participan del programa podrán aplicar para acceder a asistencia técnica y a financiamiento. En cuanto a la asistencia técnica se busca “*acercar las políticas públicas a los bidesarrolladores locales, a través de acciones orientadas a resolver las problemáticas planteadas, así como brindar herramientas e instrumentos orientados al desarrollo de sus bioproductos*”. Respecto al financiamiento, establece: “*En caso de que el Proyecto seleccionado requiriera Financiamiento, habiendo recibido o no Asistencia Técnica, y no sea FONDAGRO quien la gestione, la Autoridad de Aplicación definirá la gestión en forma articulada con la Dirección General de Administración (DGA) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca*” (Subsecretaría de Alimentos, Bioeconomía y Desarrollo Regional, 2023).

c) Programa Nacional Bioproducto Argentino

En el año 2017, el Ministerio de Agroindustria crea el Programa Bioproducto argentino, en el ámbito de la Secretaría de Agregado de Valor (Ministerio de Agroindustria, 2017; Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, 2021). Esa decisión se tomó teniendo en cuenta que: el desarrollo de la industria de los productos de base biológica, denominados también “bioproductos”, es una herramienta para lograr avances en la sustentabilidad de la producción agroalimentaria y agroindustrial, fomentando la industrialización de la ruralidad y el agregado de valor en origen; que el fomento de la producción y uso de los bioproductos argentinos contribuye al desarrollo de una bioeconomía diversificada y estable; y que la producción de los bioproductos ofrece beneficios socio- económicos y ambientales.

Dos propósitos importantes del Programa bioproducto argentino son: i) promover que la agroindustria nacional desarrolle bioinsumos, biomateriales y demás bioproductos, en el marco de una política de impulso a la bioeconomía, y ii) aumentar el empleo de los recursos agrícolas renovables, disminuyendo la dependencia del petróleo y contribuyendo a la reducción de los impactos ambientales y de salud adversos.

El Sello Bioproducto argentino es la herramienta que promueve oportunidades de valor agregado a los productos, subproductos y residuos de la industria agropecuaria. El otorgamiento del Sello es

evaluado por la Comisión Nacional Asesora de Biomateriales (COBIOMAT), en el caso de los biomateriales y demás bioproductos, y por el Comité asesor en bioinsumos de uso agropecuario (CABUA), en el caso de los bioinsumos (Ministerio de Economía, 2023e).

d) Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030

El Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI) es el instrumento que define, organiza y comunica el conjunto de políticas, estrategias e instrumentos para todos los actores y agentes públicos y privados que integran el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), con el objetivo de impulsar la generación y gestión del conocimiento para la innovación social y productiva inclusiva y sostenible (Dirección Nacional de Políticas y Planificación, 2022).

El PNCTI se estructura en Agendas Estratégicas, Territoriales, Transversales y de Cambio Institucional. Dentro de la Agenda estratégica se definieron diez (10) desafíos nacionales, el Desafío 2: *Impulsar la bioeconomía y la biotecnología para incrementar la producción sostenible y alcanzar la soberanía alimentaria*, define una de sus misiones enfocada a esquemas productivos a partir de bioproductos (cuadro 1).

Cuadro 1
Argentina: Misión 2 del Desafío 2 de la Agenda Estratégica del PNCTI 2030

Misión	Objetivo	Estrategias de I+D
Misión 2: consolidación de esquemas productivos a partir de bioproductos	Promover el desarrollo de bioproductos y biomateriales en pos de realizar un uso integral de la biomasa y consolidar esquemas productivos de segunda y tercera generación en materia de valor agregado.	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de procesos de conversión de biomasa. • Desarrollo e innovación en bioproductos a partir de la investigación y aplicación de la biotecnología.

Fuente: Dirección Nacional de Políticas y Planificación (2022).

2. Políticas sectoriales

a) Argentina Productiva 2030: plan de desarrollo productivo, industrial y tecnológico

Este plan productivo busca transformar el entramado productivo del país con vistas a mejorar los indicadores sociales, económicos y ambientales. Propone como metas generales a 2030 la reducción de la pobreza a la mitad, la disminución de la indigencia en un 70%, la baja del desempleo al 5%, la creación de más de 3,5 millones de puestos de trabajo registrados en el sector privado y de más de 100.000 nuevas empresas, la disminución de las tres grandes desigualdades que tiene el país (las territoriales, las de ingresos y las de género) y también la reducción del impacto ambiental de las actividades productivas, con el fin de incrementar sostenidamente el trabajo de calidad, incorporar nuevas tecnologías a las actividades productivas, aumentar la competitividad y mejorar los sectores productivos, y exportar más y sustituir de modo eficiente algunas importaciones

El Plan Argentina Productiva 2030 incluye 11 misiones, cuatro de los cuales son pertinentes para fomentar el desarrollo de bioinsumos: i) la Misión 2, Desarrollar la economía verde para una transición ambiental justa; ii) la Misión 3, Producir más bienes y servicios ligados a la salud para garantizar la seguridad sanitaria; iii) la Misión 6, Adaptar la producción de alimentos a los desafíos del siglo XXI; y iv) la Misión 10, Crear encadenamientos productivos a partir del sector primario para generar más trabajo y más desarrollo.

La Misión 6, en particular, plantea que es posible lograr una mayor resiliencia ante el cambio climático a partir de la innovación y la adopción de tecnologías, que van desde la biotecnología aplicada a la mejora genética, el riego, la fertilización, y el agro 4.0. A su vez, se considera que las demandas por

una alimentación más saludable y por procesos productivos más sostenibles, lejos de ser trabas para el desarrollo, pueden ser fuentes de innovación en campos como los bioinsumos –biocontroladores y bioestimulantes (Ministerio de Economía, 2023c).

Dentro del eje estructural 1 “*Desarrollar capacidades nacionales para aprovisionar las tecnologías que permitan transicionar hacia una producción alimentaria más sustentable*”, establece como uno de los proyectos a trabajar: “*Aumentar la sostenibilidad de la producción agropecuaria a partir del desarrollo de los insumos de origen biológico (bioinsumos para la agricultura y ganadería, incluyendo nutrición y sanidad animal)*”. Como parte de las propuestas que se hacen para superar las limitaciones que puede tener el eje 1, se propone: La eliminación de retenciones a las exportaciones de ciertos productos (como los bioinsumos agrícolas). Y como metas del citado proyecto las expuestas en el cuadro 2.

Cuadro 2
Argentina: metas a 2023 de la Misión 6 - Eje 1 - Proyecto 2

Proyecto	Variable	Línea Base	Meta año 2030
Proyecto 2.a: Bioinsumos agrícolas	Porcentaje del total de las ventas de agroinsumos que son de origen biológico	2,9% (año 2020)	15%
	Cantidad de bioinsumos agrícolas registrados	689 (año 2020)	1050
	Provisión nacional de bioinsumos agrícolas	98,2% (año 2020)	Al menos 85%
	Exportaciones de bioinsumos agrícolas	USD 17,7 millones (año 2021)	USD 35,4 millones
	Porcentaje de explotaciones agropecuarias que emplean control biológico de plagas	4,4% (año 2018)	10%
Proyecto 2.b: Bioinsumos ganaderos	Porcentaje del total de las ventas de productos veterinarios para grandes animales que son de origen biológico	31% (año 2020)	50%
	Cantidad de aditivos para alimentación animal registrados (incluyen pre y probióticos)	333 (año 2022)	500

Fuente: Ministerio de Economía, 2023c.

3. Políticas específicas

a) Plan de acción para el sector de los bioinsumos de uso agropecuario

En el año 2019 el Comité Asesor de Bioinsumos de Uso Agropecuario CABUA formula el Plan de Acción para el sector de los bioinsumos de uso agropecuario expedido por Resolución 105 de 2019 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. El plan surge como resultado de la información conjunta de un documento de propuesta para la construcción de una política para el desarrollo de la industria de bioinsumos en la Argentina del año 2013 y el documento base de la situación de los bioinsumos en la Argentina de 2018 elaborado por el CABUA (Ceizel, 2021).

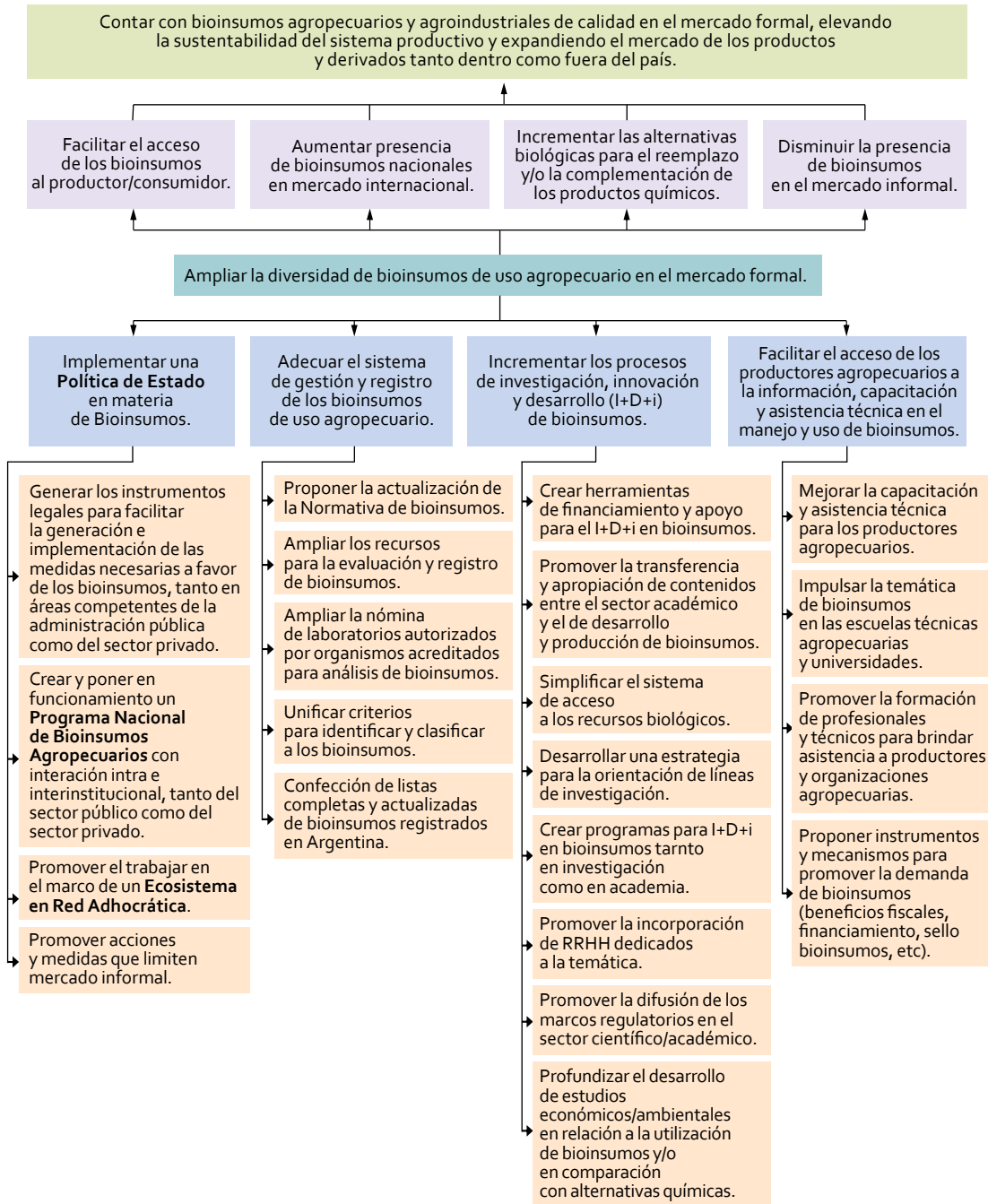
El Plan de Acción tiene como objetivo central ampliar la diversidad de bioinsumos de uso agropecuario en el mercado formal argentino a través de cuatro mecanismos (SAGyP, 2019a):

- i) Implementar una política de estado en materia de bioinsumos.
- ii) Adecuar el sistema de gestión y registro de bioinsumos de uso agropecuario.
- iii) Incrementar los procesos de I+D+i de Bioinsumos.
- iv) Facilitar el acceso a productores a la información, capacitación y asistencia técnica en el manejo y uso de bioinsumos.

Los diagramas 1 y 2, presentan el árbol de objetivos del plan de acción y los diferentes actores del sector de los bioinsumos en la Argentina involucrados en la ejecución del plan. La Dirección de Biotecnología de la Secretaría de Alimentos y Bioeconomía y el CABUA son los responsables primarios de impulsar la presente planificación, incluyendo el promover que otras entidades relevantes ejecuten

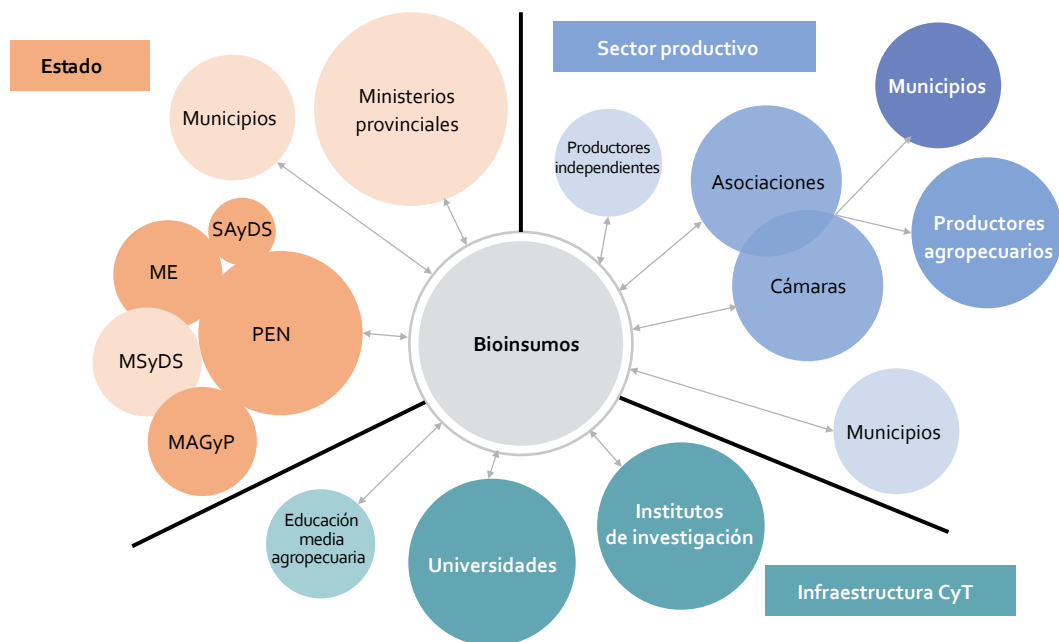
acciones concurrentes. La variedad de entidades que conforman el CABUA responde a la intención de incluir tantos actores relevantes como sea posible, como así también, que los mismos puedan difundir y promover la temática en cada una de sus instituciones. De este modo, y gracias al plan de acción, se procura generar un efecto de adicionalidad cuando dichas entidades sumen o profundicen en su agenda la temática de bioinsumos (SAGyP, 2019a).

Diagrama 1
Argentina: árbol de objetivos del plan de acción para el sector de los bioinsumos de uso agropecuario



Fuente: SAGyP (2019b).

Diagrama 2
Argentina: actores involucrados en el plan de acción para el sector de los bioinsumos de uso agropecuario



Fuente: SAGyP (2019b).

b) Programa de Fomento del Uso de Bioinsumos Agropecuarios (PROFOBIO)

El Programa de Fomento del Uso de Bioinsumos fue creado por Resolución 256 de 2015. El PROFOBIO, implementado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca entre 2015 y 2016, estaba destinado a promover el uso de bioinsumos por parte de productores agropecuarios a través de la provisión de estos insumos para pruebas a campo, capacitaciones para su aplicación, y relevamiento de información.

El Comité Asesor de Bioinsumos de Uso Agropecuario (CABUA) realizó el seguimiento del PROFOBIO. Durante el periodo de ejecución se ejecutó un financiamiento total de USD 224.000, se beneficiaron 700 agricultores de diferentes regiones de la Argentina de los sectores nogaleros, frutícola, hortícola, vitivinícola y forrajero (Ceizel, 2021).

B. Marco regulatorio para la producción y uso de bioinsumos

En el año 2013, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (MAGyP) creó mediante la Resolución No 7 de 2013 el Comité Asesor en Bioinsumos de Uso Agropecuario (CABUA) que define los bioinsumos agropecuarios como *"todo producto biológico que consista o haya sido producido por micro/macroorganismos, artrópodos o extractos de plantas, y que esté destinado a ser aplicado como insumo en la producción agroalimentaria, agroindustrial, agro-energética y en el saneamiento ambiental"*. Específicamente, hace referencia a *"biofertilizantes capaces de poner a disposición de los cultivos nutrientes ya sea por solubilización, movilización o fijación de estos; fitoestimulantes o fitorreguladores; biocontroladores y biofitosanitarios (ya sean de origen fúngico, viral, bacteriano, vegetal o animal, o derivados de estos); biorremediadores o reductores del impacto ambiental y los destinados a la producción de bioenergía"*.

El CABUA, en el ámbito de la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA), asesora sobre los requisitos técnicos de calidad, eficacia y bioseguridad que deben reunir los bioinsumos agropecuarios para su liberación al agroecosistema. La Comisión fue modificada por

Resolución 41 de 2021, quedando en el ámbito de la Coordinación de Innovación y Biotecnología de la Dirección Nacional de Bioeconomía, ampliando sus funciones, actores y dándole autonomía de la CONABIA (Comisión Nacional de Biotecnología Agropecuaria). Sus funciones son:

- Asesorar a las autoridades sobre los temas referidos a bioinsumos de uso agropecuario;
- Proponer nuevas normas y emitir opinión sobre la regulación y su implementación con relación a los bioinsumos de uso agropecuario;
- Proponer criterios técnicos, prioridades y acciones, con relación a las políticas, planes, programas y proyectos en la materia;
- Asesorar acerca del otorgamiento del Sello bioproducto argentino, cuando se trate de la evaluación de un desarrollo de bioinsumo de uso agropecuario.

Sin embargo, es el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), particularmente, la Dirección de Agroquímicos y Biológicos, la autoridad de aplicación que inscribe aprueba y registra los bioinsumos para su utilización. Debido a que aún no se cuenta con normativa específica para el registro y comercialización de bioinsumos que actúen como fitosanitarios, éstos se inscriben en el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal (Decreto MAyG 3489 de 1958 y 5769 de 1959), según el Manual de Procedimientos, Criterios y Alcances para el Registro de Productos Fitosanitarios en la República Argentina (Resolución 350 de 1999), además esta Resolución establece condiciones para incorporar a los biocontroladores al registro de plaguicidas y pesticidas (Mamani de Marchese y Filippone, 2018).

La resolución 350 de 1999 se basa en la 5ª edición y versión definitiva del Manual sobre el desarrollo y uso de las especificaciones de la FAO en productos para la protección de cultivos, cuyo objetivo es aprobar el registro y la utilización de los fitosanitarios previa evaluación de datos científicos que demuestren que el producto es eficaz para el fin que se destina y no conlleva riesgos indebidos para la salud de personas y animales ni para el ambiente. Una vez inscritos, un certificado de uso y comercialización habilita los productos en la República Argentina (ámbito de aplicación)⁵ ((Mamani de Marchese y Filippone, 2018).

Con el fin de reglamentar el ingreso al país de Agentes de Control Biológico Microbiano (ACBM) para asegurar la identidad y condición sanitaria de estos y evitar un potencial riesgo para la producción vegetal, la Dirección Nacional de Protección Vegetal, particularmente la Coordinación de Bioseguridad Agroambiental, del SENASA establece un procedimiento para la importación, cuarentena y liberación de ACB mediante las Resoluciones 758 de 1997 y 715 de 1998.

Por su parte, los bioinsumos destinados a la fertilización y promoción del crecimiento vegetal, entre otros productos (como es el caso de los microorganismos eficaces), se inscriben en el Registro Nacional de Fertilizantes, Enmiendas, Sustratos, Acondicionadores, Protectores y Materias Primas de acuerdo con lo establecido por la Resolución Senasa 264 de 2011 (cuadro 3).

El registro de los bioinsumos de uso agropecuario se realiza en el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y se encuentra regulado actualmente bajo las Resoluciones 345 de 1994; 350 de 1999; 264 de 2011 y 594 de 2015.

Los macroorganismos vivos (artrópodos y nemátodos utilizados para control biológico e insectos estériles a partir de la TIE) no son competencia del SENASA, sino del Comité de Sanidad Vegetal (COSAVE). Actualmente, el país no cuenta con normativa para producir, registrar y comercializar estos agentes biológicos. Solo existe un marco regulatorio para importar y exportar macroorganismos vivos. Los plaguicidas biológicos (o bioplaguicidas) se registran como plaguicidas químicos, los macroorganismos carecen de norma y los inductores de defensa vegetal se registran como acondicionadores, bajo productos de fertilidad.

⁵ El citado registro no incluye Agentes de Control Biológico (ACB), transgénicos ni macroorganismos biocontroladores (ácaros e insectos depredadores y parasitoides).

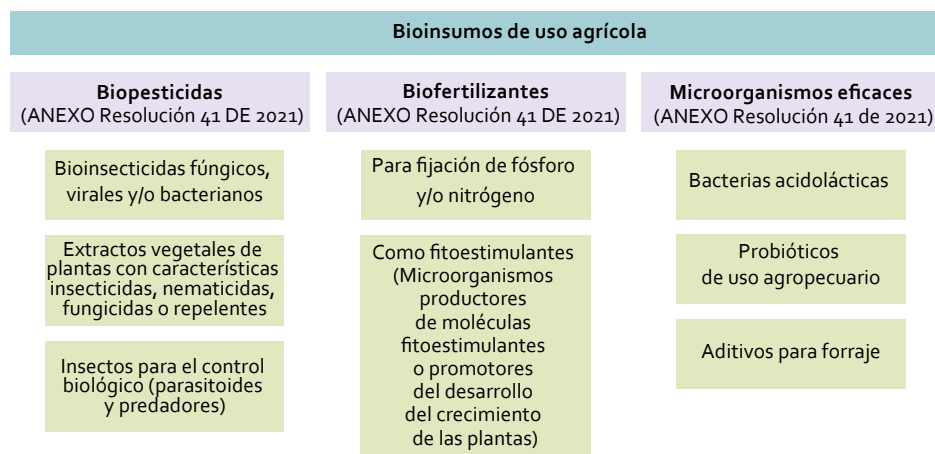
Cuadro 3
Argentina: reglamentación aplicable a bioinsumos

Norma expedida por	Objeto	Temas que trata
Resolución 7 de 2013	Créase en el ámbito de la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología agropecuaria. (CONABIA) el Comité Asesor en Bioinsumos de Uso Agropecuario (CABUA)	<ul style="list-style-type: none"> • Establece las funciones del CABUA. • Establece la conformación del CABUA. • Cuenta con un ANEXO que establece la clasificación de los bioinsumos destinados a ser aplicado como insumo en la producción agropecuaria, agroalimentaria, agroindustrial, agro-energética.
Resolución 41 de 2021	Modifíquese el Comité Asesor en Bioinsumos de Uso Agropecuario (CABUA) que funcionará en el ámbito de la Coordinación de Innovación y Biotecnología de la Dirección Nacional de Bioeconomía de la Secretaría de Alimentos, Bioeconomía y Desarrollo Regional del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca	<ul style="list-style-type: none"> • Deroga la Resolución 7 de 2013. • Establece las funciones del CABUA. • Establece la conformación del CABUA. • Incluye la clasificación de los bioinsumos de uso agrícola (Anexo I).
Resolución 350 de 1999	Apruébese el nuevo texto del 'Manual de Procedimientos, Criterios y Alcances para el Registro de Productos Fitosanitarios en la República Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo esta resolución se aprobó el "Manual de Procedimientos, criterios y alcances para el registro de productos fitosanitarios en la República Argentina". Este evalúa la aptitud fitosanitaria del producto. • Una vez se cumple con el trámite de inscripción, se otorga a los productos un Certificado de Uso y Comercialización que los habilita a ser utilizados y comercializados en todo el Territorio Nacional. • El Registro es el proceso científico, legal y administrativo, mediante el cual el SENASA examina las propiedades Físicoquímicas, eficacia agronómica, toxicidad, efectos ambientales, como así también el etiquetado y el embalaje. • El registro es un proceso que permite evaluar el riesgo de un producto antes de su comercialización. Protege, en alguna medida, al usuario y a la población. • Registro por equivalencia: Reconocimiento internacional (OMC, FAO, CIPAC). Evita costos innecesarios para el desarrollo de estudios que no aportan mayor conocimiento sobre el comportamiento de la sustancia. - Los datos más importantes son los perfiles de pureza / impurezas de GT/TK ya que permiten hacer suposiciones con gran certeza acerca de toxicología y ecotoxicología. • El riesgo derivado del uso de una sustancia dada será sustancialmente similar o equivalente a otra si tales sustancias son químicamente equivalentes. • Capítulos 12: Registro Experimental de Agentes de Control Biológico Microbiano (ACBM), Productos Técnicos Microbianos (PTM) y Productos Microbianos Formulados (PMF). • Capítulo 13: Registro Definitivo de ACBM, PTM y PFM. • Capítulo 14: Registro de productos técnicos microbianos (PTM) y productos microbianos formulados (PMF) con base a agentes de control biológico microbiano (ACBM), ya registrados.
Resolución 264 de 2011	Se aprueba el Reglamento para el registro de fertilizantes, enmiendas, sustratos, acondicionadores, protectores y materias primas en la República Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • Los bioinsumos destinados a la fertilización y promoción del crecimiento vegetal, entre otros productos (como es el caso de los microorganismos eficaces), se inscriben en el Registro Nacional de Fertilizantes, Enmiendas, Sustratos, Acondicionadores, Protectores y Materias Primas. • El registro se realiza mediante el formulario de solicitud de inscripción de productos biológicos (Anexo V) • Se crean los registros de Laboratorios Elaboradores de Productos Biológicos, Plantas Preinoculadoras y Plantas Mezcladoras (químicos sólidos y líquidos, orgánicos, químico-orgánicos).

Fuente: Reglamentación vigente en Argentina aplicable a bioinsumos.

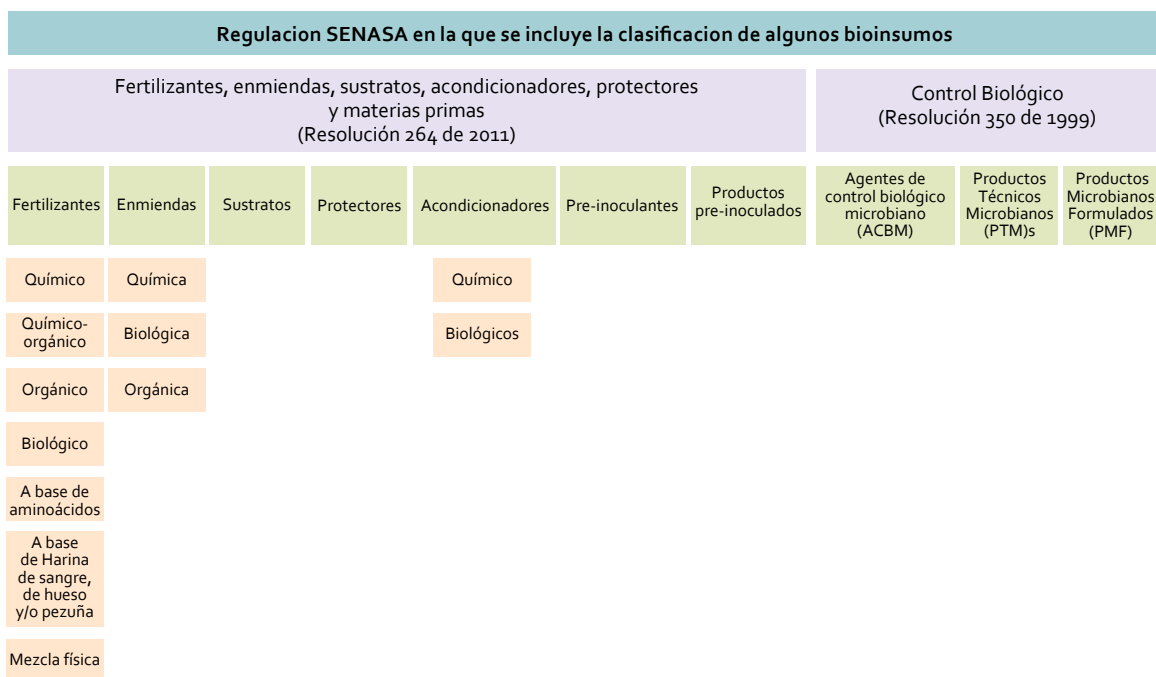
Teniendo en cuenta las diferentes competencias y autoridades involucradas, la clasificación de los bioinsumos en la Argentina no es única y depende del sector. El diagrama 3 presenta en forma esquemática la clasificación de los bioinsumos de uso agrícola, de acuerdo con el Anexo de la Resolución No. 7/2013 que crea el CABUA, pese a que este órgano no tiene competencias de registro. Por otra parte, el diagrama 4 presente desde el punto de vista de la regulación del SENASA la clasificación en la cual pueden ubicarse los bioinsumos que son objeto de registro.

Diagrama 3
Argentina: clasificación de los bioinsumos de uso agrícola



Fuente: Elaboración propia con base en la reglamentación vigente para bioinsumos en Argentina.

Diagrama 4
Argentina: clasificación de los bioinsumos de acuerdo con la reglamentación del SENASA



Fuente: Elaboración propia con base en la reglamentación vigente para bioinsumos en Argentina.

C. Investigación, desarrollo e innovación en bioinsumos agrícolas

Argentina tiene una larga trayectoria en materia de adopción de bioinsumos, pero en gran medida circunscrita a la incorporación de inoculantes a base de bacterias para la fijación de nitrógeno en los cultivos de soya (Starobinsky et al., 2021). En la Argentina, la historia de los bioinsumos comienza en el año 1957 con los biofertilizantes formulados a partir de microorganismos simbióticos destinados para el cultivo de leguminosas (principalmente soya) que se importaban especialmente de Estados Unidos. El impulso a la producción nacional de biofertilizantes lo dio el desarrollo y continua expansión del cultivo de la soya junto con las informaciones que indicaban los beneficios económicos y ecológicos de la inoculación de las semillas con bacterias fijadoras de nitrógeno (Mamani de Marchese y Filippone, 2018). Sin embargo, si se dejan a un lado los inoculantes, Argentina presenta hoy un bajo nivel de adopción de bioinsumos en comparación con otros países de la región, como Chile y Brasil (Starobinsky et al., 2021).

La conducción de investigaciones y desarrollos, y la producción nacional de bioinsumos para control de plagas y enfermedades cuentan con una trayectoria de más de tres décadas, y han tenido desde sus comienzos una mayor orientación hacia desarrollos de fungicidas e insecticidas a base de hongos y bacterias para cultivos intensivos. Si bien en las décadas de 1970 y 1980 se avanzó sobre el control biológico de malezas con artrópodos fitófagos, esto fue discontinuado (Bocchetto et al., 2020).

De manera paulatina durante las últimas tres décadas se han ido conformando en Argentina un entramado de organizaciones de ciencia y tecnología y empresariales en torno a la investigación, desarrollo, producción y comercialización de bioinsumos para la agricultura, así como un marco institucional para su regulación y promoción, que se encuentra aún en estadio emergente y en pleno desarrollo (Starobinsky et al., 2021). Inicialmente, los insumos biológicos se utilizaban sobre todo en la agricultura orgánica o de base agroecológica. Hoy en día también juegan un papel cada vez más importante en la agricultura convencional, como alternativa o complemento de fertilizantes y productos fitosanitarios. La medida de ese potencial de los bioinsumos en la Argentina, está definida por actores con intereses políticos, sociales, académicos e industriales; pudiéndose hablar de cinco tipos de actores principales que investigan, desarrollan y comercializan bioinsumos (Goulet y Hubert, 2020).

- i) El primero de esos actores es el Estado que, a través de varios programas, promueve la investigación y desarrollo (I+D) e incentiva la adopción de bioinsumos por parte de los productores.
- ii) El segundo, el sector privado –inicialmente pymes, pero ahora también empresas multinacionales de insumos– que ven una oportunidad para desarrollar o diversificar sus actividades.
- iii) El tercer actor, la comunidad científica, en particular en el área de microbiología, que le considera como un frente de conocimiento y de colaboración con la industria.
- iv) El cuarto, moviliza a actores del desarrollo rural, interesados en reforzar la autonomía de los productores y el apoyo a buenas prácticas agrícolas.
- v) El quinto, productores preocupados por el impacto del uso de agroquímicos sobre la salud de los trabajadores del campo y de las poblaciones locales.

El estudio *“Bioinsumos para la agricultura que demandan esfuerzos de investigación y desarrollo”*, llevado a cabo por el Consejo para el Cambio Estructural del Ministerio de Desarrollo Productivo de Argentina (Starobinsky et al., 2021), dentro de sus principales hallazgos en I+D+i encontró:

- Las capacidades existentes en 13 de los principales centros de investigación, pertenecientes al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, y/o las universidades nacionales, y también aquellos con mayores capacidades productivas financiados por gobiernos provinciales. Estos centros,

desplegados en nueve provincias del país, cuentan en general con plantel de investigadores e infraestructura adecuada para llevar a cabo desarrollos a escala de laboratorio, pero tienden a encontrar mayores limitaciones para avanzar en las instancias de formulación, escalado y pruebas a campo.

- Hay una oferta conjunta de 55 desarrollos en distintos grados de avance, sobre la base de diversos agentes efectores (principalmente hongos, bacterias y artrópodos). Varios de los cuales ya cuentan con formulaciones probadas a escala de laboratorio o incluso están en proceso de registro, y un número más acotado ya ha sido transferido al sector productivo.
- El subsistema científico-tecnológico presenta en este mercado un nivel de articulación con el ámbito empresario relativamente elevado, aunque principalmente asociado a la provisión de cepas y servicios especializados.
- El ecosistema empresarial está hoy conformado por un conjunto de 110 empresas (pequeñas, medianas y grandes de origen nacional) que se enfocan en la investigación, producción y comercialización. Para el caso de biocontroladores se identificaron 45 empresas que han registrado productos de carácter más reciente.
- Argentina, tiene el desafío de reconvertir la matriz tecno productiva del sector agrícola para disminuir el uso de agroquímicos y cumplir con las mayores exigencias y regulaciones de los mercados de destino, y de avanzar hacia la difusión de tecnologías ambientalmente amigables como los bioinsumos.
- Argentina cuenta con una importante dotación de activos biológicos y capacidades científico-tecnológicas en materia de biotecnología para la promoción de la bioeconomía, y en particular de las tecnologías para el desarrollo de insumos agropecuarios.

La Investigación y desarrollo a través del sistema científico-tecnológico del país cuenta con una serie de instrumentos para subsidiar proyectos y becarios que desarrollen actividades de investigación y desarrollo, así como para impulsar emprendimientos de base tecnológica y proyectos asociativos con empresas a través de la Agencia Nacional de Promoción de I+D+i, a través del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Así mismo la Innovación y desarrollo tecnológico (empresas) desde la Agencia Nacional de Promoción de I+D+i, a través del FONTAR, cuenta con una serie de instrumentos para subsidiar o financiar proyectos de innovación y desarrollos tecnológicos en empresas (Starobinsky et al., 2021).

Se han identificado 55 desarrollos de bioinsumos resultados de I+D+i en los diferentes centros de investigación y consorcios de investigación citados en el cuadro A1. 38 desarrollos se encuentran en estado inicial o intermedio, mientras que diez (10) están próximos a transferirse y siete ya fueron transferidos al sector productivo o bajo producción propia en los centros. En relación con el tiempo de desarrollo de un producto, promedia entre uno y dos años a partir de organismos o agentes efectores conocidos y caracterizados, y en torno a los 10 años para nuevas investigaciones.

En el cuadro A1 (en el anexo) se presenta un resumen de las áreas y productos de I+D en bioinsumos, así como los productos comerciales que se han desarrollado en la Argentina tanto por universidades, centros de investigación públicos y privados, y el sector empresarial del país.

D. Retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos agrícolas

El trabajo realizado por el Consejo para el Cambio Estructural CEP XXI (Starobinsky et al., 2021) da cuenta de las amenazas y riesgos que enfrenta el sector de bioinsumos en el país, clasificándoles por su nivel de riesgo y a la vez proponiendo lineamientos de acción de política pública tanto desde la oferta como desde la demanda, con el fin de promover el avance del sector. Según este trabajo algunos de los principales retos serían:

- Extender el uso de bioinoculantes a otros cultivos (girasol, sorgo, maíz y trigo).
- Generar una capacidad adecuada y suficiente para insertarse en el mercado internacional de bioestimulantes y biocontroladores.
- Profundizar la complementariedad entre productos convencionales de síntesis química con bioinsumos para lograr mayor rendimiento y calidad.
- Convertirse en un referente en la adopción de bioinsumos lo que se traduce en mayor acceso a mercados internacionales.
- Lograr la capacidad nacional de substituir importaciones en la medida que se avanza en el desarrollo de nuevos productos.
- Generar y fortalecer capacidad para desarrollar bioherbicidas.

Dentro de algunas de las principales amenazas el estudio destaca:

- Incapacidad de cumplir con exigencias regulatorias para biocontroladores en países de destino (USA y Europa) específicamente en lo relacionado con límites de residuos (MLR) en alimentos especializados, frutas y verduras.
- Reducción paulatina y planificada en algunos países del uso de agroquímicos.
- Importación de biocontroladores desde países como Brasil, Colombia y Chile.
- Importación de bioinsumos al no contar con desarrollos locales.
- Importación de bioherbicidas, dado que no existen desarrollos locales.

Las líneas de acción de política pública desde la oferta se centran en temas de investigación, desarrollo, transferencia, nuevos emprendimientos y producción y exportación. Desde la óptica de la demanda menciona el estudio que se debe trabajar en información, capacitación a todo nivel (productores, técnicos y profesionales), incentivos, regulación, control de calidad y gobernanza.

Es importante destacar que desde el punto de vista regulatorio se observa una disparidad normativa a nivel regional, una diversidad regulatoria entre las diferentes provincias y ausencia de regulaciones por ejemplo en macroorganismos, pero cabe resaltar que el país en el marco de MERCOSUR actualmente se encuentra trabajando para impulsar un consenso regional sobre la materia.

E. Conclusiones

Argentina cuenta una amplia variedad de políticas generales, sectoriales y específicas para promover y fortalecer la investigación, el desarrollo, producción y comercialización de bioinsumos. Dentro de las políticas generales se encuentran el Programa Nacional de Bioeconomía, el Programa de Bioinsumos Agropecuarios (PROBIAAR), el Programa Nacional Biodesarrollo Argentino (BIODESARROLLAR) y el Programa Nacional Bioproducto Argentino, con su sello del bioproducto. También destacan las acciones definidas por el Plan de Ciencia y Tecnología 2030. Dentro las políticas sectoriales destacan los lineamientos sobre bioinsumos incluidos en Argentina Productiva 2030. Como políticas específicas se encuentran el Plan de acción para el sector de bioinsumos y el Programa de Fomento a los Bioinsumos Agropecuarios (PROFOBIO).

En materia regulatoria la autoridad nacional de aplicación está en cabeza del SENASA que inscribe, aprueba y registra los bioinsumos para su uso. En el ámbito de la CONABIA, la CABUA asesora sobre los requisitos técnicos de calidad, eficacia y seguridad de los bioinsumos agropecuarios para su liberación al agroecosistema.

Aún no se cuenta con normativa específica para el registro y comercialización de bioinsumos que actúen como fitosanitarios; éstos se inscriben en el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal (Decreto MAGyP 3489 de 1958 y 5769 de 1959). Existen reglamentaciones particulares para ciertos productos como

los Agentes de Control Biológico Microbiano (ACBM) con procedimientos de registro ante el SENASA para su importación, cuarentena y liberación. Los bioinsumos para fertilización (microorganismo eficaces) se inscriben en el Registro Nacional de Fertilizantes, Enmiendas, Sustratos, Acondicionadores, Protectores y Materias Primas de SENASA; los macroorganismos carecen de regulación y los plaguicidas biológicos se registran como plaguicidas químicos.

Existen diversos instrumentos para apalancar las actividades de I+D+i, bien sea como emprendimientos tecnológicos, proyectos asociativos o financiamiento a empresas que se concentran en el FONCYT, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas y en FONTAR. Existe registro de 55 desarrollos en bioinsumos, de los cuales 38 está en fase inicial, 10 en proceso de transferencia y siete ya transferidos.

III. Estudio de caso de Colombia

A. Políticas públicas nacionales relacionadas con la producción y el uso de bioinsumos agrícolas

1. Políticas generales

a) Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) del país, “Colombia, potencia mundial de la vida” 2022-2026 plantea a la bioeconomía como un catalizador de la transformación productiva, la acción climática y la internacionalización del país. Además, establece que la reindustrialización del país tendrá como uno de sus pilares a la bioeconomía intensiva en conocimiento. El Plan destaca que se promoverá la producción y el uso de bioinsumos y se fomentarán tecnologías y prácticas que permitan reducir la contaminación asociada a los procesos productivos agropecuarios, la economía regenerativa, y la reducción de residuos. Asimismo, establece que para reducir la importación de alimentos básicos e insumos agropecuarios será necesario incrementar la productividad, rentabilidad y competitividad de la actividad agropecuaria nacional, así como promover la industria local de bioinsumos. Las metas y mensajes del plan relacionados con la bioeconomía y los bioinsumos se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4
Colombia: Resumen de aspectos relacionados con bioeconomía y bioinsumos en el PND 2022-2026

Tipo de meta o mensaje	Descripción
Cuantitativos	Aumento del 90% del ratio (Inversión en I+D+I) / (PBI)%, de una línea base de 0.26% en 2021 a 0.5% en 2026).
	6.6 puntos porcentuales de crecimiento de las exportaciones de bienes no minero/energéticos y de servicios, en el total de las exportaciones. Desde un ratio del 49.2%, a uno del 55.8%.
	Expansión de las exportaciones agrícolas no tradicionales, desde 4.3 a 6.2, miles de millones de USD.

Tipo de meta o mensaje	Descripción
Cualitativos	<p data-bbox="607 275 1383 331">Ampliación del número de proyectos de investigación aplicada en bioeconomía para la transformación productiva, desde la línea base de 8 (2022) a los 14 (2026).</p> <p data-bbox="607 338 1383 415">Incremento en un 80% de las áreas en proceso de restauración, recuperación y rehabilitación de ecosistemas degradados. Desde una línea base de 946.2117 has. a 1.700.000 has.</p> <p data-bbox="607 422 1383 583">Se fortalecerán aquellas actividades productivas diversificadas, que aprovechen la biodiversidad y que sean intensivas en conocimiento e innovación. La reindustrialización estará basada en la bioeconomía, será intensiva en conocimiento y tecnología y tendrá en cuenta las potencialidades regionales. La bioeconomía junto con la decarbonización y el financiamiento son los catalizadores de una transformación del ordenamiento territorial alrededor del agua.</p> <p data-bbox="607 590 1383 751">La bioeconomía tendrá el reto de aprovechar el patrimonio natural en la diversificación productiva. A pesar de que Colombia alberga más de 75.000 especies, y es el segundo país más biodiverso del mundo, a mediados de 2022) apenas contaba con 148 nuevos bioproductos, principios activos, y bioproductos en etapa de precomercialización y comercialización, y ampliación de registros a nuevos mercados nacionales e internacionales</p> <p data-bbox="607 758 1383 919">La Misión “Bioeconomía, Ecosistemas Naturales y Territorios Sostenibles” es una de las misiones en las que el país priorizará esfuerzos y recursos en investigación e innovación. Se intensificará la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, generando encadenamientos productivos de alto valor agregado en los sectores agropecuario, forestal, pesquero, farmacéutico, textil, turismo y otras ramas de la bioeconomía.</p> <p data-bbox="607 926 1383 1150">La demanda de insumos de base biológica es una oportunidad económica de mercado y por ello una industria nacional de bioinsumos y de bioproductos es de vital importancia para lograr una mayor y mejor producción agropecuaria. Con el fin de reducir la dependencia a mercados internacionales de insumos agropecuarios y a partir de las reservas de gas y otros minerales se fortalecerá su uso en la producción nacional de fertilizantes como las sales potásicas, sales de fosfato de amonio, amoniaco verde y la urea, así como el aprovechamiento agrícola de los biosólidos y biomasas.</p> <p data-bbox="607 1157 1383 1320">Se implementarán modelos de negocios incluyentes con enfoque de circularidad basados en los recursos biológicos, genéticos y en los bienes derivados de la biodiversidad soportados en la ciencia, la tecnología y la innovación. Se propenderá por la consolidación de cadenas productivas hasta llegar a bioproductos exportables tales como ingredientes para la industria de aseo, de los suplementos alimenticios, nutraceuticos, fitomedicamentos y/o cosméticos.</p>

Fuente: PND 2022-2026.

2. Políticas sectoriales

a) Estrategia Nacional de Bioeconomía

La Estrategia Nacional de Bioeconomía del país, “Bioeconomía para una Colombia Potencia viva y diversa: Hacia una sociedad impulsada por el conocimiento”, expedida en el año 2020 por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, plantea la necesidad de generar y sofisticar productos y procesos de alto valor agregado y cadenas de valor a partir del uso del conocimiento y el aprovechamiento sostenible de la Biodiversidad.

La estrategia plantea cinco áreas para el país, en donde, dentro de los productos y procesos de valor agregado acá planteados, los bioinsumos agrícolas son parte fundamental de esta estrategia: i) Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos; ii) Colombia Biointeligente; iii) Salud y Bienestar; iv) Biomasa y Química Verde; y v) Agro productivo y Sostenible

En el cuadro 5 se presenta un resumen del objeto y principales aspectos establecidos en la estrategia de bioeconomía de Colombia, Misión Bioeconomía.

Cuadro 5
Colombia: resumen de algunos de los aspectos claves definidos en la Estrategia de Bioeconomía

Área	Documento de política	Objeto	Resumen de aspectos claves ligados a bioeconomía
Generales	Estrategia de Bioeconomía Colombia 2020	Potenciar el desarrollo socioeconómico del país, desde y para las regiones, a través de la gestión eficiente y sostenible de la biomasa, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos para la generación de productos y procesos de alto valor agregado mediante la ciencia, la tecnología y la innovación.	<p>Potenciar la generación y sofisticación de productos y procesos de alto valor agregado y cadenas de valor a partir del uso del conocimiento y del aprovechamiento sostenible de la biomasa, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, según las particularidades socioculturales y económicas de cada región.</p> <p>Fortalecer marcos regulatorios y políticas que faciliten el desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado e impulsen la articulación empresa – estado – academia – sociedad.</p> <p>Impulsar la demanda del mercado nacional para el consumo de productos y procesos biobasados de alto valor agregado, y consolidar los factores habilitantes para su acceso al mercado internacional.</p> <p>Fortalecer capacidades en CTI, infraestructuras de soporte y gobernanza para el desarrollo de la bioeconomía en el país y en las regiones que faciliten la generación de productos y procesos de alto valor agregado de cara al mercado.</p> <p>Incrementar y promover las inversiones y alianzas públicas y privadas, nacionales y extranjeras, así como generar incentivos para el desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado en todos los eslabones de la cadena de valor de la bioeconomía.</p> <p>Aportar a la descarbonización de la economía y disminuir los impactos en la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos mediante la diversificación, productividad y eficiencia del uso de los recursos naturales.</p>

Fuente: PND 2018-2022.

b) Política Nacional de Crecimiento Verde y Política Nacional para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología a partir del Uso Sostenible de la Biodiversidad

La Política Nacional de Crecimiento Verde (CONPES 3934/18) y Política Nacional para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología a partir del Uso Sostenible de la Biodiversidad (CONPES 3697/11) buscan crear en el país las condiciones propicias para permitir un uso sostenible de la diversidad biológica (económicas, técnicas, legales, de gobernanza y de capacidades institucionales). En el cuadro 6 se presentan los temas relacionados con bioeconomía tratados tanto en el CONPES 3934 de 2018 como en el CONPES 3697 de 2011.

Cuadro 6
Colombia: aspectos relacionados con Bioeconomía tratados en los CONPES 3934 de 2018 y CONPES 3697 de 2011

Documento	Objeto	Aspectos relacionados con bioeconomía
CONPES 3934/18 Política de Crecimiento Verde.	Propone impulsar el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, al tiempo que se asegura el uso sostenible del capital natural y la inclusión social, de manera compatible con el clima	<p>Línea de acción 1. Definir un esquema de gobernanza que permita coordinar las estrategias y acciones alrededor de la bioeconomía. En particular le solicita a Colciencias (hoy Min. Ciencias) liderar el trabajo orientado al establecimiento de un arreglo institucional para la bioprospección y la biotecnología en Colombia.</p> <p>Línea de acción 2. Fortalecer las capacidades de I+D+I en bioeconomía y facilitar la colaboración y la transferencia de conocimientos y tecnologías. Específicamente propone realizar entre el 2018 y el 2030 cien (100) expediciones de biodiversidad para su caracterización y valoración, incluyendo posibles investigaciones en bioprospección, en zonas continentales y marinas entre 2018 y 2030.</p>

Documento	Objeto	Aspectos relacionados con bioeconomía
CONPES 3697 de 2011 -Política Nacional para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología a partir del Uso Sostenible de la Biodiversidad	Crear las condiciones económicas, técnicas, institucionales y legales que permitan atraer recursos públicos y privados para el desarrollo de empresas y productos comerciales basados en el uso sostenible de la biodiversidad, específicamente de los recursos biológicos, genéticos y sus derivados.	Propone: i) mejorar la capacidad institucional para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad, específicamente de los recursos biológicos, genéticos y sus derivados ; ii) desarrollar un conjunto de instrumentos económicos para atraer inversiones públicas y privadas para el desarrollo de empresas y productos basados en el uso sostenible con fines comerciales de la biodiversidad, específicamente de los recursos biológicos, genéticos y sus derivados y la biotecnología; iii) adecuar y revisar el marco normativo relacionado con el acceso a los recursos genéticos, los procesos de registro sanitario de medicamentos biotecnológicos, y la regulación sobre producción y comercialización de productos fitoterapéuticos; y iv) evaluar la creación de la empresa nacional de bioprospección.

Fuente: CONPES 3934 (2018) y CONPES 3697 (2011).

c) Política Nacional de Desarrollo Productivo

La Política Nacional de Desarrollo Productivo establecida mediante el CONPES 3866 de 2016, busca dar prioridad a ciertos sectores con potencial de crecimiento y con demanda nacional e internacional creciente y demostrada e identifica el desarrollo de negocios basados en el uso sostenible de la biodiversidad o negocios verdes como prioritarios a ser desarrollados en el país.

En el cuadro 7, se mencionan los aspectos que pueden tener relación con bioeconomía en el marco del CONPES 3866.

Cuadro 7
Colombia: aspectos relacionados con bioeconomía tratados en el CONPES 3866 de 2016

Documento	Objeto	Aspectos relacionados con bioeconomía
CONPES 3866/16. Política Nacional de Desarrollo Productivo.	Conjunto de instrumentos sectoriales y transversales para resolver fallas de mercado, de gobierno y de articulación que inhiben el crecimiento de la productividad o que dificultan los procesos de sofisticación del aparato productivo colombiano.	Se pre identifican productos con potencial de crecimiento y con una demanda nacional o internacional creciente, o con una demanda potencial demostrada. Se otorga prioridad a sectores de alto valor agregado no intensivos en la explotación de recursos naturales no renovables y eficientes en el uso de recursos, incluyendo el desarrollo de negocios basados en el uso sostenible de la biodiversidad o negocios verdes.

Fuente: CONPES 3866 (2016).

3. Políticas específicas

La política específica completamente focalizada en el desarrollo de bioinsumos agrícolas es la Ley 2183 del 2022, que además de establecer el Sistema Nacional de Insumos Agropecuarios, pone énfasis especial en el desarrollo y uso de los bioinsumos de origen biológico.

En el cuadro 8 se resumen los principales aspectos tratados por la Política Nacional de Bioinsumos Agropecuarios en cabeza del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Cuadro 8
Colombia: principales aspectos tratados en la Política Nacional de Insumos Agropecuarios – Ley 2183 de 2022

Documento	Objeto	Temas tratados
Política Nacional de Insumos Agropecuarios Ley 2183 de 2022	La presente ley busca establecer el Sistema Nacional de Insumos Agropecuarios, la Política Nacional de Insumos Agropecuarios y crear el Fondo para el Acceso a los Insumos Agropecuarios, así como establecer otras disposiciones para el buen funcionamiento del sector agropecuario y rural.	<ul style="list-style-type: none"> • Especial énfasis en el uso de bioinsumos, las mezclas orgánico-minerales y bio preparados, con el objeto de disminuir costos en la producción de alimentos, mejorar la inocuidad, con el fin de preservar los recursos naturales. • Hará énfasis en desarrollar programas de formación dirigidos a los productores agropecuarios, con el fin de capacitarlos en el uso eficiente y racional de los insumos agropecuarios especialmente sobre los insumos que ofrecen alternativas de origen biológico. • Deberá estipular medidas para incentivar la producción de insumos agropecuarios en el territorio nacional. Dentro de estas medidas, y en coordinación con el Ministerio de Ciencias, se deberá promover la Investigación, el Desarrollo tecnológico y la innovación de nuevos productos que puedan ser utilizados como insumos agropecuarios y que sean ambientalmente sostenibles. • Fomento a la producción nacional de insumos agropecuarios. El Gobierno Nacional promoverá la creación y el funcionamiento de plantas regionales donde se procesen enmiendas, mezclas y fertilizantes para la producción de insumos agropecuarios.

Fuente: Ley 2183 de 2022.

B. Marco regulatorio para la producción y uso de bioinsumos

La normatividad nacional que regula la producción el uso y el control de calidad de los Bioinsumos en Colombia se dio en el año 2011 con la Resolución 698 expedida por el ICA, la cual fue derogada por la Resolución 68370 del 27 de mayo de 2020 que regula condiciones de registro de bioinsumos y otras materias (cuadro 9).

Cuadro 9
Colombia: reglamentación aplicable a bioinsumos

Norma/expedida por	Objeto	Temas abordados
Resolución 90833 de 2021 ICA	Se dictan disposiciones para el registro de fabricantes, formuladores, envasadores e importadores de coadyuvantes de uso agrícola, así como los requisitos para el registro de coadyuvantes de uso agrícola	<p>Coadyuvantes de Uso Agrícola. Toda sustancia no plaguicida, adhesiva, formadora de película, emulsionante, diluyente, sinérgica, humectante o destinada a facilitar y mejorar la aplicación y la acción de un plaguicida, conservándole sus características. El término incluye los correctores de pH y de dureza para la adecuación de las aguas de aplicación.</p> <p>Las categorías de registro acordes al tipo de actividad realizada son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fabricante de coadyuvantes de uso agrícola. • Formulador de coadyuvante de uso agrícola. • Envasador de coadyuvantes de uso agrícola. • Importador de coadyuvantes de uso agrícola. • Distribuidor de coadyuvantes de uso agrícola. <p>Requisitos técnicos y legales para el registro de fabricantes, formuladores, envasadores e importadores.</p> <p>Requisitos y exigencias para el rotulado de los coadyuvantes</p> <p>Se requiere análisis de eficacia agronómica como requisito para el registro, de acuerdo con las normas específicas para tal fin.</p>

Norma/expedida por	Objeto	Temas abordados
Resolución 68370 de 2020 ICA	Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro de productor, productor por contrato, envasador, importador y departamentos técnicos de ensayos de eficacia agronómica de bioinsumos para uso agrícola; así como los requisitos para el registro de bioinsumos para uso agrícola”	<p>Toda persona natural o jurídica que produzca por contrato, envase, importe y/o cuente con Departamento Técnico de Ensayos de Eficacia Agronómica de Bioinsumos para uso agrícola, debe registrarse ante la Dirección Técnica de Inocuidad e Insumos Agrícolas del ICA.</p> <p>Del trámite de registro de empresas y de productos y de la obtención del certificado de capacidad de producción.</p> <p>De los ensayos de eficacia agronómica de bioinsumos para uso agrícola.</p> <p>Requisitos para la importación de bioinsumos.</p> <p>Anexo I Solicitud de registro de empresas de bioinsumos para uso agrícola.</p> <p>Anexo II Solicitud de registro de aprobación de protocolos de ensayos de eficacia de bioinsumos para uso agrícola.</p> <p>Anexo III Solicitud de permiso de importación para experimentación con fines de registro bioinsumos para uso agrícola.</p> <p>Anexo IV. Solicitud de Concepto Técnico para la Importación de Muestras.</p> <p>Anexo V Solicitud de registro de venta de bioinsumos para uso agrícola.</p> <p>Anexo VI Solicitud de modificación de registro bioinsumos para uso agrícola.</p> <p>Anexo VII Requisitos para el etiquetado de bioinsumos para uso agrícola.</p>
Resolución 75486 de 2020 ICA	Establece los requisitos y procedimientos para el registro o ampliación de uso de plaguicidas químicos de uso agrícola y bioinsumos a través del mecanismo de historial de uso	El historial de uso es el conjunto de prácticas agronómicas de carácter empírico relacionadas con la aplicación de insumos agrícolas, realizadas y registradas de manera sistemática, y que han demostrado, a través del tiempo, control de diferentes limitantes sanitarios en sistemas de producción agrícola.
Resolución 76510 de 2020 ICA	Se establecen los requisitos para el registro de departamentos técnicos para la ejecución de ensayos de eficacia de insumos agrícolas (plaguicidas químicos, bioinsumos, coadyuvantes, fertilizantes y acondicionadores de suelo)”	<p>Perfil de los responsables técnicos que pueden adelantar ensayos de eficacia agronómica.</p> <p>Requisitos y trámite para el registro unidades de ensayo de eficacia agronómica de insumos agrícolas.</p>
Resolución ICA 61252/2020	Por medio de la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el registro de los fabricantes e importadores de alimentos para animales, así como los requisitos y el procedimiento para el registro de alimentos para animales y se dictan otras disposiciones	<p>Algunos bioinsumos pueden ser usados en el sector pecuario como suplementos alimenticios ejerciendo algún efecto en la mejora de parámetros zootécnicos.</p> <p>Regula los procedimientos para registro de fabricantes, importadores y productores de alimentos para animales y contiene algunas previsiones sobre Buenas Prácticas de Manufactura para este tipo de bioinsumos.</p>
NTC 4612: 16 de agosto de 2017 ICONTEC	Agentes biológicos para el control de plagas, agentes microbianos a base de hongos y bacterias – rotulado	Especifica los requisitos que deben cumplir los agentes biológicos empleados para el manejo y control de plagas y enfermedades, así como los métodos de ensayo a que deben someterse.

Norma/expedida por	Objeto	Temas abordados
Resolución 00150 de enero de 2003 ICA	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia	<ul style="list-style-type: none"> Orientar la comercialización y el uso y manejo adecuados y racionales de los fertilizantes y acondicionadores de suelos, tanto para prevenir y minimizar daños a la salud, a la sanidad agropecuaria y al ambiente bajo las condiciones autorizadas, como para facilitar el comercio internacional; Establecer requisitos y procedimientos armonizados con las reglamentaciones internacionales vigentes, tanto para el registro como para el control legal y técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelos; especialmente en lo relacionado con terminología, clasificación, composición garantizada, etiquetado, tolerancias, contenidos mínimos permisibles y parámetros para verificación de la conformidad.
Decreto 1843 de 1991 Ministerio de salud	Concepto Toxicológico	De acuerdo con el grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos -ERIA- del Instituto Nacional de Salud INS la expedición del concepto toxicológico solicitado en algunos trámites del ICA, ÚNICAMENTE aplica para productos que tengan acción y función plaguicida, sean estos de origen químico o biológico.

Fuente: Reglamentación vigente en Colombia para bioinsumos.

En el diagrama 5 se presenta en forma esquemática la clasificación de los bioinsumos desde el punto de vista regulatorio en Colombia.

Diagrama 5
Colombia: clasificación de los bioinsumos en Colombia de acuerdo con la Resolución 68370 de 2020 expedida por el ICA

Bioinsumos					
Biofertilizantes		Biocontroladores			
Bioabonos	Inoculantes biológicos	Agente Microbial para control de plagas	Macroorganismos	Extracto vegetal	Productos bioquímicos
Compost	Fijadores de nitrógeno	Hongos	Nemátodos entomopatógenos		Tierra de diatomeas
	Solubilizadores de fósforo	Protozoos	Protozoos		Aceites de Origen vegetal
	Absorción de nutrientes	Virus viables	Predadores		Ácido ascórbico de minas
	Degradación de nutrientes				Metabolitos secundarios de microorganismos
	Promotores de crecimiento vegetal				Feromonas, alomonas, kairomonas

Fuente. ICA, 2022.

La resolución ICA 68370 del 2020 define a los bioinsumos como: "Producto que se emplea con fines de manejo integrado de plagas o en la mejora de la productividad de los cultivos y el suelo, elaborado de forma masiva a partir de microorganismos vivos, virus, macroorganismos, productos de

ocurrencia natural o productos bioquímicos. No se consideran bioinsumos los productos antibióticos, toxinas (B-exotoxina de *Bacillus thuringiensis*), organismos genéticamente modificados (OGM) y los bioinsumos descritos como extremada y altamente tóxicos por el Instituto Nacional de Salud o la entidad que haga sus veces, o aquellos productos que sean catalogados como patógenos a humanos, plantas o animales”.

Si bien es cierto que desde el punto de vista regulatorio se da una clasificación a los diferentes tipos de bioinsumos con fines de conceder las autorizaciones de ley para producir, importar, comercializar y vender los productos, también es necesario reconocer que desde el punto de vista comercial existen otras clasificaciones (PLM, 2015) que no necesariamente coinciden con las clasificaciones regulatorias, pero que son un indicador de la dinámica de este mercado.

Un ejemplo de esta situación se da con los diferentes tipos de productos que son comercialmente clasificados como bioestimulantes y reguladores fisiológicos donde se presentan las siguientes subcategorías: a) anti estresante, b) bioestimulantes, c) inductores de resistencia, d) madurantes de frutos e) reguladores de brotación, f) reguladores de crecimiento, g) reguladores fisiológicos, y h) reguladores fisiológicos para tratamiento de semillas (PLM, 2015).

Existen otras regulaciones conexas como las que reglamentan los fertilizantes y acondicionadores de suelo (Resolución ICA 050/03); la norma técnica colombiana NTC 4612/17 que regula aspectos técnicos de los agentes biológicos para el control de plagas, agentes microbianos a base de hongos y bacterias y el rotulado para éste tipo de productos; el Decreto 1843 del Ministerio de Salud en lo relacionado con la expedición de conceptos toxicológicos con destino al Instituto Colombiano Agropecuario ICA y las Resoluciones del ICA 75486 de 2020 y 76510 del 2020 relacionadas con ampliaciones de uso de producto y registro de departamentos técnicos para ensayos de eficacia, respectivamente. Finalmente la Resolución ICA 90833 del 2021 dicta disposiciones sobre coadyuvantes de uso agrícola y específicamente establece requisitos y procedimientos para el registro de fabricantes, formuladores, envasadores e importadores de coadyuvantes de uso agrícola. El cuadro 9 muestra el panorama regulatorio de la reglamentación aplicable a bioinsumos en Colombia.

Los bioinsumos del tipo agente de control de plagas y herbicidas orgánicos para obtener su proceso de registro de venta en Colombia requieren licencia ambiental otorgada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, para este caso particular el ANLA con el apoyo del ICA y AgroSavia expedieron desde el año 2002 un Protocolo técnico y normativo de bioinsumos, agroinsumos y controladores biológicos de origen natural; cuyo objeto es *“describir los procedimientos técnicos y legales que orienten y faciliten la participación de los diferentes actores involucrados en el trámite de licenciamiento ambiental de competencia de la ANLA bajo la normatividad vigente, enfocados a la producción de bioinsumos o agroinsumos y controladores biológicos de origen natural”*.

C. Investigación, desarrollo e Innovación en bioinsumos agrícolas

Si bien es cierto que la Investigación, Desarrollo e Innovación en bioinsumos en Colombia tuvo desarrollos tempranos a comienzos de la década de 1990 su aparición como elemento que operativizaba las políticas agrícolas del país, solo se dio posteriormente, y hacia mediados del año 2015. Las investigaciones pioneras en bioinsumos empleaban hongos entomopatógenos como controladores biológicos en programas de manejo integrado de plagas y buscaban obtener bioinsecticidas bacterianos contra plagas de algodón y otros cultivos de importancia económica (Hodson y Aramendis, 1990). Dentro de algunos de los microorganismos más empleados, se encontraban cinco grupos morfológicos: hongos filamentosos, hongos micorrízicos, bacilos Gram positivos, bacilos Gram negativos y levaduras. Predominaban en los trabajos de investigación el uso de los hongos filamentosos, con un 59,6%, seguido por los hongos micorrízicos, con un 18,6% (Zambrano-Moreno et al., 2015). Inicialmente, la comercialización de productos, con base en hongos entomopatógenos, se vio limitada, por la calidad

del producto final y para corregir esta dificultad y poder garantizarle al agricultor la oferta de un buen producto, el ICA debió implementar las primeras normas de control de calidad en la materia.

Para el año 2015, en varios de los planes operativos de las políticas públicas agrícolas del país comienza a aparecer el tema de los bioinsumos desde diversas perspectivas; bien sea, desde el desarrollo de bioinsumos a partir de la bioprospección; la validación y el registro de bioinsumos, el desarrollo de nuevos procesos para la obtención de bioinsumos para el sector agropecuario y la calidad e inocuidad de insumos y productos.

En el 2015 el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias (hoy Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación) lanzó el Proyecto Estratégico de Interés Nacional Colombia Bio, enfocado en tres eslabones de la cadena de valor: i) expedición bio, ii) investigación, desarrollo e innovación bio y iii) mentalidad, cultura y comunicaciones. Como parte del segundo eslabón, se promovió el desarrollo de bioinsumos a partir de procesos de bioprospección, mediante la identificación de organismos vivos, genes o productos derivados con potencial de uso en la producción de bienes y servicios para su aplicación en los sectores de salud, agricultura, alimentos, industria, energía y ambiente (Colciencias, 2016).

Por su parte el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (Pectia) 2017-2027, el cual consta de 77 agendas para 45 cadenas productivas, priorizadas en 29 departamentos identifica, en el área temática de calidad e inocuidad de insumos y productos, la necesidad de: “Desarrollo, validación y registro de bioinsumos y agroquímicos para la producción que permitan alcanzar la calidad e inocuidad en los sistemas productivos y cumplir los estándares internacionales exigidos para la comercialización de los productos”; y en el área de Manejo del sistema productivo estableció la necesidad de contar con: “*Bioinsumos identificados, validados y debidamente registrados para la producción limpia en los sistemas productivos*” (Corpoica et al., 2016).

Posteriormente la Misión de sabios (2019) en su Foco 4: biotecnología, medio ambiente y bioeconomía enfatizó la importancia de contribuir al conocimiento sobre la agrobiodiversidad de plantas, animales, microorganismos y su variación genética, por medio de estrategias de bioprospección que sirvan de punto de inicio de procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación y que contribuyan al desarrollo económico del país y propuso el desarrollo de nuevos procesos para producir una gama de productos como biofarmacéuticos, bioinsumos agropecuarios (biofertilizantes, bioplaguicidas), vacunas recombinantes y nuevas variedades vegetales y genotipos de animales (Misión de sabios, 2019; AgroSavia, 2021).

El portal Siembra (www.siembra.gov.co) de Colombia identificó 539 demandas de diversos actores de las cadenas productivas sobre sostenibilidad en el sector agropecuario y agroindustrial, en 29 de los 32 departamentos del país, durante el periodo 2011-2019, específicamente para las cadenas productivas de acuicultura, cacao, café, forestales, frutales, ganadería láctea y de carne, hortalizas, panela, plantas aromáticas y medicinales. Las demandas se encuentran categorizadas en temas como (AgroSavia, 2021, Portal Siembra, 2022): manejo ambiental y sostenibilidad (334); manejo del sistema productivo (79); manejo de suelos y aguas (24); manejo cosecha, postcosecha y transformación (19); material de siembra y mejoramiento genético (18); transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación (18); socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial (17); calidad e inocuidad de insumos y productos (17); manejo sanitario y fitosanitario (7), y sistemas de información, zonificación y georreferenciación (6).

En revisión realizada por AgroSavia en las bases de datos Scopus y Web of Science para el periodo 2000-2020 y un análisis con Bibliometix, identificó un crecimiento a nivel global de las investigaciones relacionadas con bioproductos desde el año 2001. Se identificaron los siguientes tipos de temas: i) altamente desarrollados: enfocados en control biológico, germinación y cultivo de vegetales, así como en diversidad genética y calidad; ii) motores: invernaderos, seguridad alimentaria, pesticidas y antioxidantes; iii) emergentes o decadentes: rendimiento y calidad de cultivos, temperatura, salinidad,

y iv) transversales: compuestos bioactivos, carotenoides y actividad antioxidante. Los autores con mayor número de publicaciones en las materias mencionadas están vinculados principalmente a universidades de Estados Unidos, Corea del Sur y Brasil, interesadas en investigación en biotecnología e ingeniería aplicada, combustibles, agricultura y ciencias ambientales (Agrosavia, 2021).

En la actualidad la demanda de biológicos se ha acelerado a raíz de la escasez de fertilizantes químicos y de las enormes alzas en precios de los productos de base química por lo que agricultores y productos están optando por bioinsumos como una alternativa de buen desempeño, sobre todo para aquellos cultivos que tienen una oferta exportadora al creciente mercado europeo. De acuerdo con Marina Sánchez, líder del grupo de investigación en Agroecología de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) sede Palmira, una de las razones que están moviendo la investigación y desarrollo de bioinsumos es que: *“La agricultura de exportación en Colombia se enfoca principalmente en monocultivos, lo que erosiona la calidad de los ecosistemas y sus mecanismos de defensa. Esto propicia el surgimiento de plagas y enfermedades lo que lleva a que busquen alternativas biológicas ante las crecientes restricciones de plaguicidas y fungicidas en los mercados internacionales”* (González, 2022).

A nivel nacional actualmente se destacan en investigación y desarrollo de bioinsumos dos Centros de Investigación: (CENICAFE y AgroSavia), entre las universidades: la Universidad Javeriana, Universidad Jorge Tadeo Lozano y EAFIT, una *spin off* proveniente de la Universidad Nacional de Colombia (biocultivos) y dos empresas una perteneciente a un grupo agroindustrial Organización Pajonales y la segunda Ecoflora Agro integrada actualmente a la multinacional Gowan.

A pesar de que se denota una actividad creciente de investigación y desarrollo en la materia en el país, se necesita continuar avanzado buscando nuevas alternativas de bioinsumos que ofrezcan soluciones y múltiples opciones a los agricultores, pero que puedan ser capaces de insertarse en plataformas tecnológicas variadas. Los expertos nacionales indican que adicionalmente es preciso realizar constantes procesos de inteligencia competitiva y vigilancia tecnológica, para identificar temas de frontera a nivel mundial que permitan orientar las prioridades nacionales de las investigaciones en términos de uso de bioinsumos y sus aplicaciones y que además promuevan procesos educativos y culturales para incrementar su adopción (AgroSavia, 2021).

D. Retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos agrícolas

Dos retos son claves en el desarrollo de bioinsumos en Colombia: uno regulatorio y otro tecnológico. Desde el punto de vista regulatorio subsisten vacíos relacionados con:

- la necesidad que este tipo de productos cuenten con dictámenes técnicos ambientales diferenciales similares a los que se manejan para los productos químicos de uso agrícola (PQUA);
- conceptos toxicológicos diferenciales que permitan evaluar su inocuidad y eficacia con patrones referenciales independientes de los PQUA;
- armonización de las regulaciones entre países que permita, en primera instancia, al menos una regulación de carácter subregional andino (Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) que propicie el comercio interregional.

También es importante mencionar que en Colombia en la medida que se haga uso de un recurso biológico o genético como fuente inicial de variación para obtener un producto con fines comerciales será necesario evaluar si la Decisión Andina 391 sobre acceso a recursos biológicos, genéticos y/o productos derivados, aplica o no, para esta categoría de productos en particular.

Al abordar los temas tecnológicos se debe considerar ciertas particularidades del proceso productivo de un bioinsumo, como por ejemplo:

- los microorganismos empleados normalmente tienen vidas medias mucho más cortas;

- la posibilidad de contaminación de un bioinsumo es mucho más alta que en un producto de base química convencional;
- las condiciones de almacenamiento para los bioinsumos requieren estricto control de parámetros como humedad, temperatura y en algunos casos de exposición a la luz solar;
- es crítico durante el proceso productivo de un bioinsumo conocer el estado fisiológico del microorganismo que se va a cosechar.

Estos condicionantes biológicos implican desde el punto de vista del desarrollo tecnológico al menos los siguientes elementos:

- contar en el país con una infraestructura adecuada que permita escalar los procesos de nivel de laboratorio a planta piloto y a escala comercial (TRL 4 a un TRL 8-9);
- personal técnico calificado que conozca y entienda los principios básicos de la ingeniería bioquímica y ramas similares del conocimiento;
- garantizar seguridad, calidad y eficacia de producto;
- trazabilidad de producto a todo lo largo de la cadena agroalimentaria y;
- posibilidad de llevar el producto a campo con la calidad requerida para que el agricultor se motive a ponerlo en su parcela y lo haga parte de su portafolio de opciones tecnológicas.

IV. Estudio de caso del Ecuador

A. Políticas públicas nacionales relacionadas con la producción y el uso de bioinsumos agrícolas

1. Políticas generales

a) Plan Nacional de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo “Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025” es la máxima directriz política y administrativa para el diseño y aplicación de la política pública en Ecuador, a través del cual el Gobierno Nacional realiza las propuestas presentadas en el Plan de Gobierno. Se organiza en cinco ejes programáticos, 16 objetivos, 55 políticas y 130 metas (Secretaría Nacional de Planificación, 2021; CEPAL, 2021):

- i) Eje Económico y Generación de Empleo: 4 objetivos, 14 políticas y 38 metas.
- ii) Eje Social: 4 objetivos, 20 políticas y 46 metas.
- iii) Eje Seguridad Integral: 2 objetivos, 5 políticas y 13 metas.
- iv) Eje Transición Ecológica: 3 objetivos, 9 políticas y 17 metas.
- v) Eje Institucional: 3 objetivos, 7 políticas y 16 metas.

En el cuadro 10 se presentan los ejes, objetivos y metas del Plan de Creación de Oportunidades, los cuales tienen alguna relación con bioeconomía. Ninguno de los ejes programáticos hace mención directa al uso, desarrollo, fomento o algún aspecto relacionado con bioproductos, o de manera particular a bioinsumos.

Cuadro 10
Ecuador: resumen de aspectos en relación con bioeconomía o bioinsumos tratados en el Plan Creación de Oportunidades 2021-2025

Documentos	Objeto	Temas tratados en relación con bioeconomía
Plan Creación de Oportunidades 2021-2025	Un país próspero, con una democracia liberal plena, regida por el Estado de Derecho y donde funcionan eficientemente las instituciones. Solo respetando la individualidad personal lograremos promover una economía de libre mercado y abierta al mundo, físicamente responsable y ganadora de empleo.	<p>Eje Económico:</p> <p>Objetivo 3 Fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meta 3.1.2. Aumentar el rendimiento de la productividad agrícola nacional de 117,78 a 136,85 toneladas/Hectárea (t/Ha). • Meta 3.1.3. Incrementar las exportaciones agropecuarias y agroindustriales del 13,35% al 17,67%. <hr/> <p>Eje Social:</p> <p>Objetivo 7 Potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora, inclusiva y de calidad en todos los niveles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Política 7.4: Fortalecer el Sistema de educación superior bajo los principios de libertad, autonomía responsable, igualdad de oportunidades, calidad y pertinencia; promoviendo la investigación de alto impacto. <ul style="list-style-type: none"> – G8: Generar redes de conocimiento vinculadas a la educación superior, que promuevan espacios territoriales de innovación adaptados a las necesidades de la sociedad y el sector productivo local. – G9: Promover la investigación científica y la transferencia de conocimiento que permita la generación de oportunidades de empleo en función del potencial del territorio.

Fuente: Plan Creación de Oportunidades 2021-2025.

b) Estrategia Territorial Nacional (ETN)

La Estrategia Territorial Nacional (ETN) es un instrumento de ordenamiento territorial a escala nacional, que comprende los criterios, directrices y guías de actuación sobre el ordenamiento territorial, sus recursos naturales, sus grandes infraestructuras, los asentamientos humanos, las actividades económicas, los grandes equipamientos y la protección del patrimonio natural y cultural, sobre la base de los objetivos y políticas nacionales (Secretaría Nacional de Planificación, 2021). La ETN se plantea a partir del reconocimiento de unidades territoriales, asentamientos humanos y la conectividad. A través de las directrices de la ETN se definen los contenidos programáticos del plan nacional de desarrollo. En el cuadro 11 se presentan las directrices y lineamientos de la ETN que de alguna manera pueden tener alguna relación con bioeconomía y bioinsumos.

Cuadro 11
Ecuador: aspectos de la Estrategia Territorial Nacional que tienen alguna relación con bioeconomía y bioinsumos

Documentos	Directriz	Lineamientos con alguna relación con bioeconomía y bioinsumos
Estrategia Territorial Nacional (ETN)	Directriz 2. Gestión del Territorio para la transición energética	<p>Lineamiento D. Educación para el cambio de estilos de vida:</p> <ul style="list-style-type: none"> • D3. Impulsar modelos productivos y urbanísticos que promuevan la adaptación al cambio climático. • D4. Promover una economía de mercado sostenible que genere oportunidades de empleo y considere particularidades de cada ecosistema. <hr/> <p>Lineamiento E. Actividad económica sostenible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E5 Incentivar la diversificación productiva acorde a las condiciones especiales de las Galápagos y la Amazonía. • E6. Incentivar los procesos de economía circular para el mejor aprovechamiento de los recursos y generación de fuentes alternativas de empleo. • E11. Desarrollar programas enfocados en incrementar la productividad agropecuaria, con un enfoque de conservación y mantenimiento de la fertilidad de suelos. <hr/> <p>Lineamiento G. Gobernanza para la sostenibilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • G9. Promover la investigación científica y la transferencia de conocimiento que permitan la generación de oportunidades de empleo en función del potencial del territorio.

Fuente: Estrategia Territorial Nacional (ETN).

2. Políticas sectoriales

a) Política de Estado para el Sector Agropecuario Ecuatoriano 2020-2030

Mediante Decreto Ejecutivo No 1293 de 2021 el Presidente de la República expidió la Política de Estado para el Sector Agropecuario Ecuatoriano 2020-2030, considerado “*como un instrumento de obligatoria observancia y aplicación en lo concerniente al sector agropecuario, en el marco del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, contenidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas*” (MAG, 2021).

La visión de esta política de Estado es que “*al 2030 el agro ecuatoriano será próspero, competitivo, sostenible e inclusivo, basado en la innovación y en la diferenciación por calidad, orientado a las demandas de los mercados nacionales e internacionales, bajo el concepto de calidad y sostenibilidad, garantizando la seguridad y soberanía alimentaria y potenciando las exportaciones; el agro será reconocido y tratado como un sector estratégico, motor del desarrollo sostenible del país*”. Se establecen seis ejes estratégicos (Presidencia de la República, 2021): i) Fomento de la productividad y la calidad; ii) Orientación y desarrollo de mercados; iii) Acceso a servicios e infraestructura; iv) Fortalecimiento de la asociatividad y participación; v) Sostenibilidad ambiental y adaptación al cambio climático; y vi) Modernización e innovación institucional y legal.

En el cuadro 12 se presenta un resumen del objeto y principales aspectos en la Política para el sector agropecuario ecuatoriano.

Cuadro 12
Ecuador: Resumen de algunos de los aspectos claves definidos en la Política para el sector agropecuario, con algún grado de relación con bioinsumos y bioeconomía

Documento de política	Eje estratégico/ejes de política	Resumen de aspectos claves ligados a bioeconomía y bioinsumos
Política de Estado para el Sector Agropecuario Ecuatoriano 2020 – 2030	Fomento de la productividad y la calidad	Impulsar la investigación e innovación tecnológica, en donde se incluyen los ámbitos de la investigación básica y aplicada, la mejora del material genético y el desarrollo de capacidades productivas y comerciales. Establecer mecanismos concursables que permitan impulsar el desarrollo de soluciones innovadoras que acerquen la investigación y el conocimiento, local y externo a su aplicación en los procesos productivos. Un enfoque de esta naturaleza deberá estimular la participación de la industria privada y de otras instituciones como universidades y centros de investigación en la incorporación de innovación en los diferentes aspectos cubiertos por las cadenas agroalimentarias.
	Eje 5 de política. Sostenibilidad Ambiental y Adaptación al cambio climático	Ámbito Cambio Climático, establece como uno de los instrumentos el PROGRAMA DE BIOINSUMOS, con el objetivo de fomentar la producción de bioinsumos.

Fuente: MAG (2021).

b) Pacto Nacional por la Bioeconomía

En el año 2020, autoridades del Gobierno ecuatoriano (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca; Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica; Ministerio de Agricultura y Ganadería), representantes ambientales y sector privado, suscribieron el Pacto Nacional por la Bioeconomía Sostenible, con el que se busca promover un compromiso para la generación de estrategias que permitan el desarrollo de actividades productivas enfocadas a la utilización y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Ministerio de Ambiente y Agua, 2021).

El Pacto se firmó en el marco de la Agenda Mundial de Desarrollo Sostenible 2030 y el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, como una *“estrategia alternativa de desarrollo basado en la orientación de las actividades económicas enfocadas en la generación de conocimiento, uso y aprovechamiento sostenible. Ecuador pretende que el Pacto Nacional por la Bioeconomía Sostenible reduzca la concentración y escasa diversificación productiva, promueva la agregación de valor de los recursos naturales, resaltando la importancia para las zonas rurales, los sectores agrícolas y agroindustriales”* (PNUD, 2021).

El Pacto por la bioeconomía se fundamenta en 10 principios:

- i) Promover la bioeconomía sostenible como política de Estado.
- ii) Fortalecer una gobernanza colaborativa y abierta para la gestión eficiente de la bioeconomía sostenible.
- iii) Incrementar la resiliencia del sistema económico como estrategia frente al cambio climático.
- iv) Fomentar la inversión nacional y extranjera a través del fortalecimiento de incentivos, creación y diversificación de fuentes y líneas de financiamiento públicas y/o privadas.
- v) Priorizar cadenas de valor de la bioeconomía, basadas en el uso intensivo de la ciencia, tecnología y conocimientos ancestrales, innovando en la producción y transformación sostenible de bienes y servicios de base biológica y sus derivados.
- vi) Promover una bioeconomía circular.
- vii) Impulsar la incubación y el escalamiento comercial de bioemprendimientos articulados a nuevas cadenas de valor, integración horizontal y vertical, y alianzas público-privadas.
- viii) Fortalecer de manera integral la innovación para la bioeconomía.
- ix) Generar indicadores y herramientas dinámicas que permitan la obtención de información actualizada y confiable.
- x) Promover la inclusión social, la reducción de brechas territoriales y distribución equitativa de beneficios de las actividades productivas, especialmente en las circunscripciones rurales y comunitarias.

c) Pacto por la Economía Circular

A partir de junio de 2019 el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP), lidera la hoja de ruta de economía circular, que se concretó con el Pacto Nacional por la Economía Circular, donde instituciones públicas y privadas, se comprometieron en apoyar y aportar en la ejecución de políticas y proyectos dentro de nueve ejes de acción. Dentro de este contexto, se generó la primera fase del libro blanco de economía circular como un instrumento para articular la realidad del país a la agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y establecer líneas de acción en cuanto producción sostenible, consumo responsable, gestión integral de residuos y generación de políticas y mecanismos de financiamiento, para un apalancamiento de la economía circular (Riera, 2021).

Con la firma del Pacto por la Economía Circular, el Gobierno ecuatoriano establece las condiciones necesarias para promover iniciativas de industrialización de residuos, eficiencia en el consumo de material energético en procesos productivos, uso de energías renovables, inclusión de recicladores de base, generación de modelos de negocios sustentables en pro de la creación de empleo equitativo en el país (Ministerio de Ambiente y agua, 2019).

El Pacto incluye nueve ejes de acción: i) Aprovechamiento e industrialización de residuos; ii) Ecodiseño; iii) Vinculación con la academia; iv) Producción limpia; v) Infraestructura sostenible y resiliente; vi) Educación; vii) Negocios sustentables y viii) Sustitución progresiva; y ix) Indicadores.

B. Marco regulatorio para la producción y uso de bioinsumos

En países como Ecuador las normativas y procedimientos para la regularización de bioproductos han estado en vías de desarrollo y actualización por los últimos 5 años.

En Ecuador, la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD) adscrita al Ministerio de Agricultura y creada mediante la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria (LOSA) del 3 de julio de 2017, es la autoridad responsable de la regulación y control de la sanidad del sector agropecuario y la inocuidad de los alimentos en la producción primaria. La LOSA en su artículo 13 establece que son funciones de Agrocalidad: *Regular, controlar y supervisar el uso, producción, comercialización y tránsito de plantas, productos vegetales, animales, mercancías pecuarias, artículos reglamentados e insumos agroquímicos, fertilizantes y productos veterinarios*. Y en su artículo 19 establece: *“registro de operadores dedicados a la (...) importación y producción nacional de insumos agropecuarios y los demás que se determine en el reglamento”*.

En el Ecuador estos productos se registraban bajo el Decreto 3609 - Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (20 de marzo de 2003) que contemplaba requisitos técnicos para el registro de productos plaguicidas químicos, a los cuales tenían que ajustarse y no se consideraba el registro de agentes de control biológico como parasitoides y predadores. Este decreto sería derogado mediante el Acuerdo Ministerial 049 de 2019 que eliminó el Título 28 (del reglamento de plaguicidas y productos afines de uso agrícola) del Decreto 3609 (Ruales y Barriga, 2020); con lo cual Agrocalidad con la participación de la Academia, INIAP, IICA, sectores públicos y privados se empezó a dar forma a la norma para la regularización de bioplaguicidas.

En el año 2019, bajo la Coordinación General de Registros de Insumos Agropecuarios de Agrocalidad y en trabajo conjunto con expertos de entidades públicas y privadas, se dio mayor énfasis en la armonización de requisitos para el registro y control de bioplaguicidas, y el 05 de agosto de 2019, la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario emitió la normativa para el registro de bioplaguicidas y afines, mediante Resolución 143 de 2019 *“Manual de Procedimientos para el Registro y Control de Agentes de Control Biológico, Extractos Vegetales, Preparados Minerales, Semioquímicos y Productos Andinos Afines al Uso Agrícola”* (Ruales y Barriga, 2020). Con esta resolución se buscaba formalizar la comercialización de bioplaguicidas, garantizar insumos de calidad en el mercado nacional, proveer de insumos agrícolas para todos los contextos productivos, regular el registro con base en requisitos acordes a las nuevas tecnologías y generar herramientas en beneficio del sector agropecuario (Viera-Arroyo, 2020). La Normativa contiene un manual técnico de procedimientos que clasifica a los bioplaguicidas de acuerdo con el activo o microorganismo.

Para los bioinsumos de uso agrícola existen otras regulaciones conexas como las que reglamentan los fertilizantes y acondicionadores de suelo (Resolución 218 de 2018, con última revisión en junio de 2022); los productos afines de uso agrícola tipo coadyuvantes (Resolución 148 de 2022) y la norma técnica voluntaria NTE INEN 209 Segunda revisión 2016-02 sobre Fertilizantes y Productos Afines.

En el cuadro 13 se muestra el panorama regulatorio de la reglamentación aplicable a bioinsumos en el Ecuador.

Desde el punto de vista regulatorio los bioinsumos en el Ecuador se han contemplado en tres grandes grupos: plaguicidas, fertilizantes y coadyuvantes, dentro de los cuales y con regulación específica se han ubicado los diferentes tipos de productos que se desarrollan como bioinsumos. El diagrama 6 presenta la clasificación de bioinsumos en el Ecuador.

Cuadro 13
Ecuador: reglamentación aplicable a bioinsumos

Norma/expedida por	Objeto	Temas abordados con relación a bioinsumos
Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria (LOSA) del 3 de julio de 2017 Asamblea Nacional del Ecuador	Regula la sanidad agropecuaria, mediante la aplicación de medidas para prevenir el ingreso, diseminación y establecimiento de plagas y enfermedades; promover el bienestar animal, el control y erradicación de plagas y enfermedades que afectan a los vegetales y animales y que podrían representar riesgo fito y zoonosanitario. Regula también el desarrollo de actividades, servicios y la aplicación de medidas fito y zoonosanitarias, con base en los principios técnico-científicos para la protección y mejoramiento de la sanidad animal y vegetal, así como para el incremento de la producción, la productividad y garantía de los derechos a la salud y a la vida; y el aseguramiento de la calidad de los productos agropecuarios.	Son competencias y atribuciones de la Agencia (Agrocalidad) las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Art. 13) Regular, controlar y supervisar el uso, producción, comercialización y tránsito de plantas, productos vegetales, animales, mercancías pecuarias, artículos reglamentados e insumos agroquímicos, fertilizantes y productos veterinarios. • Art. 19. Las personas naturales o jurídicas que se dediquen a la producción, comercialización, importación y exportación de plantas, productos vegetales, animales, mercancías pecuarias y artículos reglamentados, así como a la importación y producción nacional, de insumos agropecuarios, centros de faenamiento y de acopio.
Resolución 143 de 2019 (Actualizada mediante Resolución 105 de mayo de 2022) AGROCALIDAD	Aprobar el Manual de Procedimientos para el Registro y Control de Agentes de Control Biológico, Extractos Vegetales, Preparados Minerales, Semioquímicos y Productos Andinos Afines al Uso Agrícola.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los requisitos para el registro y control de agentes de control biológico, extractos vegetales, preparados minerales y semioquímicos, mediante la identificación de los procedimientos y criterios necesarios que permitan la interpretación de los requisitos establecidos, los cuales deben ser orientados al desarrollo técnico-científico del registro nacional. • Los productores, formuladores, envasadores, importadores y distribuidores agentes de control biológico, extractos vegetales, preparados minerales y semioquímicos, sean estos personas naturales o jurídicas, deben estar debidamente registrados ante la Agencia. • El registro de actividad estará sujeto a controles post registro por parte de la Agencia, la cual podrá suspender, modificar o cancelar el mismo, cuando se incumplan o cambien las condiciones que dieron lugar a su otorgamiento. • Establece el procedimiento para la obtención del registro nacional. • Para la obtención y modificación del registro nacional de un agente de control biológico, extracto vegetal, preparado mineral y semioquímico, se deberá presentar los certificados de análisis, según el tipo de producto, en correspondencia a su formulación, para lo cual se podrá utilizar el Laboratorio de la Agencia, laboratorios que formen parte de la Red de laboratorios Autorizados. • Establece los requisitos para la importación de productos y de muestras.
Resolución 218 de 2018 (última revisión junio 2022) AGROCALIDAD	Aprobar el Manual técnico para el Registro y control de fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agrícola.	<ul style="list-style-type: none"> • Establece los requisitos y procedimientos para el registro y control de personas naturales y/o jurídicas, públicas y/o privadas, que fabriquen, formulen, envasen, importen, exporten, distribuyan y comercialicen fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agrícola en el territorio ecuatoriano, y los requisitos y procedimientos para el registro y control de fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agrícola. • Define Bioestimulantes como productos que actúan en la fisiología de las plantas de diferentes formas y por diferentes vías para promover el crecimiento y desarrollo de estas; además, mejoran su metabolismo y adaptación a condiciones adversas o de estrés. • Establece los requisitos para registro como fabricante, formulador, envasador, exportador, importador y distribuidor (operador). • Establece el procedimiento para llevar a cabo la evaluación técnica. • Requisitos de registro para cada tipo de producto.

Norma/expedida por	Objeto	Temas abordados con relación a bioinsumos
Resolución 0148 de 2022 AGROCALIDAD	Aprobar el Manual de procedimientos para el registro, control de coadyuvantes de uso agrícola.	<p>Establecer los requisitos para el registro y control de coadyuvantes de uso agrícola, mediante la identificación de los procedimientos y criterios necesarios que permitan la interpretación de los requisitos establecidos, los cuales deben ser orientados al desarrollo técnico-científico del registro nacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los fabricantes, formuladores, envasadores, importadores, comercializadores y distribuidores de coadyuvantes de uso agrícola, sean estas personas naturales o jurídicas, deben estar registrados sea como operadores de fertilizantes y/o de plaguicidas. • El registro nacional, tendrá vigencia indefinida, y estará sujeto a evaluaciones periódicas por parte de la Agencia. • Para la obtención del registro nacional de un coadyuvante de uso agrícola, se deberán presentar los certificados de análisis, según el tipo de producto, según su formulación, para lo cual se podrá utilizar el Laboratorio de la Agencia, laboratorios que formen parte de la Red de laboratorios Autorizados por la Agencia. • Establece requisitos para la importación de muestras de productos coadyuvante de uso agrícola para experimentación. • Establece los requisitos técnicos para el Registro Nacional de un coadyuvante de uso agrícola • Establecer los requisitos, indicaciones y características que deben cumplir las etiquetas de los envases destinados a contener los coadyuvantes de uso agrícola en sus diferentes presentaciones para fines de obtención o modificación del registro nacional. • Requisitos, indicaciones y características que deben cumplir las hojas de seguridad –HS de coadyuvantes de uso agrícola. • Para la exportación de coadyuvantes de uso agrícola no registrados en el país y cuyos componentes se importaren para realizar actividades de formulación y envasado con fines exclusivos de exportación, los formuladores, envasadores, importadores, exportadores de coadyuvantes de uso agrícola, deberán contar con su respectivo registro de actividad vigente.
Resolución 201 de 2020 AGROCALIDAD	Implementar el servicio de inspección de ensayos de eficacia de plaguicidas y productos afines de uso agrícola con fines de registro, reevaluación, ampliación de uso y modificación de dosis a nivel nacional a través de personas naturales o jurídicas legalmente constituidas y autorizadas por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario.	<ul style="list-style-type: none"> • Establece los requisitos para autorización de organismos de inspección, para la inspección de ensayos de eficacia de plaguicidas y productos afines de uso agrícola. • Establece los requisitos para la autorización de inspectores de ensayos de eficacia vinculados a los organismos de inspección. • Determina las obligaciones para los organismos de inspección autorizados por la agencia de regulación y control fito y zoonosanitario y las obligaciones de Agrocalidad. • Define el procedimiento para la inspección de ensayos de eficacia de plaguicidas y productos afines de uso agrícola a través de organismos de inspección autorizados.
Resolución 117 de 2016 AGROCALIDAD	Instructivo para la aprobación, ejecución y supervisión de ensayos de eficacia de plaguicidas y productos afines de uso agrícola en Ecuador.	<ul style="list-style-type: none"> • Establece el procedimiento para la elaboración, aprobación, ejecución, supervisión y elaboración de informes de los ensayos de eficacia. • Determina los cultivos en los cuales se deberán llevar a cabo ensayos de eficacia de plaguicidas de uso agrícola. Estos son: rosa, tomate hortícola, papa, banano, arroz, palma africana, caña de azúcar y soya.
NTE INEN 209:2016	Define los términos relacionados con fertilizantes y productos afines.	<p>Entre otros define:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abono verde, Abono orgánico, Acondicionador del suelo, Bioestimulante, Biofertilizante., Biorreguladores, Bioinsumo, Coadyuvante, Compost, Fertilización. Fertilizante y todas sus posibles clasificaciones, Fitohormonas u hormonas vegetales, Nutriente.

Fuente: Reglamentación vigente en el Ecuador para bioinsumos.

Diagrama 6
Ecuador: clasificación de los bioinsumos de acuerdo con la regulación expedida por Agrocalidad 2022

Bioinsumos							
Plaguicidas biológicos y afines (Resolución 143 de 2019)				Fertilizantes (Resolución 218 de 2018)			Coadyuvantes (Resolución 148 de 2022)
Agentes de control biológico	Extractos vegetales	Semioquímicos	Preparados minerales	Fertilizantes	Enmiendas de suelos	Productos afines	Surfactantes o tensoactivos
Agentes Microbianos: entomopatógenos y antagonistas		Feromonas		Orgánicos	Orgánicos	Bioestimulantes	Adherentes
Parasitoides y depredadores		Aleloquímicos		Inorgánicos	Inorgánicos	Reguladores de crecimiento de origen natural y químico y sus mezclas con fertilizantes	Penetrantes
Nemátodos entomopatógenos		Atrayentes alimenticios				Elicitores	Antideriva
Metabolitos secundarios de la producción de microorganismos						Inoculantes biológicos	Emulsificantes o agentes de compatibilidad
						Hidratantes	
						Detergentes	
						Aceleradores de maduración	
						Limpiadores de follaje	
						Agentes antiespumantes	
						Estresantes	
						Preservantes	
						Antioxidantes	
						Floculantes de suelo	
						Protectores solares	
						Ceras e hidrogeles	
						Otros	

Fuente: Elaboración propia con base en Agrocalidad: Resolución 143 de 2019, Resolución 218 de 2018, Resolución 148 de 2022.

C. Investigación, desarrollo e Innovación en bioinsumos agrícolas

En el Ecuador, el uso de bioinsumos ha comenzado a ganar más espacio con la realización de investigaciones de empresas públicas y privadas que han implementado este tipo de insumos en varios cultivos como flores, banano, caña de azúcar, café, papa, brócoli, mora, entre otros, con resultados favorables de eficiencia y actuando como promotores de crecimiento, generando una disminución del impacto negativo del ambiente y la obtención de alimentos libres de contaminantes (Viera-Arroyo, 2020).

Al igual que en otros países andinos en particular Bolivia y Perú, en el Ecuador se ha identificado un desarrollo de bioinsumos líquidos, en particular por parte de las poblaciones indígenas y campesinas, ya sea mediante el uso de biodigestores o de manera artesanal como resultado del uso de un lenguaje de agroecología. El uso de los fermentos líquidos en los cultivos se desarrolló junto con la promoción de los digestores anaeróbicos domésticos para el biogás en la región andina. El excedente líquido que sale de estos digestores se denomina “*biol*”. Junto con el *biol* de los biodigestores, los fermentos “artesanales”, preparados exclusivamente para su aplicación a los cultivos, se promueven comúnmente en los Andes como fertilizantes de producción local y de bajo costo. Un estudio realizado por la Universidad de Michigan encontró una gran diversidad de insumos orgánicos e inorgánicos utilizados para hacer fermentos artesanales, aunque casi todos incluyen estiércol como ingrediente básico, el cual es diluido y descompuesto bajo condiciones anaeróbicas desde algunas semanas hasta meses (O’Neill y Ramos-Abensur, 2022).

Otros bioinsumos innovadores en la región andina identificados en la revisión del estado del conocimiento y uso de los fermentos líquidos y del *biol* en los Andes adelantado por la Universidad de Michigan (2022), incluyen el uso novedoso de insumos orgánicos tradicionales como el estiércol de camélidos y el tarwi para un mejor manejo de los nutrientes y el aislamiento de microorganismos del suelo con potencial como biofertilizantes. Los suelos andinos contienen microorganismos adaptados al frío con propiedades promotoras del crecimiento vegetal. Se han aislado bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre asociadas a la quinua, de la papa se han aislado bacterias que reducen la presión de las plagas y mejoran el crecimiento del tubérculo y se han aislado hongos con capacidad para solubilizar el fósforo. Las bacterias y hongos nativos aislados, cultivados en grandes lotes y aplicados en pulverizaciones foliares, aumentan el rendimiento de la quinua. Los metabolitos secundarios extraídos de las cepas nativas aisladas de *Trichoderma* sp. también aumentan el rendimiento del grano en la quinua. Además, se han recogido microbios benéficos a través de redes de agricultores mediante el aislamiento de hongos y bacterias de los abonos agrícolas, todos ellos tienen potencial como biofertilizantes para los cultivos andinos, al margen de su uso biológico (O’Neill y Ramos-Abensur, 2022).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP lidera la investigación, desarrollo y formación en bioinsumos en el Ecuador. En el año 2009, inició el proyecto “Biocontrol for Sustainable Farming Systems (Biocontrol para Sistemas Agrícolas Sostenibles”, ejecutado por INIAP y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), con el financiamiento de MFAT-Nueva Zelanda y con el asesoramiento de especialistas de AgResearch, Plant and Food Research y Lincoln University, con el objetivo de generar formulaciones de MB y tecnologías de biocontrol que puedan ser implementadas en cultivos agrícolas en las condiciones ambientales del Ecuador.

Según INIAP (2017) los principales logros alcanzados a través de dicho proyecto entre el 2009 y el 2017 fueron los siguientes:

- Conformación de un laboratorio de control biológico para investigación en INIAP que forma parte del Departamento de Protección Vegetal. En él se han generado varios procesos de investigación, principalmente sobre formulaciones microbianas a base de hongos benéficos, prospección, aislamiento y multiplicación de microorganismos benéficos a partir de muestras de suelo y plagas con presencia de organismos antagónicos. Además, se han estandarizado metodologías para el control de calidad de productos biológicos a base de hongos. Además,

se conformó una Red de Técnicos de Laboratorios de Control Biológico, que está integrada por investigadores del INIAP, técnicos de laboratorio de empresas privadas y funcionarios gubernamentales del MAG y AGROCALIDAD.

- Evaluación de la calidad de bioinsumos comerciales. Durante el año 2011, se realizó una prospección de bioinsumos comerciales. Se realizó el control de calidad, mediante pruebas microbiológicas, para determinar la concentración, viabilidad y pureza. Se evaluaron 18 productos comerciales, de estos el 64% de los productos no poseían viable el microorganismo que se declaraba en la etiqueta, el 42% presentó un alto porcentaje de contaminación, otro 35% presentó viabilidad de conidios.
- Diagnóstico de los laboratorios para control de calidad de bioinsumos en Ecuador. Se realizó un diagnóstico a los laboratorios del sector público y empresas privadas que podrían realizar análisis de calidad de bioinsumos. El 80.95% de los laboratorios encuestados están ubicados en la región Sierra y el 19.05% en la Costa. El 90% de laboratorios están interesados en formar parte de la Red de Laboratorios de Bioinsumos que coordina AGROCALIDAD para efectuar los análisis de control de calidad; además esta actividad constituye un servicio que generará un ingreso económico.
- Desarrollo de prototipos de bioformulaciones a base de hongos benéficos. Se evaluaron las formulaciones: gránulo dispersable, gránulo cubierto, polvo mojable y concentrado emulsionable, para determinar la estabilidad y sobrevivencia de esporas de *T. asperellum* y *Purpureocillium lilacinum*, las bioformulaciones fueron elaboradas a partir de la multiplicación masiva de esporas en sustrato arroz, además se utilizaron materiales nacionales disponibles. También se desarrollaron prototipos de bioformulaciones, tales como polvo mojable, concentrado emulsionable, gránulo cubierto y gránulo dispersable, a base de *T. asperellum*.
- Investigaciones en cultivos agrícolas. Investigaciones en gusano blanco de la papa (*Premnontrypes vorax*) evaluando la eficacia de dos bioformulados de *B. bassiana* (arcilla y sustrato arroz) y los tipos de aplicación. Se encontró que el entomopatógeno redujo el porcentaje de daño en tubérculos cosechados, constituyendo una alternativa biológica para su incorporación en programas de manejo de esta plaga, siempre y cuando existan buenas condiciones de humedad y alta presencia de materia orgánica en el suelo.

Además del INIAP que lidera la investigación y desarrollo de bioinsumos, se destacan algunas universidades públicas y privadas como la universidad san Francisco de Quito, la universidad Central del Ecuador, la universidad de Cuenca y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que fundamentalmente presentan una amplia producción académica a nivel de tesis de pre y post grado. En el sector privado empresarial se presenta poco desarrollo a nivel nacional con un número reducido de empresas que efectúan I+D y cuentan con productos en el mercado, destacándose ECB Bioinsumos Agrícolas y Agrodiagnostic. El cuadro A3 (anexo) presenta un resumen de los desarrollos en materia de bioinsumos en Ecuador con sus principales áreas y productos, tanto para el sector público y privado como para la academia.

Dos de las iniciativas más destacables que buscaban lograr algún grado de avance en el desarrollo de bioinsumos en el país: el Centro de Producción de bioinsumos para la agricultura a base de microorganismos benéficos y la Empresa Pública de Desarrollo Productivo y Agropecuario del Sur DEPROSUR, por dificultades administrativas y logísticas en la actualidad, no operan.

El Centro de Producción de bioinsumos para la agricultura a base de microorganismos benéficos fue inaugurado en el año 2013 por el Viceministerio de Desarrollo Rural del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca a través de la Coordinación General de Innovación y su objetivo era: "proveer bioinsumos para los principales productos agropecuarios, así como para la agricultura familiar responsable de la alimentación del país, por lo que la cobertura se representa en función de la ubicación de los cultivos agrícolas y producción pecuaria del país; es decir, a nivel nacional". El proyecto se ejecutaría a través de los siguientes componentes (MAGAP, 2013):

- Componente 1. Implementar y equipar una planta industrial de bioinsumos a base de microorganismos benéficos.
- Componente 2. Promocionar y difundir el uso de bioinsumos producidos por la planta, además de capacitar y dar asistencia técnica a los productores beneficiarios para la adopción de esta tecnología
- Componente 3. Apoyar e incentivar procesos de investigación y desarrollo para la diversificación de productos e innovación de tecnologías.
- Componente 4. Fortalecer la producción de bioinsumos.

En el marco de este proyecto y para el año 2020 la estación experimental del INIAP denominada Pichilingue en la jurisdicción del cantón Mocache, provincia de Los Ríos, no funcionaba y se encontraba abandonada la infraestructura física que fue construida para I+D+i de bioinsumos en el Ecuador bajo el liderazgo del INIAP.

En el año 2013, el MAGAP también presentó e inauguró la Empresa Pública de Desarrollo Productivo y Agropecuario del Sur DEPROSUR ubicada en el sector de Zapotapamba, cantón Paltas, provincia de Loja, con una inversión de 1.201.488 dólares, en la que esperaba producir 3.300 toneladas métricas de abono orgánico al año y de 124.000 litros de abono líquido (MAGAP, 2013); en donde además se llevaron a cabo actividades de formación e investigación en asocio con la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL, 2013). En el año 2017 el Gobierno Provincial de Loja ordenó la extinción y liquidación de DEPROSUR E.P. teniendo en cuenta las dificultades presupuestales y de resultados (Gobierno Provincial de Loja, 2017).

D. Retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos agrícolas

A pesar de que el país cuenta con la norma técnica nacional NE: INEI 209 (2016), que define normas para evaluar abonos, abonos orgánicos, acondicionadores del suelo, bioestimulantes, biofertilizantes, biorreguladores, bioinsumos, coadyuvantes, compost, fertilizantes, fitohormonas, nutrientes, sigue siendo un reto contar con laboratorios certificadores nacionales que puedan dar aplicación a la norma y con laboratorios que desarrollen control de calidad sobre estos mismos insumos.

La capacidad para llevar a cabo actividades de I+D+i en bioinsumos en el país es incipiente. Se necesitan más alianzas entre el sector público, la academia y las pocas empresas pioneras que están llevando a cabo alguna actividad para desarrollar productos en esta categoría. Este aspecto puede ser favorecido por el establecimiento de políticas que incentiven el uso de estos productos (políticas de oferta y demanda), políticas de compra pública favorables al uso de estos productos, o incentivos fiscales y tributarios que los hagan más atractivos para agricultores y usuarios final.

V. Estudio de caso del Uruguay

A. Políticas públicas nacionales relacionadas con la producción y el uso de bioinsumos agrícolas

La institucionalidad pública agropecuaria tiene un carácter heterogéneo, y se compone del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) y un conjunto de organismos relacionados en un mayor o menor grado con el MGAP, con diferentes grados de autonomía. En este sentido se cuenta con el Instituto Nacional de la Carne (INAC), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), el Instituto Nacional de la Leche (INALE), el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI), el Instituto Plan Agropecuario (IPA), el Instituto Nacional de Colonización (INC), el Instituto Nacional de Semillas (INASE), el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), a los que se suman las instituciones educativas como la Universidad de la República (a través de las Facultades de Agronomía y Veterinaria), la Universidad Tecnológica (UTE) y las Escuelas Técnicas de UTU. También hay otros organismos que brindan servicios y cumplen roles relevantes para el sector agropecuario, como puede ser el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP), la Usina de Transmisión Eléctrica (UTE), Comisión Honoraria pro-Eradicación de la Vivienda Rural Insalubre (MEVIR), entre otros (Ackermann *et al*, 2018).

1. Políticas generales

a) Estrategia Nacional de Desarrollo Uruguay 2050

En el año 2015 la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) crea la Dirección de Planificación con el objetivo de asesorar al Poder Ejecutivo sobre las líneas estratégicas de acción que deberá tomar Uruguay para encaminarse hacia un desarrollo sostenible en el largo plazo. En este sentido la Dirección de Planificación trabajó en la elaboración de un documento base hacia una Estrategia Nacional de Desarrollo al 2050 conformada por el conjunto de lineamientos estratégicos que habrá de seguir Uruguay para alcanzar la Visión Uruguay 2050. La Estrategia Nacional se fundamenta de dos ejes temáticos de desarrollo: el cambio demográfico y la transformación de la matriz productiva. El segundo eje temático tendrá como foco diez complejos productivos estratégicos (Presidencia del Uruguay, 2018): i) Bioeconomía, ii) Economía digital, iii) Energías renovables, iv) Turismo, v) Hidrocarburos, vi) Minería, vii) Industrias creativas, viii) Forestal – madera – celulosa, ix) Alimentos, y, x) Servicios globales de exportación y asociados a los recursos naturales.

Se espera con esta estrategia que los cambios de la matriz productiva en el futuro tendrán un núcleo innovador conformado por la Economía Digital y la Bioeconomía. La bioeconomía se ha desarrollado sobre la base de la producción primaria, la salud animal, la producción manufacturera y los biocombustibles (Presidencia del Uruguay, 2018).

b) Estrategia Nacional de Desarrollo Industrial

En junio del año 2008 se constituye el Gabinete Productivo con el objetivo de mejorar la estructura productiva del país, para lograr un crecimiento económico sustentable con justicia social y desde ese mismo año los sectores bio y nanotecnológicos fueron definidos como prioritarios por el Gabinete Productivo en el marco de la definición de la estrategia de desarrollo industrial. El Gabinete Productivo seleccionó para la primera etapa un conjunto de cadenas productivas: forestal maderera, farmacéutica, láctea, automotriz, carne vacuna, tecnologías de la información y de la comunicación, granos y oleaginosos y energías renovables. En una segunda etapa se seleccionaron cinco nuevas cadenas: avícola, bio y nanotecnología, cítrica, porcina y textil (Gabinete Productivo, 2010).

Durante 2008 y 2009, el Gabinete Productivo trabajó en la caracterización de dichas cadenas y en la identificación de medidas de políticas para levantar las restricciones al crecimiento de estas. Dicho trabajo fue realizado, a su vez, en el marco de los lineamientos estratégicos y del cumplimiento de los objetivos definidos en el año 2007 por el PENCTI (Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación). En esta línea el Ministerio de Industria, Energía y Minería MIEM, en el año 2009 definió una agenda estratégica de políticas públicas, las más importantes se basan en la promoción de la competitividad en sectores estratégicos y clústeres, en donde las agroindustrias tienen una importancia clave en la estrategia, además de varias relacionadas con sectores intensivos en conocimientos (TIC, biotecnología, nanotecnología) (Paolino, 2014).

A mediados de 2011 comenzó el Plan Estratégico Sectorial, elaborado en el marco del CSBT (Consejo Sectorial Tripartito de Biotecnología), con la participación de 25 empresas representantes de instituciones públicas y privadas. El plan aborda diversos temas y hace especial énfasis en la definición de una política de Estado para el desarrollo de la biotecnología que permita elaborar políticas públicas coordinadas y sostenidas en el tiempo, que faciliten el crecimiento del sector. Fue lanzado por el Gabinete Productivo el 30 de junio de 2011: "Promoción estratégica del Uruguay biotecnológico". La norma, que surgió del trabajo del Consejo Sectorial de Biotecnología, promueve el desarrollo, la producción y aplicación de la biotecnología, así como una mayor participación del sector privado.

La Ley que acoge el Plan Estratégico presentado por el Gabinete productivo en cuanto a biotecnología busca promover el desarrollo, la producción y aplicación de la biotecnología, comprendiendo actividades de investigación y desarrollo, comercialización e incorporación en el proceso productivo. La Ley tiene como objetivos (Engormix, 2015):

- Permitir una mayor participación del sector privado en el terreno de la investigación, desarrollo, innovación y transferencia tecnológica.
- Se expresan las condiciones marco para fomentar y favorecer la inversión de proyectos. Para ello, se remite a beneficios tributarios y fiscales existentes por la normativa vigente, así como a la posible creación de nuevos beneficios.
- Prevé la creación de un fondo de estímulo a la biotecnología como medio de "crecimiento para emprendimientos de alto riesgo tecnológico y de mercado que no acceden a financiamiento bancario".
- Para quienes deseen acogerse a tales beneficios, se crea un registro nacional de emprendimientos biotecnológicos.
- Se establecen, asimismo, "infracciones y sanciones para las personas físicas o jurídicas que no cumplan con la normativa o la ejecución en tiempo y forma de los emprendimientos aprobados".

2. Políticas sectoriales

a) Macroestrategia Uruguay Agrointeligente

En el año 2017 el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) promulgó una política en la que uno de los ejes estratégicos es la intensificación sostenible, es decir, el aumento de la producción de alimentos promoviendo la sostenibilidad de los procesos y el cuidado del ambiente (Presidencia del Uruguay, 2019). Esta política busca un enfoque de Uruguay Agrointeligente como plataforma de desarrollo competitivo y de innovaciones en la economía uruguaya. Esta políticas se alinean con patrones modernos de competitividad internacional asociados a factores como: el cuidado del medio ambiente, niveles crecientes de sanidad animal, inocuidad de alimentos, confianza del consumidor final, certificaciones, mejora de las condiciones de trabajo, inversiones en complejo investigación/ innovación (MGAP, 2017).

La Macroestrategia Uruguay Agrointeligente busca la intensificación productiva con sostenibilidad económica, ambiental y social, la adaptación y mitigación del cambio climático, promover la competitividad e inserción internacional, entre otros y está estructurada en seis líneas estratégicas que se presentan en el cuadro 14 (Presidencia del Uruguay, 2019; MGAP, 2017).

Cuadro 14
Uruguay: líneas Estratégicas de la Macroestrategia Uruguay Agrointeligente

Línea estratégica	Estrategia/meta
Promoción de la competitividad y la inserción internacional	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionar a Uruguay en un proveedor confiable y seguro con alimentos de calidad. • Desarrollo de mercados. Acercar productos uruguayos a consumidores internacionales en nichos de mercado de alto valor. "Envasamos naturaleza y vendemos confianza". • Promover mejoras de inserción en materia arancelaria. • Diferenciación de productos o procesos.
Promover una intensificación productiva con sostenibilidad económica ambiental y social	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar los riesgos, manejo de información en tiempo real. • Adoptar visiones de paisaje. • Complementar estadísticas con cuentas ambientales. • Mitigar asimetrías de escala, de información, tecnológicas. • Apostar a la calidad y valor de productos y procesos con atributos ambientales enfocados a los consumidores (resto del mundo) y nuestros conciudadanos.
Adaptación y mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Promover adaptación de los sistemas de producción a la variabilidad climática. • Promover reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y otros efectos ambientales por unidad de producto. • Promoción de agua para la producción: riego suplementario y agua para la producción animal. Así, se promueve la intensificación productiva y de mitigación de la vulnerabilidad climática. Ajustes en marco normativo para dar incentivos a uso responsable del agua para la producción.
Desarrollo Rural: inserción competitiva de la agricultura familiar en cadenas de valor	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor infraestructura predial para adaptarnos a la variabilidad y el cambio climático, y construir resiliencia. • Profundizar avances para mejorar las capacidades de los productores para manejar sus establecimientos con nuevos conocimientos y nuevas herramientas en un clima de cambios. • Descentralización. Consolidar los espacios y acciones de descentralización en las 40 Mesas de Desarrollo y los Consejos de Desarrollo Local.
Fortalecimiento y Articulación de la Institucionalidad Pública y Público-Privada	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidación de las mesas de desarrollo competitivo por cadena para identificar y articular soluciones en materia de desarrollo productivo e inserción internacional. • Articulación en las Juntas de Riego y las Comisiones de Cuenca para la promoción responsable del agua para riego. • Promover acciones articuladas de la institucionalidad pública agropecuaria rediseño de sistema de transferencia para promover el desarrollo producto en ganadería.
Promoción de la Ciencia Agropecuaria para consolidar un Uruguay Agrointeligente	<ul style="list-style-type: none"> • Impulso a largo plazo de una transformación social que genere un movimiento identificador nacional con el fin de movilizar a los uruguayos en torno a las oportunidades que el sector agropecuario brinda. • Promoción de una cultura del agro que busque crear un nuevo imaginario y que trabaje sobre los modelos mentales, los estilos de vida y las formas de relacionarse con el sector. • Caracterización del sector agropecuario de hoy y de los próximos 20 años en materia de RRHH necesarios para alcanzar el Uruguay Agrointeligente e identificar los escollos existentes.

Fuente: Macroestrategia Uruguay Agrointeligente.

b) Política Nacional de Cambio Climático (PNCC)

La Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) es un instrumento que ofrece el marco estratégico de largo plazo, para guiar las transformaciones que Uruguay viene transitando para hacer frente a los desafíos del cambio climático y la variabilidad. Pretende además, atender las obligaciones internacionales asumidas con la ratificación del Acuerdo de París. Fue elaborada entre febrero y agosto de 2016, y aprobada mediante el Decreto del Poder Ejecutivo 310 de 2017 (Sistema Nacional Ambienta et al., 2017).

Con horizonte a 2050, es una política amplia y transversal, que tiene como objetivo general promover la adaptación y mitigación del cambio climático en Uruguay. Procura contribuir al desarrollo sostenible, buscando una sociedad y un ambiente más resilientes, al tiempo que promueve una economía de bajas emisiones de carbono, a partir de procesos productivos y servicios sostenibles. En su dimensión productiva, entre otras cosas, la Política prioriza las acciones de mitigación y de adaptación para el sector agropecuario, mediante la implementación de planes de uso y manejo del suelo, manejo sostenible del campo natural, seguros climáticos, adopción de tecnologías que permitan mejorar la eficiencia de los sistemas y fortalecimiento de prácticas de manejo que permitan el secuestro de carbono (Presidencia del Uruguay, 2019).

La Política Nacional de Cambio Climático se fundamenta en cinco dimensiones cada una con orientaciones estratégicas de largo plazo y líneas de acción concretas de corto y mediano plazo (Sistema Nacional Ambienta et al, 2017): i) Dimensión Gobernanza; ii) Dimensión Conocimiento; iii) Dimensión Social; iv) Dimensión Ambiental, y v) Dimensión Productiva.

c) Plan Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible

El Plan Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible, fue aprobado por el Gabinete Nacional Ambiental en diciembre de 2018. Es un instrumento de planificación estratégica para el ordenamiento eficiente del accionar y la coordinación de todos los actores involucrados en una política ambiental nacional para el desarrollo sostenible. El Plan tiene cuatro grandes objetivos que orientan las acciones planteadas y se estructura en tres dimensiones con metas definidas para el año 2030 (cuadro 15) (MVOTMA, 2019).

Cuadro 15
Uruguay: resumen de los objetivos y dimensiones del Plan Ambiental Nacional para el Desarrollo Sostenible

Objetivos	Dimensiones
1. Generar un compromiso país que garantice la protección del ambiente y el acceso equitativo a los bienes y servicios ambientales para las generaciones actuales y futuras, con énfasis en la población más vulnerable.	Dimensión 1. Un ambiente sano para una buena calidad de vida: se centra en el estado de los sistemas ambientales; la conservación de los ecosistemas y la calidad del medio biofísico, así como su relación con el bienestar de la población. Esta dimensión está orientada a establecer metas que garanticen la calidad ambiental en el horizonte temporal del Plan. Se compone de cinco (5) objetivos específicos compuestos por 23 metas.
2. Generar una relación con el ambiente basada en el respeto por la naturaleza, que conserve la biodiversidad y asegure la resiliencia de los sistemas ambientales.	Dimensión 2. Actividades económicas y productivas sostenibles: aborda los procesos productivos que tienen relación con el ambiente, tanto por la utilización y manejo de los recursos naturales como por sus impactos ambientales. Para generar sistemas más sostenibles, se abordan aspectos estructurales de los patrones y modelos de producción y consumo, se promueve la aplicación de una mejor gestión y mejores prácticas productivas en los diferentes niveles. Se definen cuatro (4) objetivos específicos y 23 metas.
3. Promover activamente el desarrollo de modelos y prácticas de producción y consumo ambientalmente sostenibles e incorporar la dimensión ambiental en las actividades socioeconómicas actuales y futuras.	
4. Fortalecer, consolidar y articular las capacidades institucionales y de la ciudadanía para la gestión y protección de los sistemas ambientales, incluyendo mecanismos para la implementación y evaluación conjunta del presente Plan.	Dimensión 3. Gestión y ciudadanía ambiental: busca lograr un mejor equilibrio entre las dimensiones ambientales, sociales y económicas y profundizar la conciencia y valoración del ambiente y la naturaleza. Lograr sistemas ambientales sostenibles requiere de transformaciones culturales que pautan nuestra relación con el ambiente.

Fuente: MVOTMA (2019).

De manera particular en la Dimensión 2, el objetivo 2.2: “Promover prácticas productivas sostenibles que reduzcan el impacto ambiental de las actividades agropecuarias”, define en la meta 2.2.5. para 2030 (MVOTMA,2019):

“Se ha reducido significativamente el uso de productos fitosanitarios de síntesis química en la producción agropecuaria en general y, particularmente, los plaguicidas categoría 1 utilizados en cultivos a “campo abierto” y en invernáculos; se ha adoptado el manejo integrado de plagas con énfasis en la capacitación y desarrollo de las Buenas Prácticas Agrícolas. Se ha promovido el uso de los productos de baja ecotoxicidad, bioinsumos y otras prácticas agrícolas sustentables”.

Para ello se establece de manera específica el indicador: Volumen de consumo de bioinsumos/ Volumen de producción.

d) Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica en Uruguay

La Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB) 2016-2020 establece la política nacional para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, es el instrumento base para la gestión de los ecosistemas, especies y recursos genéticos, así como de los bienes y servicios que de ellos se derivan. Responde al cumplimiento de los compromisos asumidos por Uruguay, como Estado Parte de la Convención de Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (CDB). Comprende 41 Metas Nacionales para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica; y 8 Ejes de Acción que responden a los objetivos del Convenio (MVOTMA,2016).

La ENB se organiza en torno a ejes temáticos centrales y transversales, como se presenta en el cuadro 16.

Cuadro 16
Uruguay: estructura y contenido de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB)

Ejes temáticos centrales	Ejes transversales
<p>Eje 1. Conservación y uso sostenible de la diversidad biológica: busca conservar y manejar eficientemente los espacios de conservación del territorio cuyos componentes los hacen singularmente estratégicos para el mantenimiento de la diversidad biológica. Se definen como líneas de acción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el desarrollo de espacios de conservación, • la conservación <i>ex situ</i> • el control y erradicación de especies exóticas invasoras 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Educación para la conservación. 2. Generación de conocimiento. 3. Gestión de la información. 4. Actualización del marco normativo. 5. Fortalecimiento de la participación y acceso a los beneficios. 6. Movilización de recursos.
<p>Eje 2. Incorporación de consideraciones sobre diversidad biológica en los sectores: busca promover y garantizar el aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica, además de establecer políticas para la integración de la conservación de la diversidad biológica con el desarrollo de actividades productivas. Persigue una agricultura más sostenible. Dentro del segundo eje temático central se hace hincapié en la integración de la diversidad biológica en las prácticas productivas, como así también en la evaluación del riesgo y control de organismos genéticamente modificados y su paquete tecnológico asociado.</p>	

Fuente: (MVOTMA,2016; FAO, 2016).

e) Propuesta de Estrategia Nacional de Bioeconomía

Desde el año 2018 el país creó el Grupo Interinstitucional de Trabajo en Bioeconomía Sostenible (GIT-BS) para construir una propuesta de estrategia en la materia que tenía como objetivos:

- Establecer los ejes estratégicos.
- Establece las líneas de acción para el desarrollo de la bioeconomía en el país hacia el año 2050.

- Identificar los complejos productivos claves para el proceso.
- Proponer acciones tempranas para su implementación.

Los complejos productivos identificados fueron: alimentos y bebidas, recursos forestales, química y farmacéutica, turismo sostenible, recursos biológicos acuáticos y valorización de residuos y subproductos que a su vez tenían como punto de partida el complejo agropecuario y agroindustrial existente que necesariamente debería transitar hacia una transformación productiva basada en la sostenibilidad (Bailan y Cortelezzi, 2020).

Como ejes estratégicos el GIT-BS presentó cuatro ejes en las siguientes temáticas:

- Sostenibilidad de la producción y el consumo: Busca fomentar sistemas de producción y consumo sostenibles, alineados con la economía circular.
- Inserción internacional sostenible: Pretende fortalecer la inserción internacional del país a partir del desarrollo de bioproductos y servicios con valor agregado ambiental para cubrir nichos de mercado y cumplir con regulaciones internacionales sobre sostenibilidad.
- Ciencia, tecnología e innovación orientada a la bioeconomía: desarrollar y promover la ciencia, tecnología e innovación enfocada en la bioeconomía.
- Desarrollo territorial inclusivo: fomentar el desarrollo social inclusivo y las capacidades productivas e institucionales a nivel de los territorios, en función de los recursos biológicos disponibles y su lógica socioeconómica.

La estrategia actualmente se encuentra en proceso de validación y se acompaña de medidas como la creación de un sistema de gobernanza institucional, un sistema de monitoreo y evaluación para darle seguimiento a las acciones implementadas y la creación de una cuenta satélite de bioeconomía. Es de anotar que en línea con lo dispuesto por la estrategia nacional de desarrollo Uruguay 2050 y coincidente con la construcción de la estrategia nacional de bioeconomía, la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) de la Presidencia de la República lanzó la hoja de ruta para avanzar hacia una bioeconomía forestal en el país (Presidencia de la República, 2019).

f) Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

El Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Pencti), fue elaborada lo largo del primer gobierno del Dr. Tabaré Vázquez. A partir de la elaboración del Pencti y del incremento presupuestal, fue posible poner en funcionamiento nuevas instituciones, algunas de las cuales transformaron al sector. Especial impacto tuvo la creación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), que profesionalizó la gestión de instrumentos de impulso a la CTI; la creación del Instituto Pasteur, junto con una mayor focalización del INIA en temas de investigación (Presidencia del Uruguay, 2019).

La Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) como instancia operativa y facilitadora del Sistema de I+D+i llevó a cabo el desarrollo de un conjunto de instrumentos dedicados a la promoción de las actividades de Innovación e Investigación y en el año 2010 se aprobó el decreto No 82 por el cual se acoge el Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación (Pencti).

El plan tiene como misión crear las condiciones para que el conocimiento y la innovación sean instrumentos primordiales de desarrollo. Para ello se postulan tres macroobjetivos, vinculados a la competitividad empresarial, la consolidación del sistema nacional de investigación y a la apropiación social del conocimiento. Se definieron también prioridades estratégicas sectoriales en tres niveles (Ministerio de Educación y Cultura, 2010):

- sectores de problemas y oportunidades (por ejemplo software, salud humana y animal o producción agropecuaria y agroindustrial);
- áreas tecnológicas intensivas en conocimiento (TIC, biotecnologías y otras emergentes como la nanotecnología);
- creación y mantenimiento de capacidades de base (p. ej., recursos humanos de grado y posgrado o fortalecimiento institucional).

El Pencti señala la importancia de construir nuevas capacidades en las áreas contenidas en los nuevos paradigmas científicos/tecnológicos pero sin desarrollar una falsa oposición con los sectores "intensivos en RRNN" (agropecuario, turismo y en el futuro minería) y los sectores "*intensivos en conocimientos*" (Tics, biotecnologías, nanotecnologías, química fina, entre otras.). Por el contrario, se trata de fomentar el desarrollo sinérgico entre ambos (Paolino y otros, 2014).

g) **Plan Nacional para el Fomento de la Producción con bases Agroecológicas**

Uruguay mediante la Ley 19.717 del año 2019 reglamentada por el Decreto 159 de 2019, declaró como de interés general el fomento de la producción con bases agroecológicas y definió 11 lineamientos y cinco ejes estratégicos para la formulación de un Plan Nacional en la materia. Esta Ley entiende por Agroecología "*la aplicación de los conceptos y principios ecológicos al diseño, desarrollo y gestión de ecosistemas agrícolas sostenibles*" y considera que los lineamientos propuestos deberían ser (Comisión Honoraria del Plan Nacional para el Fomento de la Producción con Bases Agroecológicas, 2021):

- Incorporación de prácticas agroecológicas y procesos de transición a sistemas de producción agroecológicos, el acceso a mercados y fortalecimiento de los ya existentes.
- Impulso a la oferta accesible de alimentos inocuos y de calidad.
- Promoción del uso sustentable de los bienes naturales y la conservación de ecosistemas y su biodiversidad.
- Fomento a la conservación y el uso de recursos genéticos autóctonos y reconocimiento de los derechos de los agricultores a reproducirlos y asegurar su disponibilidad.
- Promoción del número de agricultores de base agroecológica.
- Aumento en el número de productores bajo sistemas de producción, distribución y consumo de productos alimentarios de base agroecológica.
- Fomento a mercados locales y de cercanía para productos de base agroecológica.
- Impulso a la formación e investigación en Agroecología. Fomento a sistemas integrales de extensión y asistencia técnica con enfoque de sistemas y bases agroecológicas.
- Presupuestar actividades de los programas del Plan Nacional e identificación de posibles fuentes de financiamiento.
- Coordinación e integración de todos aquellos planes e instrumentos de la política pública favorables.
- Identificación de las barreras arancelarias y paraarancelarias nacionales e internacionales de acceso a mercados y promoción de la remoción de estas.

Los cinco (5) ejes estratégicos con sus correspondientes programas y proyectos se enfocaron en:

- i) Eje 1. Fomento y promoción de la producción.
- ii) Eje 2. Acceso, distribución y consumidores.
- iii) Eje 3. Recursos genéticos.
- iv) Eje 4. Formación, investigación y extensión
- v) Eje 5. Comunicación y difusión

3. Políticas específicas en bioinsumos

En el Uruguay se está en proceso de definir un marco de política para bioinsumos de uso agrícola. En ese sentido, en el Proyecto de Ley de Rendición de Cuentas, del 30 de junio de 2023 (MEF, 2023) se establecieron tres acciones importantes:

- i) declarar a los bioinsumos de interés nacional y le encomienda al MGAP la elaboración de un Plan Nacional (Art. 201);

- ii) define como bioinsumo “todo producto que consista en el propio organismo, sea de origen o adopte mecanismos de animales, vegetales o microorganismos, destinado a ser utilizado en la producción agrícola, pecuaria, forestal y acuícola” (Art. 201); y
- iii) autoriza a la Dirección General de la Granja del MGAP a otorgarle un carné de aplicador de productos fitosanitarios, a los productores granjeros y/o sus empleados que desarrollen actividades relacionadas con la utilización de productos fitosanitarios, incluidos los agentes de control biológico y otros bioinsumos que acrediten conocimientos apropiados para ejercer su actividad (Art. 193).

Otras acciones de promoción se establecen en distintos marcos normativos; por ejemplo:

- El Decreto N.º 328/93 (Alimentación animal- Probióticos) mediante el que se reglamenta el control sobre los alimentos para animales.
- La Ley 19996, que en su artículo 177, creó la Tasa de registro, renovación, control y evaluación de productos fitosanitarios (plaguicidas), fertilizantes, enmiendas y agentes biológicos, exonera del pago de registro a los agentes de control biológico y del respectivo de renovación, a las Enmiendas orgánicas que hayan sido producidas en el país. Así también, faculta al Poder Ejecutivo a eximir de la tasa de renovación, a aquellos inoculantes para uso en leguminosas de baja superficie de siembra en el país.
- El Decreto 366 de 2021, exonera del Impuesto al Valor Agregado, a las enmiendas y fertilizantes, orgánicos y también, a aquellas co-formulaciones orgánica-minerales de fertilizantes.

Por otra parte, la Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSA) del MAGAP lleva a cabo diferentes estrategias para la promoción del uso de bioinsumos; y la Dirección General de Granja (DIGEGRA) apoya técnicamente a las empresas participantes en la transición de utilizar productos en etapa experimental para su posterior registro (sector hortofrutícola).

Otras estrategias complementarias para la promoción de bioinsumos por parte de la DGSA son las siguientes (MGAP, 2022).

- Participación en cursos y congresos para informar a profesionales relacionados al área sobre requerimientos para registro de bioinsumos (Facultad de Agronomía, Facultad de Química, Congresos internacionales).
- Apoyo como organismo oficial de referencia para asesorar técnicamente a instituciones públicas y privadas que lleven a cabo proyectos o programas de uso de bioinsumos de uso agrícola (FPTA-DIGEGRA, INIA, Instituto Pasteur, Laboratorio de Experimentación Animal (LEA-Facultad de Química), Facultad de Agronomía-U de la R.
- Vinculación con el sector académico (UDELAR, INIA) y el sector privado para la participación en cursos y congresos con el fin de fomentar el desarrollo de bioinsumos dando a conocer la normativa vigente y la gestión de registro.
- El MGAP integra el Comité de Sanidad Vegetal del cono sur (COSAVE), que representa una organización Regional de Protección Fitosanitaria creada en el marco de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Dentro de la misma funciona el Grupo de trabajo Control Biológico que realiza también una importante labor que contribuye a la promoción.
- El MGAP forma parte de la Comisión de Bioinsumos para Uso Agropecuario del subgrupo de trabajo N 8 “Agricultura” (SGT N°8) del MERCOSUR.

B. Marco regulatorio para la producción y uso de bioinsumos

Las competencias para determinar los procesos de control, certificación y verificación para el ingreso o egreso del territorio nacional, de vegetales y productos de origen vegetal, alimentos para animales, productos fitosanitarios (plaguicidas), fertilizantes, enmiendas, agentes biológicos (inoculantes, de control

biológico, insectos benéficos) y todo otro de similar naturaleza, está en cabeza del MGAP, a través de la Dirección General de Servicios Agrícolas, de acuerdo con lo establecido por los artículos 173 y 175 de la Ley 19.149 del 11 de noviembre de 2013. La División Control de Insumos, de la Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSSAA) del MGAP es la encargada del registro de los bioinsumos.

La Ley de Rendición de Cuentas de 2022 (Ley 20.075, del 20 de octubre 2022) amplía las competencias del Área de Bioseguridad más allá de los organismos genéticamente modificados (OGM) (Artículo 204). Con este respaldo normativo se busca apoyar al Área de Bioseguridad de (DIGEBIA) en la definición de políticas públicas orientadas al uso y desarrollo seguro de productos derivados de la agrobiotecnología u otras tecnologías aplicadas al desarrollo, comercialización, o uso final de productos agropecuarios. La disposición promovió la creación de un grupo de trabajo interno en el MGAP, coordinado por DIGEBIA, especializado en bioinsumos, con la participación de las direcciones con competencia en el tema. El objetivo de este ámbito de trabajo es coordinar acciones en forma integral en la actualización de la normativa y el mecanismo de análisis de riesgo necesario para el registro de este tipo de productos (MGAP, 2023c).

Las regulaciones y el marco legal de bioinsumos de uso agrícola han evolucionado en las últimas décadas, primero con la reglamentación, registro y comercialización de inoculantes para forrajeras; y más adelante incorporando aquellos para soja y de otros microorganismos promotores del crecimiento vegetal. El Decreto 170 de 2007 declara de interés nacional el uso de los agentes de control biológico, incorporando desde 2014 a los agentes de control biológico microbianos y entomófagos. Desde 2018 la DGSA reconoce a entomófagos y bioinsumos (bioestimulantes orgánicos, enmiendas orgánicas, fertilizantes orgánicos, insumos aptos producción orgánica, Feromonas de monitoreo/duales/trampeo).

Respecto a las regulaciones existentes para cada uno de los diferentes tipos de compuestos en el cuadro 17 se presenta la reglamentación vigente en el país, la cual se puede clasificar en cuatro grandes categorías⁶: inoculantes, insumos formulados a partir de materia prima de origen biológico, bioplaguicidas y bioestimulantes. Los inoculantes incluyen turba, líquido acuoso, semilla preinoculada e inoculantes con promotores de crecimiento vegetal (MPCV). Los insumos formulados a partir de materia prima de origen biológico comprenden enmiendas orgánicas, fertilizantes orgánicos, fertilizantes órgano minerales y otros insumos. En el diagrama 7 se presenta dicha información en forma esquemática.

Cuadro 17
Uruguay: reglamentación aplicable a bioinsumos^a

Norma/expedida por	Producto	Objeto	Algunos aspectos que establece la norma
Decreto 149 de 1977	Agentes de control biológico Bioplaguicidas botánicos Semioquímicos, los aleloquímicos y atrayentes alimenticios	Reglamenta el registro, control y venta de plaguicidas de uso agrícola, asimilándolos a plaguicidas de uso químico.	Los fabricantes nacionales, formuladores, importadores o distribuidores de insecticidas, acaricidas, nematocidas, rodenticidas, bactericidas, fungicidas, curasemillas y desinfectantes de suelo, fitocidas y fitoreguladores, atrayentes y productos de similar uso agrícola, no podrán venderlos, sin antes registrarlos y obtener la autorización de venta del Ministerio de Agricultura y Pesca. Establece la información y estudios que constituyen el expediente por producto que acompaña el registro de estos. Establece los requisitos que deben cumplir las etiquetas y envases. Establece las exigencias para el manejo de productos clasificados como peligrosos.

⁶ Esta es una clasificación establecida por los autores para efectos analíticos y de comparación con otros países. No se trata de una clasificación oficial.

Norma/expedida por	Producto	Objeto	Algunos aspectos que establece la norma
Decreto 546 de 1981	Inoculantes	Determina los requisitos de registro, control y comercialización de inoculantes rizobianos a nivel nacional.	<p>Las firmas productoras de inoculantes deben registrarse ante la DGSA (registro único de operadores). Establece pautas para su registro, control y comercialización.</p> <p>Establece la recomendación oficial de registro de formulados en base a cepas de rizobios.</p>
Resolución Mercosur GMC/RES/Nº28/98	Inoculantes	Disposiciones para el comercio de inoculantes en la región.	<p>Los inoculantes producidos en cualquiera de los Estados Parte del MERCOSUR podrán ser comercializados en otro Estado Parte, siempre y cuando sean registrados en el Estado receptor.</p> <p>Los organismos competentes serán los que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • recomienden las cepas para la elaboración de los inoculantes; • dispongan de un duplicado de las cepas recomendadas en los Estados Parte; • se responsabilicen del control periódico de las cepas recomendadas; • comprueben la calidad del producto a registrar; • realicen el control de la concentración, identidad y pureza del insumo en el país receptor; • establezcan las normas técnicas que deberán utilizarse para la certificación de la calidad y para la validación agronómica del inoculante. <p>Establece las bases técnicas para la elaboración y comercialización de este tipo de productos.</p> <p>El registro se concederá cuando se adelante la investigación en la etapas de laboratorio, invernáculo o cámara de crecimiento y campo.</p> <p>Establece requisitos de etiquetado.</p>
Decreto 7 de 1999	Inoculantes	Establece la tasa de registro de nuevas formulaciones de inoculantes e incluye a las semillas pre-inoculadas.	Establece la tasa de registro para nuevas formulaciones de inoculantes, entre las que se incluyen a las semillas pre-inoculadas.
Decreto 328 de 1993	Antibióticos y aditivos	Sobre el control de alimentos destinados a la nutrición animal. Verificación de composición, calidad y destino.	Establece el registro obligatorio, control de calidad y mecanismos de verificación, para la producción, comercialización, mezcla, procesamiento e importación de alimentos.
Decreto 170 de 2007	Agentes de control biológico microbiano	Declárense de interés para la producción agrícola el uso de agentes de control biológico.	<p>Los agentes de control biológico para uso agrícola deberán dar cumplimiento a los requisitos técnicos que determine el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.</p> <p>Los agentes de control biológico microbianos, los productos técnicos microbianos y los productos microbianos formulados nacionales o de procedencia extranjera, deberán registrarse.</p> <p>Se considera registro el proceso mediante el cual se autoriza la fabricación, formulación, liberación, comercialización y utilización de ACBM/PTM/PMF, previo análisis de riesgo y evaluación de datos científicos que demuestren que es eficaz para el fin que se destina y no entraña riesgos indebidos para la salud humana, animal o vegetal y/o el medio ambiente.</p>

Norma/expedida por	Producto	Objeto	Algunos aspectos que establece la norma
Ley 19.149 (Arts. 173 al 177)	Insumos de uso agrícola	Faculta a DGSA en competencias definidas de control, certificación y verificación y establece excepciones de pagos de tasas.	Faculta a DGSA para tareas de registro e inspección. Exceptúa del pago de esta tasa de registro a los Agentes de Control Biológico (ACB) y Feromonas de confusión sexual y de la tasa de renovación a las Enmiendas Orgánicas de formulación nacional.
Resolución DGSA 4 de 2013	Inoculantes Microorganismos promotores de crecimiento vegetal	Requisitos para el registro, control y comercialización de inoculantes formulados con microorganismos promotores del crecimiento de las plantas.	<p>Establece requisitos técnicos para el registro, control y comercialización.</p> <p>Comprende a los inoculantes que contengan una o más cepas de microorganismos promotores del crecimiento vegetal para cultivos de interés agronómico que, al aplicarse al suelo o a las semillas, promueven el crecimiento vegetal o favorezcan el aprovechamiento de los nutrientes en asociación con la planta o su rizosfera.</p> <p>No considera a los agentes de control biológico, biofungicidas, los cuales se rigen por las normas reglamentarias específicas.</p>
Resolución Ministerial 688 de 2013	Registro de agentes de control biológico microbiano.	Requisitos para el registro y control de productos formulados con Agentes de Control Biológico Microbiano (ACBM).	Define la información técnica y científica que debe contener el relatorio que de una evaluación del producto cuyo registro se solicita.
Resolución DGSA 220 de 2014	Registro de entomófagos utilizados como agentes de control biológico de plagas agrícolas}	Requisitos para el registro de productos que incluyan entomófagos utilizados como agentes de control biológico para plagas agrícolas.	Todo producto que contenga un entomófago destinado al control de plagas agrícolas deberá presentar un relatorio técnico-científico que incluya antecedentes y una evaluación del organismo a partir del cual se solicita registrar cierto Producto.
Resolución DGSA 97 de 2018	Insumos formulados a partir de materia prima de origen orgánico	Requisitos para el registro y control para la comercialización de insumos formulados a partir de materia prima de origen orgánico para uso agrícola.	Describe requisitos generales para insumos de origen orgánico y clasifica los tipos de insumos que son factibles de registro.
Resolución DGSA 141 de 2019 (ANEXO I)	Enmiendas orgánicas	Requisitos técnicos para el registro de enmiendas orgánicas.	Establece requisitos sanitarios, fisicoquímicos, contaminantes y de eficacia agronómica.
Resolución DGSA 536 de 2019	Fertilizantes Orgánicos (Anexo II) Fertilizantes Órgano-Minerales (Anexo III)	Aprueba los requisitos técnicos para el Registro de Fertilizantes Orgánicos identificados como Anexo II, y los requisitos técnicos y para el Registro de Fertilizantes Órgano-Minerales identificados como Anexo III.	<p>Establece en su Anexo II los requisitos sanitarios, fisicoquímicos, nutricionales, contaminantes y de eficacia agronómica, para el registro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sanitarios • Físico y químicos • Fisicoquímicos según su condición física (sólido o líquidos) • Información necesaria para el correcto y eficaz uso • Eficacia • Etiquetado <p>Los fertilizantes orgánicos que contengan microorganismos o promotores de crecimiento vegetal no son objeto de esa la norma.</p>

Norma/expedida por	Producto	Objeto	Algunos aspectos que establece la norma
Resolución DGSA 270 de 2022	Bioestimulantes orgánicos.	Aprueba requisitos para el registro de insumos orgánicos especiales, como bioestimulantes de origen orgánico (sustancias húmicas, aminoácidos, extractos de algas y extractos vegetales).	Establece requisitos sanitarios, fisicoquímicos, contaminantes y eficacia agronómica para su registro.
Resolución DGSA 686 de 2022	Monitoreo de plagas (Insumos de Monitoreo de Plagas), incluye trampas y semioquímicos.	Instrumenta medidas tendientes a promover el uso de herramientas de manejo integrado de plagas a través del monitoreo de sus poblaciones.	Crea catálogo de insumos para el monitoreo de plagas el que será implementado por la División Control de Insumos de la Dirección General de Servicios Agrícolas. Están obligadas a ingresar sus productos en el catálogo las empresas que comercialicen dichos insumos para el Monitoreo de Plagas en territorio Nacional.
Resolución DGSA 1156 de 2022	Feromonas sexuales y de agregación que utilizan la estrategia de captura masiva y monitoreo y aquellas que tienen únicamente acción de trampeo masivo.	Instrumentan medidas tendientes a promover el uso de herramientas de manejo integrado de plagas a través del registro de feromonas sexuales y de agregación, que utilizan la estrategia de captura masiva y monitoreo (es decir, acción dual de control y monitoreo de poblaciones plaga), y aquellas que tienen únicamente la acción de captura masiva.	Se aprueban los requisitos para el Registro de las feromonas sexuales y de agregación que utilizan: la estrategia de captura masiva y monitoreo (es decir, acción dual de control y monitoreo de poblaciones plaga), y aquellas que tienen únicamente acción de trampeo masivo. Están obligadas a registrar sus productos en la DGSA las empresas que comercialicen dichos insumos en todo el territorio Nacional. Establece los requisitos para la autorización de uso.

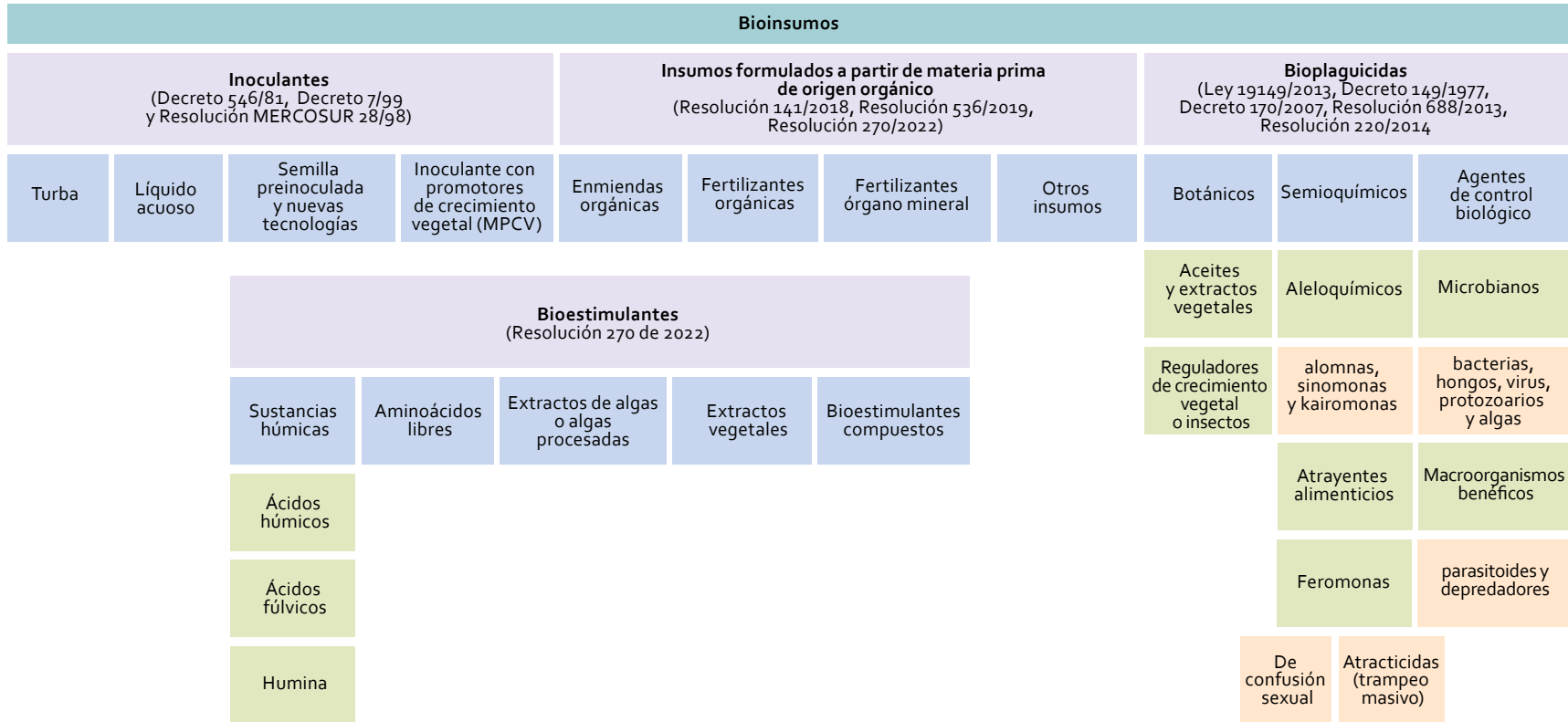
Fuente: Reglamentación vigente en Uruguay para bioinsumos.

^a las autoridades trabajan actualmente -2022- en la expedición de nuevos requisitos técnicos.

En el diagrama 7 se presenta de manera esquemática la clasificación de los tipos de bioinsumos considerados en el Uruguay.

Los bioplaguicidas se categorizan en botánicos, semioquímicos y agentes de control biológico, a su vez los botánicos incluyen los aceites y extractos vegetales y los reguladores de crecimiento vegetal o insectos. Los semioquímicos incluyen los aleloquímicos (alomonas, sinomonas y kairomonas); los atrayentes alimenticios y las feromonas (tanto de confusión sexual como las atracticidas - trampeo masivo). Los agentes de control biológico de tipo microbiano (aquellos enemigos naturales, antagonistas o competidores u otra entidad biótica (incluyen bacterias, hongos, virus, protozoarios y algas) y a los macroorganismos benéficos como todo organismo que se alimenta de artrópodos, incluyendo a los parasitoides y depredadores. Los bioestimulantes comprenden las sustancia húmicas, los aminoácidos libres, los extractos de algas o algas procesadas, los extractos vegetales y los bioestimulantes compuestos.

Diagrama 7
Uruguay: clasificación de los bioinsumos según la regulación vigente



Fuente: Elaboración propia.

C. Investigación, desarrollo e innovación en bioinsumos agrícolas

La Innovación y transferencia de conocimiento en Uruguay constituye una categoría que incluye las transferencias de fondos públicos a instituciones que realizan investigación relacionada a tecnologías agropecuarias, así como los pagos presupuestarios que financian la formación de capacidades específicamente para el sector agropecuario. En Uruguay este rubro tiene una relevancia importante, de la mano de la investigación realizada por INIA, ANII, LATU y las transferencias a la Facultad de Agronomía (FAGRO) y Veterinaria (FVET), Universidad Tecnológica (UTEC), a las escuelas agrícolas de UTU y al área de conocimiento de INAC (Ackermann, 2018).

En Uruguay el uso de bioinsumos es todavía poco difundido y conocido entre los productores, y la oferta de mercado es limitada. Sin embargo, en los últimos años se desarrollaron varios proyectos e iniciativas que contribuyeron a confirmar las potencialidades de algunas herramientas disponibles, acumular conocimientos locales y captar el interés de un mayor número de actores involucrados en el sector productivo (Ministerio de Ambiente, 2021), por ejemplo Uruguay es pionero en el uso de microorganismos e inoculantes en base a rizobios que se asocian con leguminosas como el trébol o la alfalfa y les permiten fijar nitrógeno. Mucha de esa tecnología se desarrolló en Uruguay y se ha expandido a Australia, Sudáfrica, Estados Unidos y otros países (Lagos, 2021).

Desde 2006, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria INIA creó el grupo de Bioinsumos: Plataforma de Bioinsumos de Uso Agrícola como parte del Programa de Producción y Sustentabilidad Ambiental y a la Gerencia de Vinculación Tecnológica. En este sentido, se trabaja desde una visión estratégica con cinco ejes de acción (Altier et al., 2012; Altier et al., 2020):

- i) Desarrollo de líneas de investigación prospectiva, tecnológica e innovación abierta.
- ii) Fortalecimiento de las capacidades instaladas y creación de una plataforma de trabajo que integra la Unidad de Biotecnología, el Laboratorio de Bioproducción y el Laboratorio de Microbiología de Suelos, en INIA Las Brujas.
- iii) Fortalecimiento del equipo de trabajo y formación de recursos humanos
- iv) Vinculación tecnológica con la industria y la academia, promoviendo la integración de alianzas estratégicas y redes nacionales e internacionales de I+D+i.
- v) Articulación para el tratamiento del marco normativo que permita el registro, control de calidad y uso de productos biológicos.

En 2011, en INIA se generó un grupo de trabajo con investigadores del Laboratorio de Bioproducción, Microbiología de suelos y Biotecnología para trabajar en el desarrollo y uso de microorganismos en la agricultura. En el año 2012, mediante un convenio firmado entre INIA y el MGAP se acordó que INIA realice la curaduría de la Colección Nacional de Cepas de Rizobios, conservando y valorizando las cepas. Las actividades incluyen el genotipado por métodos moleculares y la capacidad de nodular y fijar nitrógeno. Además de la curaduría, INIA provee al MGAP servicios de análisis de laboratorio concernientes al registro y control de calidad de los inoculantes. El proyecto actual del grupo de investigación en bioinsumos "Ecología, selección, formulación y uso de microorganismos benéficos en la agricultura" se inició en 2020 y se extiende hasta 2025 (Abreo et al., 2022).

La Plataforma está formada por la Unidad de Biotecnología, el Laboratorio de Bioproducción y el Laboratorio de Microbiología de Suelos, y funciona en INIA Las Brujas, la Estación Experimental Wilson Ferreira Aldunate, y sus principales líneas de trabajo se enfocan en (Altier et al., 2020):

- Fijación biológica de nitrógeno en cultivos y especies forrajeras.
- Desarrollo de biofertilizantes basados en microorganismos solubilizadores de fósforo.
- Desarrollo de inoculantes basados en microorganismos supresores de enfermedades de implantación.

- Desarrollo de biocontroladores fúngicos para isocas y otros insectos de suelo.
- Formulación de hongos entomopatógenos de uso foliar para el control biológico de insectos picosuctores como mosca blanca, pulgones y chinches.
- Identificación de compuestos bioactivos para el control de enfermedades postcosecha.
- Evaluación de sistemas de escalado mediante producción en micro fábricas celulares o empleando a las plantas como biorreactores.

A través del proyecto “Tecnología Innovadora de Control de Plagas en el Cultivo de Soja”, financiado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), en el que participan Barraca Erro, la empresa francesa Bioline y el Departamento de Entomología de la Facultad de Agronomía, se desarrolló un bioinsumo que sustituye la aplicación de insecticidas químicos para control biológico de plagas usando *Trichogramma pretiosum* Riley, una pequeña avispa originaria de Uruguay pero multiplicada en Francia. La avispa parasita los huevos de la lagarta, se alimenta de ellos y luego emerge otra avispa que continuará el ciclo. Al caer la población de lagarta en los cultivos hay mayor producción por planta (Punschke et al, 2019).

En la producción de inoculantes microbianos se destaca un módulo de articulación funcional público-privada. En él, cada grupo de agentes juega un papel esencial para lograr el objetivo de impulsar la aplicación de la tecnología. La UDELAR, INIA y el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE) realizan investigación básica y aplicada sobre inoculantes. El MGAP a través de la DGSA, realiza el registro y el control de calidad para las autorizaciones de venta correspondientes. En el marco de un convenio de vinculación tecnológica entre INIA-MGAP (2012), el Laboratorio Oficial para realizar las evaluaciones técnicas es el Laboratorio de Microbiología de Suelos de INIA Las Brujas. El mismo evalúa los requisitos técnicos de acuerdo con protocolos técnicos oficiales. Las evaluaciones de eficiencia agronómicas en campo se pueden realizar con instituciones públicas o privadas, bajo la fiscalización oficial de la DGSA.

En el año 2006, con recursos de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación ANII y de un grupo de empresas biotecnológicas, se creó el Centro Biotecnológico de Investigación e Innovación (CBI+I) como un emprendimiento conjunto de un grupo de empresas y la universidad ORT Uruguay. El CBI+I fue creado para proveer servicios en desarrollo, optimización y análisis de bioprocesos o productos biotecnológicos y brindar asesoramiento y capacitación a diferentes niveles a actores nacionales y regionales (CBI+I, 2022), adicionalmente se están incubando empresas que trabajan en la fermentación de quesos, derivados medicinales del cannabis y microorganismos solubilizadores de fósforo en el suelo, entre otras innovaciones (Lobera, 2019). El CBI+I cuenta con un laboratorio de 300 metros cuadrados con tecnología de punta para analizar, investigar y desarrollar proyectos. Las empresas además se benefician de investigadores y técnicos, de un equipamiento de punta, y de una metodología de trabajo que potencia la innovación (Lobera, 2019).

En el cuadro A4 (en el anexo) se presentan algunos de los desarrollos en I+D+i y comerciales en bioinsumos en el Uruguay, llevados a cabo por instituciones públicas y privadas. La lista presentada no es taxativa.

D. Retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos agrícolas

Entre los retos y desafíos que enfrenta el país para desarrollar de manera efectiva el sector de los bioinsumos se pueden mencionar aspectos tecnológicos, regulatorios, de infraestructura y de gobernanza institucional.

Desde el punto de vista tecnológico se requiere que los productores agrícolas adecuen sus procesos productivos de modo tal que se pueda pasar desde una producción del tipo químico convencional a una producción del tipo biológico (bioproceso).

Los retos regulatorios implican no solo contar con una regulación adecuada basada en criterios científicos internacionalmente aceptados y validados para los bioinsumos, sino también con desarrollar estándares de producción, estándares de calidad, certificaciones obligatorias y voluntarias y normas técnicas que velen por la eficacia, seguridad y calidad de los productos que se ponen a disposición de los agricultores. Además, debería buscarse la armonización con la normativa regional, por lo menos en la formulación de estándares mínimos regulatorios.

El país debería potenciar y fortalecer la estructura física y de laboratorios con miras a un trabajo fluido entre el sector público, las universidades y el sector privado; por ejemplo, para darle soporte a los requisitos de la normativa en el ámbito toxicológico.

El país se encamina a elaborar un plan nacional de bioinsumos, que se espera cuente con visiones de agricultura, medio ambiente, desarrollo sostenible, desarrollo productivo y ciencia y tecnología. A este efecto podría ser útil tomar como base la institucionalidad generada por la Plataforma de Bioinsumos de Uso Agrícola y la experiencia y enseñanzas recabadas por el Centro Biotecnológico de Investigación e Innovación (CBI+I).

VI. Análisis comparativo

A. Políticas públicas

Un análisis comparativo de los marcos políticos para los bioinsumos en los cuatro países en estudio permite identificar algunas tendencias generales (cuadro A5). En todos los países analizados existen marcos de políticas públicas generales, sectoriales y específicas que permiten acercarse de manera particular al sector de los bioinsumos agrícolas. Los marcos generales de política pública están formulados en:

- Colombia: Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026.
- Ecuador: Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025.
- Uruguay: Macroestrategia Nacional de Desarrollo 2050.

El elemento vinculante con la producción de bioinsumos en las políticas públicas generales se sitúa entre tres ejes: i) Uso sostenible de la diversidad biológica en Colombia; ii) Transición ecológica asociada a la biodiversidad y al aumento de la productividad agropecuaria en Ecuador; y iii) Transformación productiva en Uruguay. En el Ecuador, se le brinda especial importancia al concepto de territorio y se propone, en el Marco de la Estrategia Territorial Nacional, intensificar y diversificar la producción territorial.

Los marcos de política pública sectorial se encuentran fundamentalmente ligados a cuatro sectores: ambiental; desarrollo industrial; ciencia tecnología e innovación; y biotecnología, bioeconomía y economía circular.

Los marcos de política pública sectorial ambiental ligada a los bioinsumos son preponderantes en Colombia (Política de Crecimiento Verde) y Uruguay (Política Nacional de Cambio Climático 2050 y Plan Nacional por el Desarrollo Sostenible), ambos países comparten la existencia de Estrategias Nacionales para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica.

Los marcos de política pública sectorial industrial ligada a los bioinsumos son compartidos por Colombia, Uruguay y Argentina: Colombia con el CONPES de desarrollo productivo; Uruguay con la estrategia nacional de desarrollo industrial y Argentina con el Plan de Desarrollo Productivo Industrial y Tecnológico "Argentina Productiva 2030".

Las políticas públicas sectoriales de ciencia, tecnología e innovación ligadas a bioinsumos están presente en Colombia con el CONPES de CTi y CONPES para el desarrollo comercial de la biotecnología; Uruguay con el Plan Estratégico Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación y Argentina con el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología 2030.

En los cuatro países analizados la biotecnología, la bioeconomía, y/o la economía circular son un elemento común como marco de referencia para los políticas ligadas a los bioinsumos tomando forma como: Estrategia nacional de Bioeconomía (Colombia), Pacto por la Bioeconomía (Ecuador), propuesta de Política Nacional de Bioeconomía (Uruguay), y Estrategia Nacional (Argentina).

En Ecuador y Uruguay los bioinsumos pueden ser considerados como herramientas que colaboran con las políticas de estado para el sector agropecuario (Política de Estado para el Sector Agropecuario 2020-2030; y Macro Estrategia Uruguay Agointeligente 2030/ Plan Nacional para el Fomento de la Producción con bases Agroecológicas 2021) respectivamente.

Colombia y Argentina han generado instrumentos de política pública directa y específicamente vinculados con los bioinsumos: Colombia con la Ley 2183 del 2022 Política Nacional de Insumos Agropecuarios; y Argentina a través de cinco programas específicos para estimular el sector (PROBIAAR 2023, Bidesarrollar, Bioproducto argentino, Plan de Acción para el Sector de los Bioinsumos y PROFOBIO 2015).

B. Marco regulatorio para la producción y uso de Bioinsumos

Los cuatro países analizados cuentan con reglamentaciones que incluyen de manera general o particular a diversos tipos de bioinsumos agrícolas, no existiendo uniformidad en las diversas clasificaciones, definiciones y/o categorías empleadas (cuadro A6).

Las reglamentaciones de bioinsumos agrícolas de Colombia (Resolución 68370/2020) y de Ecuador (Resolución 105/2022) muestran una tendencia a buscar concentrar el marco regulatorio en un solo corpus normativo, mientras que las reglamentaciones de Argentina y Uruguay mantienen marcos regulatorios amplios y diversos para los diferentes tipos de bioinsumos considerados.

Existen definiciones oficiales de bioinsumos agrícolas en Argentina (CABUA), Colombia y Uruguay (INIA), pero su existencia no es evidente en el Ecuador. Además, en Colombia y en Ecuador se existen algunas normas técnicas asociadas a los bioinsumos (ICONTEC e INEI, respectivamente).

C. Investigación, desarrollo e Innovación en bioinsumos agrícolas

En los cuatro países las Universidades e Institutos de Investigación tienen actividades en áreas de bioinsumos que cubren desde investigación básica, desarrollo e innovación en bioinsumos. Como es de esperarse por su mandato misional los Institutos Nacionales de Investigación Agrícola en los cuatro países (INTA en Argentina, AgroSavia en Colombia, INIAP en Ecuador e INIA en Uruguay) desarrollan actividades en diferentes áreas de bioinsumos (cuadro A7).

En Argentina y en Colombia, adicional a la investigación que se lleva a cabo en los Institutos Nacionales de Investigación Agrícola se denota la presencia de Centros de Investigación Agrícola de carácter territorial enfocados a ejecutar actividades específicas con bioinsumos. Destacan, en Argentina ISCAMEN en Mendoza, CRILAR-Conicet en la Rioja trabajando en control biológico y micología, CEMUBIO-INTA de Alto Valle dedicado a multiplicación de biocontroladores, CeTBio-Universidad de Córdoba para transferencia de bioinsumos; y en Colombia el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en el Valle del Cauca labora en producción circular de biofertilizantes y CENICAFE en Chinchiná, Caldas, realiza investigación para el gremio cafetero colombiano.

En Uruguay el Centro Biotecnológico de Investigación e Innovación (CBI+I) dedicado a prestar servicios de optimización y análisis de bioprocesos o productos biotecnológicos. El CBI+I es un emprendimiento conjunto de la Universidad ORT y un grupo de empresas biotecnológicas apoyado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación que cubre algunas áreas críticas y poco atendidas en el desarrollo de productos biotecnológicos (incluyendo los bioinsumos), como lo son, el análisis de los bioprocesos, el escalamiento y el desarrollo final de productos para el mercado. Además, el INIA las Brujas trabaja en bioinsumos bajo un modelo de plataforma tecnológica que incluye la integración de unidades de biotecnología, laboratorios de bioproducción y laboratorio de microbiología de suelos, que puede considerarse como un esquema innovador y adecuado para trabajar al interior de una institución en el tema de bioinsumos.

D. Otras iniciativas nacionales y regionales

1. Brasil

En Brasil, el Programa Nacional de Bioinsumos⁵ fue instituido por el Decreto 10.375 y las Ordenanzas 102 y 103, de mayo de 2020. El programa incluye entre sus lineamientos la valorización de la biodiversidad brasileña, a partir del estímulo de experiencias locales y regionales en el uso y conservación de recursos genéticos, microorganismos, plantas y animales, que impliquen el manejo de razas y variedades locales, tradicionales o criollas; y la implementación de sistemas sostenibles de producción (p. ej., sistema de producción orgánico y base agroecológica, sistemas agroforestales, sistema de labranza cero, recuperación de pastos degradados, integración cultivo-ganadería-bosque, y acuicultura sostenible), distribución y uso de insumos agrícolas. El Programa le otorga al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA), entre otras, competencias⁶ relativas a la firma de convenios con organismos y entidades públicas o privadas, desarrollo de proyectos de cooperación nacional e internacional para la promoción de bioinsumos, elaboración de manuales de buenas prácticas para las unidades productoras de bioinsumos, desarrollo de un ambiente favorable para el financiamiento de infraestructura y financiamiento para beneficiar la producción y uso de bioinsumos, discusión y propuesta de normas específicas considerando las particularidades de los bioinsumos y sus respectivos procesos de registro, y de promoción de buenas prácticas en la producción y uso de bioinsumos, mediante acciones de capacitación, divulgación, promoción de eventos, entre otras, tanto nacionales como internacionales. En materia de gobernanza, se crea un Consejo Estratégico del Programa, con representación de los sectores público y privado y de la sociedad civil, con una secretaría ejercida por el MAPA, y se establece la creación de un Catálogo Nacional y un Observatorio Nacional de Bioinsumos (Gobierno de Brasil, 2020).

2. Chile

En Chile existe la Red Chile de Bioinsumos (<https://bioinsumos.cl/>) creada en 2014 por un grupo de profesionales de distintos sectores del mercado de los bioinsumos. Actualmente aglutina a investigadores, fabricantes, consultores, agricultores, laboratorios, y entidades de gobierno. La Red cuenta con una estructura de asambleas regionales y opera mediante comisiones en los ámbitos técnico, de difusión capacitación, de servicios y de financiamiento.

3. México

En México destaca la Plataforma Mexicana de Productores de Bioinsumos (<https://bioinsumos-agricultura.mx/>), que integra a productores de bioinsumos, instituciones gubernamentales e instituciones de investigación. La plataforma dispone de un portal en donde los agricultores pueden encontrar información sobre tipos de bioinsumos y productos, por estados y por tipo de cultivo.

⁵ <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/>.

⁶ <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.375-de-26-de-maio-de-2020-258706480>.

4. MERCOSUR

En el MERCOSUR, la temática de bioinsumos ganó momentum en años recientes, con la creación de una Comisión especializada en su tratamiento que ya ha elaborado una definición formal de los mismos y que tiene como objetivos en su plan de trabajo 2023-2024, acordar un nomenclador común regional y armonizar criterios regulatorios entre los países (MERCOSUR, SGT N°8/CBAG, 2023).

Esta Comisión surgió a partir de la propuesta para la creación de una Comisión de Bioproductos en sentido general, fundamentada en la reducción de la contaminación ambiental, el incremento de los intereses ecológicos demandados por la sociedad y la agregación de valor en origen a la producción primaria (MERCOSUR, SGT N°8, 2020). Si bien la propuesta fue bien recibida, se decidió la creación de una Comisión especializada, pero reducida a la temática de Bioinsumos.

La Comisión de Bioinsumos para uso Agropecuario finalmente fue institucionalizada en el año 2022 y ha tenido su primera reunión ordinaria en 2023, en la que se aprobó la definición de Bioinsumos para Uso Agropecuario como: "Todo aquel insumo de origen biológico, que haya sido producido, derive o consista en microorganismos/macroorganismos, destinado a ser utilizado en actividades agropecuarias". En adición, se acopiaron las normativas de los países en la temática y se elaboró el Plan de Trabajo 2023-2024.

E. Retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos agrícolas

Los países en estudio comparten varios de las limitaciones y retos a enfrentar para permitir el desarrollo pleno y efectivo de los bioinsumos. Estas barreras pueden ser clasificadas en cinco grandes grupos: i) regulatorias, ii) tecnológicas, iii) información, iv) educación y capacitación; y v) recursos humanos calificados. En el cuadro 18 se presenta el análisis comparativo.

Cuadro 18
Análisis comparativo de retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos

Retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos	Bioinsumos agrícolas como herramienta de la bioeconomía
Argentina	
<p>Retos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extender el uso de bioinoculantes a otros cultivos (girasol, sorgo, maíz y trigo). • Generar una capacidad adecuada y suficiente para insertarse en el mercado internacional de bioestimulantes y biocontroladores. • Profundizar la complementariedad entre productos convencionales de síntesis química con bioinsumos para lograr mayor rendimiento y calidad. • Convertirse en un referente en la adopción de bioinsumos lo que se traduce en mayor acceso a mercados internacionales. • Lograr la capacidad nacional de substituir importaciones en la medida que se avanza en el desarrollo de nuevos productos. • Generar y fortalecer capacidad para desarrollar bioherbicidas. <p>Amenazas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incapacidad de cumplir con exigencias regulatorias para biocontroladores en países de destino (USA y Europa) específicamente en lo relacionado con límites de residuos (MLR) en alimentos especializados, frutas y verduras. • Reducción paulatina y planificada en algunos países del uso de agroquímicos. • Importación de biocontroladores desde países como Brasil, Colombia y Chile. • Importación de bioinsumos al no contar con desarrollos locales. • Importación de bioherbicidas, dado que no existen desarrollo locales. 	<p>Recomendación:</p> <p>Dado que el país reconoce que la producción agrícola, junto con la población, el producto interno bruto, la demanda y la oferta de energía, las existencias de ganado bovino y el cambio en el uso de la tierra son las variables claves que ocasionan los cambios mayores en el nivel de emisiones de GEI sería fundamental que en las contribuciones nacionales determinadas CNB nacionales y en las soluciones basadas en la naturaleza se transitara desde la fijación de metas 2030 absolutas aplicables a todos los sectores de la economía (CND) a metas individualizadas, con indicadores de referencia por sector, donde los bioinsumos pueden jugar un papel preponderante en el apoyo al cumplimiento de las metas climáticas de país.</p>

Retos y limitaciones en el desarrollo de bioinsumos	Bioinsumos agrícolas como herramienta de la bioeconomía
Colombia	
<p>Regulatorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dictámenes técnicos ambientales diferenciados o exención de estos. • Conceptos toxicológicos diferenciados que evalúen inocuidad y eficacia independientemente de los productos químicos de uso agrícola (PQUA). • Armonización de la regulación a nivel de la Comunidad andina. • Anticipar impactos potenciales por la aplicación de la decisión andina 391 sobre acceso a recursos genéticos. • Anticipar impactos potenciales por la entrada en vigor del Protocolo de Nagoya. 	<p>Recomendación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ampliar a otros cultivos diferentes de arroz, cacao, café y panela la fijación en las Contribuciones Nacionales Determinadas CND de metas cuantificables respecto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero GEI. • Incluir a los bioinsumos como parte de la estrategia nacional para la reducción de gases de efecto invernadero GEI. • Integrar a los bioinsumos como parte de los programas de Manejo Integrado de Plagas. MIP. • Mejorar la disponibilidad de fertilizantes nitrogenados o fosfatados mediante el empleo de microorganismos.
<p>Tecnológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Garantizar seguridad, calidad y eficacia del bioinsumo. • Lograr trazabilidad del bioinsumo a lo largo de toda las cadenas agroalimentarias en las que se emplee. • Generar estándares de calidad y estándares de producción. 	
<p>Infraestructura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer la infraestructura que me permita escalar procesos de producción de bioinsumos desde el laboratorio a planta piloto, escala semi-comercial y comercial. 	
Ecuador	
<p>Tecnológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contar con laboratorios certificadores nacionales que permitan desarrollar protocolos de calidad y eficacia para asegurar el cumplimiento de la norma. 	<p>Recomendación:</p> <p>Fortalecer la capacidad nacional para que dentro de los parámetros previstos en la primera contribución nacional determinada CND₁ se logre fortalecer a futuro la construcción de los escenarios tendenciales y de referencia del sector agrícola que incluyan a los bioinsumos y los fertilizantes como elementos que aportan a las metas climáticas de país.</p>
<p>Infraestructura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer la capacidad nacional para fabricar y formular bioinsumos a nivel nacional. • Gobernanza institucional fortalecida en Agrocalidad para bioinsumos. • Fortalecer la alianza de triple hélice academia/sector público/empresas para desarrollar bioinsumos adaptados a condiciones locales. 	
Uruguay	
<p>Regulatorio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento del proceso de convergencia regulatoria con MERCOSUR. 	<p>Recomendación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la CND₁ "introducción de fertilizantes de liberación lenta y/o incorporación de <i>ajustes en la temporalidad de aplicación de fertilizantes, en al menos un 20% del área de cultivos agrícolas de invierno, incluyendo maíz y sorgo, a 2025</i>". Incluir otros cultivos y aumentar el área de cobertura. • En la CND₂ "tecnologías que mejoran la eficiencia en la utilización de fertilizantes nitrogenados en al menos el 25% del área de cultivos agrícolas de invierno y de maíz y sorgo a 2030, que permita reducir las pérdidas de nitrógeno por volatilización". Incluir otros cultivos y aumentar % de cubrimiento.
<p>Infraestructura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenciar la infraestructura física y de laboratorios para generar trabajo expedito entre INIA, MGAP, las Universidades y el sector privado. 	

Fuente: Elaboración propia (Colombia, Ecuador, Uruguay) y sobre la base de Sraroginsky et al., 2021 (Argentina).

Las barreras regulatorias están relacionadas con la implementación efectiva de normas de bioinsumos en el ámbito regional, Mercosur para Argentina y Uruguay y Comunidad Andina para Colombia y el Ecuador. Las limitaciones tecnológicas incluyen entre otras, garantía de calidad, seguridad y eficacia del bioinsumo, estándares, certificaciones, trazabilidad y capacidad de escalamiento. Las limitaciones de información se relacionan con la inadecuada y eficiente disponibilidad de información acerca de protocolos, cultivos, y productos. Las limitaciones de educación y capacitación tienen que ver con el conocimiento de profesionales, asistentes técnicos, agricultores y extensionistas agrícolas sobre características y limitaciones de los bioinsumos, diferencias entre bioinsumos y productos químicos de

uso agrícola (PQUA), complementariedad entre bioinsumos y PQUA, integración de los bioinsumos en programas de manejo integrado de plagas MIP, entre otros. Y las limitaciones de recursos humanos identifican brechas de conocimiento entre profesionales del sector que permitan una implementación clara y eficiente en campo de los bioinsumos.

Superar estas limitaciones implica enfrentar retos particulares como los siguientes:

- i) Retos regulatorios:
 - Profundizar y agilizar la convergencia regulatoria en materia de bioinsumos en el Cono Sur (caso de Argentina y Uruguay).
 - Apalancar e impulsar decididamente un proceso de convergencia regulatoria en bioinsumos para la Comunidad Andina de Naciones CAN (Colombia y Ecuador).
 - Evaluación ex ante del impacto regulatorio en materia de bioinsumos por la implementación de la decisión andina 391 sobre acceso a recursos genéticos.
 - Evaluación ex ante del impacto regulatorio en materia de bioinsumos por la implementación o entrada en vigor del Protocolo de Nagoya en Colombia y Ecuador.
 - Implementación para los bioinsumos de dictámenes técnicos ambientales y conceptos toxicológicos diferenciados e independientes de los productos químicos de uso agrícola. Casos de Colombia, Ecuador y la comunidad andina en general.
- ii) Retos tecnológicos:
 - Garantizar en el producto bioinsumo final que va al campo el cumplimiento de normas de calidad, seguridad, viabilidad y eficacia.
 - Desarrollar protocolos, estándares y normas específicas nacionales y/o regionales para los bioinsumos aplicados en campo.
 - Garantizar trazabilidad del bioinsumo a lo largo de todas las cadenas agroindustriales donde se emplee.
 - Infraestructura y capacidad de escalamiento suficiente para trasladar los resultados de investigación desde el laboratorio a la planta piloto y a niveles semicomerciales con productos que cumplan las expectativas de calidad, seguridad, viabilidad y eficacia en mercados nacionales e internacionales.
 - Desarrollar capacidad nacional para contar con empresas certificadoras de bioinsumos en cada país.
- iii) Retos de información:
 - Generar una (s) plataforma(s) tecnológica(s) nacionales, regionales y/o subregionales que le permitan a autoridades, investigadores, profesionales, usuarios y agricultores disponer de información pública virtual y en tiempo real sobre protocolos de evaluación de bioinsumos, cultivos, productos, registros, usos de los bioinsumos, limitaciones, entre otros.
- iv) Retos de educación y capacitación:
 - Crear entre profesionales vinculados al sector de bioinsumos redes y nodos de conocimiento nacionales y subregionales para compartir enseñanzas y aprendizajes sobre el tema.
- v) Retos en recursos humanos:
 - Diseñar e implementar programas de formación continua en bioinsumos para profesionales vinculados al agro, técnicos y extensionistas agrícolas, agentes gubernamentales de medio ambiente y salud y reguladores y usuarios finales.

Un denominador común es la inclusión de los bioinsumos dentro de alguno de los marcos de política general, sectorial y/o específica de bioeconomía. No es el caso en el marco de las contribuciones nacionales determinadas de cada país CND, o en el contexto de las soluciones basadas en la naturaleza (SBN), que permita considerarlos como una herramienta muy valiosa y amplia para darle cumplimiento a los compromisos y metas y país en materia de reducción de gases de efecto invernadero GEI.

VII. Conclusiones y recomendaciones

A. Conclusiones

Las políticas de bioinsumos en los países en estudio oscilan entre las políticas generales y sectoriales implementadas mayormente en los casos de Colombia, el Ecuador y el Uruguay; y la practicidad y agilidad de las normas que Argentina aplica al implementar programas específicos para potenciar el sector, en el marco más amplio del fomento de la bioeconomía.

El marco regulatorio de los bioinsumos en los cuatro países analizados se ve impactado por regulaciones comunitarias actuales, como las de Mercosur (Argentina y Uruguay) y las de la Comunidad Andina de Naciones CAN (Colombia y Ecuador), y regulaciones futuras (Decisión Andina 391 de acceso a recursos genéticos e implementación del Protocolo de Nagoya) y varía entre esquemas de concentración de la regulación en un solo corpus legislativo (Colombia y Ecuador) y esquemas abiertos que reconocen regulaciones individuales por categorías de productos (Argentina y Uruguay).

El mercado de los bioinsumos en los países en estudio tiene una larga tradición, pero es de muy reciente implementación y se caracteriza por ser pequeño en volumen, pero muy dinámico, medido por el número de registros, empresas y categorías de productos. Predominan los biofertilizantes (Argentina), los agentes de control biológico (Colombia), los extractos vegetales (Ecuador) y los inoculantes biológicos (Uruguay). También es de anotar que en el portafolio de las empresas multinacionales que operan en los países en estudio, ya comienza a evidenciarse una transición lenta y perceptible, entre productos químicos tradicionales de uso agrícola y bioinsumos.

Los procesos de I+D+i en bioinsumos en los países en estudio se efectúan en diversas y múltiples áreas y se llevan a cabo especialmente en universidades, institutos y centros de investigación, en algunos casos apoyados por empresas; y tienen componentes que reconocen la territorialidad en el Uruguay y la Argentina. En el Uruguay puede destacarse tanto el empleo de una plataforma tecnológica en el INIA- Las Brujas- como mecanismo para enfrentar las complejidades de los procesos de investigación, como el esquema multisectorial empleado por el Centro Biotecnológico de Investigación e Innovación (CBI+I) que reúne a la Universidad ORT, el sector privado y la Agencia Nacional de Innovación, para cerrar brechas en temas claves como bioprocesos, escalado y bioingeniería.

Existen en el sector de bioinsumos limitaciones en todos los países, pero estas, se pueden convertir en oportunidades si se reconocen, individualizan e implementan de manera paralela y simultánea, tareas específicas y concretas frente a temas regulatorios, tecnológicos, información, educación y capacitación y en formación de recursos humanos.

Los países en estudio deberían avanzar por un sendero que permita reconocer a los bioinsumos como parte integrante fundamental de las soluciones basadas en la naturaleza y de las contribuciones nacionales determinadas CND que aportarán resultados fiables al cumplimiento de las metas ambientales de cada estado en el marco del acuerdo de París sobre el clima.

Los casos de Argentina y Brasil ilustran la importancia de la política pública para el impulsar el desarrollo de una industria estratégica para la sostenibilidad y crecimiento de sus sectores agropecuarios. Y al igual que en Chile y México, destacan la centralidad para ello de la colaboración público-privada y con el sector de ciencia y tecnología agrícola. El desarrollo de una industria de bioinsumos debe verse como una política de desarrollo productivo estratégica, no solo por su importancia para reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos importados y fomentar la sostenibilidad de la producción agropecuaria, sino también como una vía para la diversificación productiva en un sector en rápido crecimiento (CEPAL 2022). El desarrollo de una industria de bioinsumos agrícolas competitiva también resulta estratégico desde una perspectiva regional. El de los fertilizantes naturales, por ejemplo, es un mercado en el que se identifica mayor comercio intrarregional (gráfico 1). Aunque la producción todavía está orientada hacia el mercado interno, en la región hay un potencial de crecimiento que se debe aprovechar.

CEPAL (2022) ha destacado la importancia estratégica de la cooperación regional, sobre todo en ámbitos relativos a nomenclatura, requisitos de registro, normas bioseguridad, y aseguramiento de la calidad. Siendo un sector estratégico para el desarrollo de la bioeconomía, ello es importante para evitar el desarrollo de normativas nacionales contradictorias entre sí, que limiten el comercio intrarregional; y tratándose de productos que contiene organismos vivos, es fundamental asegurar su inocuidad y desempeño. También se considera importante fomentar la cooperación regional en investigación y desarrollo y transferencia de conocimiento, sobre todo considerando la heterogeneidad regional en capacidades y recursos para investigación. Por ejemplo, cooperación para fortalecer capacidades en ámbitos como la microbiología de suelos, que es fundamental para la caracterización de los microbiomas e identificar los microorganismos benéficos con mayor potencial, en función del tipo de cultivos.

B. Recomendaciones generales

Se propone a continuación un conjunto de recomendaciones, derivadas del análisis de los estudios de caso. No se particulariza por países, pues en general aplican a los cuatro incluidos en el estudio y posiblemente a otros países de la región.

1. En el ámbito nacional

- Es deseable disminuir la heterogeneidad regulatoria.
- Articular los instrumentos de política pública que apalancan los bioinsumos.
- Orientar la I+D+i en bioinsumos de modo tal que se reconozcan las características habilitantes y condicionantes de cada territorio, tanto en bioeconomía como en Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN).
- Fomentar el desarrollo de la infraestructura de escalamiento y producción comercial de bioinsumos para suplir demandas, no solo nacionales sino internacionales, donde existen mercados que demandan este tipo de productos. Algunas universidades y centros de investigación existentes pueden brindar la capacidad básica que se necesita para iniciar el proceso.

- Resolver los temas regulatorios ambientales y de salud humana para los bioinsumos; las mesas de trabajo público-privadas y el asesoramiento técnico-científico deberían ser parte esencial de este proceso.
- Fomentar alianzas entre los institutos nacionales de investigación agropecuaria, la academia y el sector privado para el desarrollo de bioinsumos.
- Sistematizar lecciones aprendidas de las iniciativas para la producción de bioinsumos desarrolladas en el pasado.
- Desarrollar estrategias específicas para fomentar el desarrollo de bioinsumos, que propicien de manera integral y transversal la investigación, desarrollo, innovación producción y su comercialización.
- Vincular las estrategias de bioinsumos con las metas agrícolas, ambientales, de desarrollo productivo, desarrollo sostenible y de ciencia y tecnología.
- Incorporar la promoción del desarrollo y uso de bioinsumos como una parte integral clave de la estrategia de bioeconomía, de las metas ambientales comprometidas en el acuerdo de París, y de un conjunto de SbN.

2. En el ámbito regional

- Profundizar y continuar en la senda de búsqueda de consensos regionales en materia de regulación de bioinsumos, como ya se está haciendo en el seno de MERCOSUR.
- Implementar una red regional de investigación, desarrollo e innovación en bioinsumos que recoja y comparta experiencias positivas y lecciones aprendidas de las distintas iniciativas nacionales. A ello podrían contribuir las agencias multilaterales de cooperación técnica y bancos de desarrollo que operan en la región. El estudio ha permitido identificar varios casos de éxito:
 - Elaboración del estudio Bioinsumos para la Agricultura en Argentina –CCE 2021;
 - Fijación de líneas base y metas de bioinsumos del Plan Argentina Productiva 2030–Misión 6, Eje estratégico 1. Proyecto 2;
 - Desarrollo de la Plataforma Tecnológica en bioinsumos al interior del INIA- Las Brujas, en Uruguay;
 - Elaboración del esquema de gobernanza para el cierre de brechas en bioinsumos llevado a cabo en el Uruguay entre la Universidad ORT, la Agencia Nacional de Innovación y las empresas.
- También se debería identificar lecciones aprendidas tanto, positivas como negativas, de iniciativas anteriores, como los Centros de Producción de Bioinsumos para la Agricultura y la Empresa Pública de Desarrollo Agropecuario del Sur DEPROSUR, en el Ecuador.

Bibliografía

- Altieri, M. A. 1995. *Agroecology: The science of sustainable agriculture*, 2nd ed. Boulder, CO: Westview Press.
- BASF (2022). *Natural Partners: How BASF's Biologicals Lead to More Sustainable Food Production*. Disponible en: https://agriculture.basf.com/global/en/media/featured-stories/biological-crop-protection.html#accordion_v2-oe386c71ao-item-7bc967e8e7. Consultado: 7 de noviembre de 2022.
- Binswanger, H. P., & Ruttan, V. W. (1978). *Induced innovation*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics*, (1): 93-118.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. (2022). *Hacia la transformación del modelo de desarrollo en América Latina y el Caribe: producción, inclusión y sostenibilidad*. (LC/SES.39/3-P), Santiago. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48308/3/S2200584_es.pdf.
- _____. (2021). *Construir un futuro mejor: acciones para fortalecer la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* (LC/FDS.4/3/Rev.1), Santiago.
- _____. (2020). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad* (LC/SES.38/3-P/Rev.1), Santiago.
- Corteva (2022). *Biologicals Portfolio: Solutions That Embrace Balance*. Disponible en: <https://www.corteva.com/products-and-services/biologicals.html>. Consultado 7 de noviembre de 2022.
- FAO (2018). *Catalysing dialogue and cooperation to scale up agroecology: outcomes of the FAO regional seminars on agroecology*. FAO, Rome. Disponible en <https://www.fao.org/3/l8992EN/i8992en.pdf>.
- Francis, C. A., G. Lieblein, S. R. Gliessman, T. A. Breland, N. Creamer, R. Harwood, L. Salomonsson, J. Helenius, D. Rickerl, R. Salvador, M. Wiedenhoft, S. Simmons, P. Allen, M. Altieri, C. Flora, and R. Poincelot. 2003. *Agroecology: The ecology of food systems*. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22:99–118. doi:10.1300/Jo64v22n03_10.
- Gliessman, S. R. (2018). *Defining agroecology*. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6), 599–600. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329>.
- _____. (2007). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press.
- _____. (1997). *Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture*. Ann Arbor, MI: Sleeping Bear Press.
- _____. (1990). *Agroecology: Researching the ecological basis for sustainable agriculture*. New York: Springer-Verlag.
- Jacobsson, S., & Johnson, A. (2000). The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research. *Energy Policy*, 28(9): 625-640.
- Malusa, E., & Vassilev, N. (2014). A contribution to set a legal framework for biofertilisers. *Applied microbiology and biotechnology*, 98, 6599-6607.

- Mann, Ch. (2019). *The wizard and the prophet. Science and the future of our planet.* Picador-Pan Macmillan, Dublin, Ireland.
- Markets & Markets (2022). *Biopesticides Market by Type (Bioinsecticidas, Biofungicidas, Bionematicidas, and Bioherbicidas), Source (Microbials, Biochemicals and Beneficial Insects), Mode of Application, Formulation (dry, Liquid) Crop Type and Region – Global Forecast to 2027.* Disponible en: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biopesticides-267.html?utm_source=Email&utm_medium=Acoustic-AGI-NA&utm_campaign=25-10-2022 Consultado 7 de noviembre de 2022.
- MERCOSUR, SGT N°8/CBAG. (2023). Anexo III, Acta N°01/23, Programa de Trabajo 2023-2024 aprobado. III Reunión Ordinaria de la Comisión de Bioinsumos para Uso Agropecuario. Buenos Aires.
- MERCOSUR, SGT N°8. (2020). Anexo VI, Acta N°02, Reunión LVI (SGT N.º 8) Agricultura. Propuesta sobre “Creación de la Comisión de Bioproductos”, presentada por Argentina. Montevideo.
- Meza, L. y Rodríguez, A. (2022). Soluciones basadas en la naturaleza y la bioeconomía: contribución a una transformación sostenible e inclusiva de la agricultura y a la recuperación pos-COVID-19. Serie Recursos Naturales y Desarrollo, N 210 (LC/TS.2022/43), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, Chile. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47886/1/S2200230_es.pdf
- Mordor Intelligence (2022). *Global Biofertilizers Market | Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2022-2027).* Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-biofertilizers-market-industry> Consultado: 7 de noviembre de 2022.
- Naam, R. (2013). *The infinite resource: the power of ideas on a finite planet.* University Press of New England, Hanover & London.
- Naciones Unidas (2021). *Resumen del presidente de la Cumbre sobre los Sistemas Alimentarios de Naciones Unidas, New York, 23 septiembre.*
- National Centre for Organic & Natural Farming. (2023). *Biofertilizers and Organic Fertilizers - The Fertiliser (Inorganic, Organic or Mixed) (Control) Order 1985.* Ghaziabad: Ministry of Agriculture & Farmers Welfare, Govt. of India.
- Negro, S. (2007). *Dynamics of technological innovation systems: the case of biomass energy.* Utrecht: Doctoral dissertation, Utrecht University.
- Parlamento y Consejo de la Unión Europea. (5 de junio de 2019). *Reglamento 1009/2019.* Diario Oficial de la Unión Europea.
- PLM (2015). *Diccionario de especialidades agroquímicas 2015.* Editorial PLM, Colombia.
- The Brainy Insights (2022). *Global Biofertilizers Market, 2022.* Disponible en línea <https://www.thebrainyinsights.com/report/biofertilizers-market-12641>.
- The White House Office of Science and Technology Policy. (2023). *Bold goals for U.S. biotechnology and biomanufacturing.* The White House Office of Science and Technology Policy. Executive Office of the President of the United States. Disponible en línea en <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/Bold-Goals-for-U.S.-Biotechnology-and-Biomanufacturing-Harnessing-Research-and-Development-To-Further-Societal-Goals-FINAL.pdf>.

Argentina

- Agroclave (2022). *Lo bioinsumos no paran su crecimiento.* Disponible en: <https://www.agroclave.com.ar/los-bioinsumos-no-paran-su-crecimiento-n2714027.html> Consultado 12 de abril de 2023.
- Anlló G., Bisang R., Stubrin L. (2011). *Las empresas de biotecnología en Argentina.* Documento de proyecto, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Naciones Unidas, Chile.
- Bocchetto, R. M., Gauna, D. H., Bravo, G. C., González, C. B., Rearte, M., Molina Tirado, L., Hilbert, J. A., Eisenberg, P., Lecuona, R. E., Taraborrelli, D. S., Papagno, S. G. y Vaudagna, S. R. (2020). *Bioeconomía del Norte Argentino: situación actual, potencialidades y futuros posibles.* Proyecto Bioeconomía Argentina: Construyendo un Futuro Inteligente y Sustentable para el Norte Argentino 2030. Documento de Trabajo. MINCyT – INTA – INTI – UNNE – UNSa – UNSE.
- Ceizel, G (2021). *El rol de la CAUBA en la promoción del sector de los Bioinsumos uso agropecuario.* Conferencia en el marco del ciclo de conferencias virtuales Bioinsumos y Políticas Públicas para América Latina: Uso Agropecuario en Argentina. Experiencias, Normativas y Perspectivas. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=oWRWXLDAcM4> Consultado 3 de abril de 2023.
- Dirección Nacional de Políticas y Planificación (2022). *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030 PNCTI.* Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Buenos Aires, Argentina.

- Goulet, F y Hubert, M (2020). Los bioinsumos de uso agropecuario en Argentina: las políticas públicas para acompañar las transiciones hacia una agricultura sostenible. Blog del IICA Sembrando Hoy la Agricultura del Futuro. Disponible en: <https://blog.iica.int/blog/los-bioinsumos-uso-agropecuario-en-argentina-las-politicas-publicas-para-acompanar-las?fbclid=IwAR2iySehUXmXB6AHyWcwQEBnf05FVBV81oqqydobXuqK7RsaYBFRePAMZ4> (Consultado 31 de marzo de 2023).
- Mamani de Marchese, A y Filippone, M. P (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Rev. Agron. Noroeste Argent.* 38 (1): 9-21.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (2021). RESOL-2021-18-APN-MAGYP-Programa Bioproducto argentino. Buenos Aires.
- Ministerio de Agroindustria (2017). Resolución 235-E/2017, Programa Bioproducto argentino. Buenos Aires.
- Ministerio de Economía de la Argentina (2023a). Bioinsumos. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/alimentos-y-bioeconomia/bioinsumos> Consultado: marzo de 2023.
- Ministerio de Economía de la Argentina-Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (2023b). Observatorio de Bioeconomía. Disponible en: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/observatorio_bioeconomia/ Consultado: marzo de 2023.
- Ministerio de Economía de la Argentina- Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo (2023c). Argentina Productiva 2030. Plan para el Desarrollo Productivo, Industrial y Tecnológico. Documento Integrador 2023. Argentina.
- Ministerio de Economía de la Argentina- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Bioeconomía (2023d). Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/bioeconomia> Consultado: abril 6 de abril 2023.
- Ministerio de Economía de la Argentina- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Bioeconomía (2023e). Sello Bioproducto argentino. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/sello-bioproducto-argentino> Consultado 6 de abril de 2023.
- Presidencia de la República de Argentina (2021). Actualización de la meta de emisiones netas de Argentina al 2030. Buenos Aires.
- República Argentina (2015). Contribución prevista y determinada a nivel nacional. Disponible en: <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Argentina/1/INDC%20Argentina.pdf> Consultado 4 de abril de 2023.
- SAGyP (2022). RESOL-2022-63-APN-SAGYP#MEC. Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/273291/20221006> Consultado 6 de abril de 2023.
- _____(2019a). Anexo Plan de acción para el sector de los bioinsumos de uso agropecuario RESOL-2019-105-APN-SAYBI#MPYT. Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/217732/20191001> Consultado 3 de abril de 2023.
- _____(2019b). El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca lanza un Plan de acción para promover los Bioinsumos de uso agropecuario. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-ministerio-de-agricultura-ganaderia-y-pesca-lanza-un-plan-de-accion-para-promover-los> Consultado 3 de abril de 2023.
- Starobinsky, G., Monzón, J., Di Marzo Broggi, E. y Braude, E. (2021). Bioinsumos para la agricultura que demandan esfuerzos de investigación y desarrollo. Capacidades existentes y estrategia de política pública para impulsar su desarrollo en Argentina. Documentos de Trabajo del CCE N° 17. Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.
- Subsecretaría de Alimentos, Bioeconomía y Desarrollo Regional (2023). Anexo I: Manual Operativo Programa BIODesarrollar. Disposición 7/2023. DI-2023-7-APN-SSABDR#MEC.

Colombia

- AGROSAVIA-Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (2021). Bioeconomía: lineamientos corporativos 2021-2022. Ministerio de Agricultura. Colombia.
- Alianza de Bioversity International& CIAT (2021). RUSTICA, un proyecto que le apuesta al uso de fertilizantes de base biológica para una agricultura circular. Disponible en: <https://alliancebioiversityciat.org/es/stories/rustica-un-proyecto-que-le-apuesta-al-uso-de-fertilizantes-de-base-biologica-para-una> Consultado: 31 de octubre de 2022.
- Bayer Colombia (2022). Etiquetas y Fichas de Seguridad: SERENADE SC_{1,34}®. Disponible en: https://www.agro.bayer.co/es-co/productos/product-details.label.html/microbial%20agent/serenade_sc134.html Consultado 8 de noviembre de 2022.

- Colciencias — Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (2016). Colombia Bio. Disponible en: <https://minciencias.gov.co/portafolio/colombia-bio/quienes-somos> Consultado: 10 de octubre de 2022.
- CORPOICA-Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Colciencias-Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación-, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2016). PECTIA: Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector Agropecuario colombiano (2017-2027).
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria – AGROSAVIA, Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/pectia-2017-actualizado.pdf> Consultado: 10 de octubre de 2022.
- Documento CONPES 3934 (2108). Política de Crecimiento Verde. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia Departamento Nacional de Planeación.
- Documento CONPES 3697 (2011). Política para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología a partir del Uso Sostenible de la Biodiversidad. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia Departamento Nacional de Planeación.
- Documento CONPES 3866 (2106). Política Nacional de Desarrollo Productivo. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia Departamento Nacional de Planeación.
- Díaz Tapias, M. A., Aguirre Aguirre, A y Benítez Rincón, J. D (2022). Protocolo técnico y normativo de bioinsumos, agroinsumos y controladores biológicos de origen natural. ANLA, ICA, Agrosavia. Colombia.
- Gómez, M. I (2021). Bioproductos: Enfoque de Agrosavia. Dirección de Vinculación, AgroSavia.
- González, X (2022). Foco en Colombia: industria de bioinsumos busca cerrar las brechas. *Biologicals Latam #06*. Disponible en: <https://biologicalslatam.com/issue-06/foco-en-colombia-industria-de-bioinsumos-busca-cerrar-las-brechas/> Consultado: 10 de octubre de 2022.
- Guzmán, C (2017). LiiB: soluciones biológicas para la agroindustria. *Revista EAFIT 168*. Disponible en: <https://www.eafit.edu.co/investigacion/revistacientifica/edicion-168/Paginas/soluciones-biologicas-para-agroindustria.aspx> Consultado: 18 de octubre de 2022.
- ICA Instituto Colombiano Agropecuario (2022). Base de datos de productos bioinsumos registrados. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/fertilizantes-y-bio-insumos-agricolas/listado-de-bioinsumos/2009/productos-bioinsumos.aspx> Consultado 5 de octubre de 2022.
- _____(2022). Estadística de Bioinsumos, Exportaciones Disponible en: <https://www.ica.gov.co/analitica/subgerencia-de-proteccion-vegetal/d-t-inocuidad-e-insumos-agricolas/comercializacion-de-bioinsumos> Consultado 5 de octubre de 2022.
- _____(2020). Estadísticas de Bioinsumos año 2020. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/regulacion-y-control-de-plaguicidas-quimicos/estadisticas/bd-estadisticas-bioinsumos-para-impression-2020.aspx> Consultado 5 de Octubre de 2022.
- Hodson de J. E y Aramendis R. (1999). Production of bacterial bioinsecticides against insect pests of cotton and other economically important crops. En: National Biotechnology Program. Projects Supported by Colciencias. Instituto Colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Colciencias. Bogotá.
- Melgarejo, L. M., Sánchez, J., Chaparro, A., Newmark, F., Santos-Acevedo, M., Burbano, C., y Reyes, C. (eds.) (2002). Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia. Serie de Documentos Generales Invemar N° 10. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar). Disponible en: http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/ESTADO_BIOPROSPECCION.pdf Consultado: 10 de octubre de 2022
- MinAgricultura-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2021). Resolución 355 de 2021 por la cual se adopta el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático para el sector agropecuario (PIGCCs). Ministerio de Agricultura. Bogotá.
- MinAmbiente-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020a). Portafolio de Medidas Sectoriales de Mitigación del Cambio Climático: Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020. MinAmbiente. Bogotá.
- _____(2020b). Portafolio de Metas de Adaptación al Cambio Climático: Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020. MinAmbiente. Bogotá.
- _____(2020c). Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC). MinAmbiente. Bogotá.
- Misión de sabios: Colombia 2019 (2019). Gobierno de Colombia Disponible en: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/libro_mision_de_sabios_digital_1_2_0.pdf Consultado: octubre 2022.

- Pardo, J.C. y Orbegozo, M. C. (2022). Bioinsumos: Panorama y oportunidades para el agro colombiano. Área de Investigaciones Económicas de Corficolombiana S.A
- Presidencia de la República (2020). Bioeconomía para una Colombia Potencia Viva y Diversa: Hacia una sociedad impulsada por el conocimiento. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá, Colombia
- Zambrano-Moreno, D. C., Ramón-Rodríguez, L. F., Van Strahlen-Pérez, M., y Bonilla-Buitrago, R. R (2015). Industria de Bioinsumos de Uso Agrícola en Colombia. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 18(1), 59-67.

Ecuador

- Agrocalidad (2023). Respuesta a proyecto "Innovación en bioeconomía en actividades de alto valor agregado para el cambio estructural y una reactivación transformadora" (1113-E) Oficio Nro. AGR-AGROCALIDAD/ CRIA-2023-1039-O. Quito.
- CEPAL (2022). Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 de Ecuador. Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo. Disponible en: <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-de-creacion-de-oportunidades-2021-2025-de-ecuador> Consultado 20 de noviembre de 2022.
- Gobierno del Ecuador. (2019). Primera Contribución determinada a nivel nacional para el acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre cambio climático. Disponible en: <https://unfccc.int/NDCREG>. Consultado 09 de diciembre de 2022.
- Gobierno Provincial de Loja (2017). Ordenanza de Extinción y Liquidación de la Empresa Pública de Desarrollo Productivo y Agropecuario del Sur DEPROSUR. Disponible en: https://prefectura Loja.gob.ec/wpfd_file/ordenanza-de-extincion-de-deprosur-e-p/ Consultado 16 de noviembre de 2022.
- INIAP Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2017). Informe anual del Proyecto Biocontrol for Sustainable Farming Systems, Ecuador. Quito.
- MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería (2021). Gobierno Nacional decreta Política de Estado para el sector agropecuario. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/gobierno-nacional-decreta-politica-de-estado-para-el-sector-agropecuario/> Consultado 22 de noviembre de 2022.
- MAGAP Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2013). Implementación del Centro de Producción de Bioinsumos para la Agricultura a Base de Microorganismos Benéficos. Viceministerio de Desarrollo Rural, Coordinación General de Innovación. Ecuador.
- _____(2013). MAGAP inauguró primera planta de bioinsumos del país. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/magap-inauguro-primera-planta-de-bioinsumos-del-pais/> Consultado 16 de noviembre de 2022.
- Ministerio del Ambiente y Agua (2020). Ecuador promueve la bioeconomía como una estrategia para el desarrollo sostenible. Boletín N° 188. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-promueve-la-bioeconomia-como-una-estrategia-para-el-desarrollo-sostenible> Consultado 23 de noviembre de 2022.
- _____(2019). Ecuador impulsa la Economía Circular como una alternativa de desarrollo sostenible. Boletín N° 297. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-impulsa-la-economia-circular-como-una-alternativa-de-desarrollo-sostenible/#:~:text=%2D%20Con%20la%20firma%20del%20Pacto,recicladores%20de%20base%2C%20generaci%C3%B3n%20de> Consultado 23 de noviembre de 2022.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2022). Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica trabaja en el fortalecimiento de sus compromisos climáticos con su segunda NDC. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/ministerio-del-ambiente-agua-y-transicion-ecologica-trabaja-en-el-fortalecimiento-de-sus-compromisos-climaticos-con-su-segunda-nd/> Consultado 10 de diciembre de 2022.
- O'Neill, B y Ramos-Abensur, V (2022). Revisión del estado del conocimiento y uso de los fermentos líquidos y del biol en los Andes. Proyecto de investigación "Estado del conocimiento y uso de los bioinsumos en los Andes". Rikolto, Universidad de Michigan, Fundación McKnight. 1era edición.
- PNUMA (2021). En Ecuador, una innovadora herramienta de financiamiento garantiza el suministro de agua. Disponible en: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/en-ecuador-una-innovadora-herramienta-de-financiamiento-garantiza> Consultado 10 de diciembre de 2022.
- Presidencia de la República del Ecuador (2021). Decreto Ejecutivo Nro. 1293 por el cual se expide la Política de Estado para el Sector Agropecuario Ecuatoriano 2020-2030. Disponible en: https://www.rimisp.org/wp-content/uploads/2021/04/Decreto_Ejecutivo_No._1293_20210322130204.pdf Consultado 22 de noviembre de 2022.

- Riera, M. A. (2021). La bioeconomía como modelo de negocio en el Ecuador. *Compendium*, vol. 24, núm. 46, 2021 Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado, Venezuela Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88067978005> Consultado 23 de noviembre de 2022.
- Rodriguez M. (2022). Bioplaguicidas y su regulación. *Perspectiva Regional. Crop Life Latinoamérica*
- Ruales P, Barriga S. (2020) Normativa de Bioinsumos, Fomento a Reducir la Carga Química. *Revista [Internet]. - Revista Científica Ecuador es Calidad: Vol. 7 Núm. 1.* Disponible en: <https://revistaecuadorestcalidad.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadorestcalidad/index.php/revista/article/view/100> Consultado 10 de noviembre de 2022.
- Secretaria Nacional de Planificación (2022). Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 de Ecuador. Gobierno del Ecuador. Disponible en: <http://oportunidades.planificacion.gob.ec/Plan2125/> Consultado: 20 de noviembre de 2022.
- UICN (2020). Soluciones basadas en la Naturaleza: opciones efectivas y sostenibles frente al Cambio Climático. Disponible en: <https://www.iucn.org/es/news/america-del-sur/202003/soluciones-basadas-en-la-naturaleza-opciones-efectivas-y-sostenibles-frente-al-cambio-climatico> Consultado 9 de diciembre de 2022.
- UTPL Universidad Técnica Particular de Loja (2013). Convenio Marco de Cooperación entre la Universidad Técnica Particular de Loja la Empresa Pública de Desarrollo Productivo y Agropecuario del Sur y la Agencia de Cooperación Suiza Swisscontact Ecuador. Disponible en línea en: https://procuraduria.utpl.edu.ec/sitios/documentos/ConveniosPublicos/3966_Convenio%20Marco.PDF?Mobile=1&Source=%2Fsitios%2Fdocumentos%2F_layouts%2F15%2Fmobile%2Fviewa.aspx%3FList%3Dag229d64-d3fa-4e3c-a78c-7bebg9f48a6d%26View%3D2f2f2429-e4d2-4fob-8c92-6ef676618623%26wdFCCState%3D1%26PageFirstRow%3D61 Consultado 16 de noviembre de 2022.
- Viera-Arroyo, W. F (2020). Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere.* 091/JSAB/2020.
- WWF (2022). Amazonia: los retos y oportunidades de las soluciones basadas en la naturaleza. Disponible en: <https://www.wwf.org.ec/?378533/Amazonia-los-retos-y-oportunidades-de-las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza> Consultado 9 de diciembre de 2022.

Uruguay

- Ackermann, M. N., Buonomo, M., Muñoz, G., Cortelezzi, A., Barboza, N. y García, F (2018). Análisis de las políticas agropecuarias en Uruguay: cuantificación de los apoyos específicos 2014-2016 y su vinculación con las emisiones de gases de efecto invernadero. *Informes de Política Agropecuaria.* Banco Interamericano de Desarrollo. Montevideo.
- Abreo, A., Beyhaut, E., Rivas, F., Barlocco, C. y Garaycochea, S (2022). Bioinsumos: agricultura biológica y sustentable en su dimensión ambiental, social y productiva. *Grupo Bioinsumos - Área Recursos Naturales, Producción y Ambiente. Revista INIA Informe Especial, diciembre 022.* Montevideo.
- Altier N., Abreo E., Beyhaut E., Rivas F., Barlocco C. y Garaycochea S. (2022). Uso y manejo del microbioma para el desarrollo de bioinsumos de uso agrícola. Capítulo 13, 255-275 En: *Aportes científicos y tecnológicos del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) del Uruguay a las trayectorias agroecológicas.*
- Altier, N., Abreo, E., Beyhaut, E., Rivas, F., Barlocco, C., Garaycochea, S., Dini, B., López, V., Mattos, N., Mortalena, M (2020). Plataforma de Bioinsumos de Uso Agrícola: desarrollo de tecnologías y productos basados en microorganismos benéficos. *Sustentabilidad Ambiental. Revista INIA (junio).* Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/14502/1/Rev-INIA-61-Junio-2020-p-85-90.pdf> Consultado 16 de enero de 2023.
- Altier, N., Beyhaut, E., Dalla Rizza, M. y Rivas, F (2012). Plataforma de Bioinsumos de Uso Agrícola en Base a Microorganismos Benéficos. *Sustentabilidad Ambiental. Revista INIA (julio).*
- Bailan C, Cortelezzi A (2020). La Bioeconomía circular como paradigma de transformación productiva sostenible. *Anuario OPYPa 2020.* Disponible en : <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2020/temas-politica/bioeconomia-circular-paradigma> Consultado 9 de Febrero de 2023.
- Comisión Honoraria del Plan Nacional para el Fomento de la Producción con Bases Agroecológicas (2021). *Plan Nacional Para el Fomento de la Producción con Bases Agroecológicas.* Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/plan-nacional-para-fomento-produccion-bases-agroecologicas/plan-nacional> Consultado 14 de febrero de 2023.

- Engormix (2015). Uruguay - Presentan marco normativo para la promoción de la biotecnología. Grupo de Biotecnología. Disponible en: <https://www.engormix.com/MA-balanceados/noticias/uruguay-presentan-marco-normativo-t21152/po.htm> Consultado 25 enero 2023.
- FAO (2016). Base de datos FAOLEX: Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica del Uruguay 2016-2020. Disponible en: <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC161055/> Consultado 25 de enero 2023.
- Gabinete Productivo (2010). Cadenas de Valor (II): Bio y Nanotecnología, Avícola-Porcina, Cítricos, Textil-Vestimenta. Mastergraf.Gral. Montevideo - Uruguay ISBN: 978-9974-8191-1-5
- INIA (2017). Bioinsumos de Uso Agrícola: Soluciones para el campo. El País Agropecuario. Octubre. Montevideo.
- Intendencia de Montevideo (2020). Plan del Arroyo Pantanos. Disponible en: <https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/planificacion/ordenamiento-territorial/plan-del-arroyo-pantanos> Consultado 2 de febrero 2023.
- Lagos, L (2021). Otra forma de producción agrícola es posible. La diaria Ciencia. Disponible en: <https://ladiaria.com.uy/ciencia/articulo/2021/9/otra-forma-de-produccion-agricola-es-posible/> Consultado 26 de enero 2023.
- LATINCLIMA (2019): Primer proyecto de regeneración de la naturaleza en Uruguay. Disponible en: <https://latinclima.org/videos/primer-proyecto-de-regeneracion-de-la-naturaleza-en-uruguay> Consultado 2 de febrero 2023.
- Lobera, J.L (2019). La promesa de la biotecnología en Uruguay. Disponible en: <https://www.iadb.org/es/mejorandovidas/la-promesa-de-la-biotecnologia-en-uruguay> Consultado 26 de enero 2023.
- Ministerio de Ambiente (2022). Segunda Contribución Nacional Determinada a Nivel Nacional al Acuerdo de París. República Oriental del Uruguay.
- _____ (2021). Documentos y productos de Cartas de Acuerdo. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/documentos-productos-cartas-acuerdo> Consultado 26 de enero de 2023.
- _____ (2020). Nuestras soluciones están en la naturaleza. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/noticias/nuestras-soluciones-estan-naturaleza> Consultado 2 de febrero 2023.
- _____ (2016). Primera Contribución Nacional Determinada a Nivel Nacional al Acuerdo de París. República Oriental del Uruguay.
- MGAP-Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (2023a). Datos y Estadísticas Dirección General de Servicios Agrícolas Importaciones de productos fitosanitarios. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/importaciones-productos-fitosanitarios-o> Consultado 8 de febrero 2023.
- _____ (2023b). Datos y Estadísticas Importaciones Fitosanitarios 2020 e Importaciones y Formulación Nacional en Fitosanitarios 2021. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/importaciones-productos-fitosanitarios-o> Consultado 8 de febrero 2023.
- _____ (2023c). Nuevos lineamientos estratégicos en bioseguridad y agrobiotecnología. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2022/temas-politica/nuevos-lineamientos-estrategicos> Consultado 23 mayo de 2023.
- _____ (2023d). "Bioinsumos" de uso agrícola en Uruguay: regulación y marco legal Dirección General de Servicios Agrícolas-División Control de Insumos. Presentación Power Point. Montevideo, Uruguay.
- _____ (2022). Acciones de DGSA para un uso sostenible de los productos fitosanitarios en el sector agrícola. Anuario de OPYPA 2022. División Control de Insumos, Dirección General de Servicios Agrícolas. Montevideo. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2022/temas-politica/acciones-dgsa-para-uso-sostenible>.
- _____ (2018). Anuario Estadístico Agropecuario. MGAP.Montevideo. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2022/temas-politica/acciones-dgsa-para-uso-sostenible> Consultado 26 enero 2023.
- _____ (2017). Uruguay Agro inteligente los Desafíos para un Desarrollo Sostenible. Montevideo. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2019-12/libro%20completo%20con%20hipervinculos.pdf> Consultado: 20 de enero de 2023.
- _____ (2010). Plan Estratégico Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación PENCTI. Montevideo.
- Molina, B y Villarino, V (2021). Soluciones basadas en la Naturaleza como estrategia de adaptación costera al cambio climático en playas del Río de la Plata. Caso de estudio: San Francisco - Maldonado, Uruguay. Disponible en: <http://portalderevistas.unsa.edu.ar/ojs/index.php/Lhawet/article/view/2208> Consultado 2 de febrero 2023.

- MVOTMA Ministerio de Vivienda, Desarrollo Territorial y Medio Ambiente (2019). Plan Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible. MVOTMA: Montevideo.
- Paolino, C, Pittaluga, L y Mondelli, M (2014). Cambios en la dinámica agropecuaria y agroindustrial del Uruguay y las políticas públicas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Serie Estudios y Perspectivas – Montevideo – N° 15. Naciones Unidas. ISSN 1727-8686. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36780/1/S2014255_es.pdf Consultado 23 de enero de 2023
- Presidencia de la República (2019). OPP presentó hoja de ruta para avanzar hacia una bioeconomía forestal en Uruguay. Disponible en: <https://www.opp.gub.uy/es/noticias/opp-presento-hoja-de-ruta-para-avanzar-hacia-una-bioeconomia-forestal-en-uruguay> Consultado 11 de febrero de 2022.
- Presidencia del Uruguay (2019). Aportes para una Estrategia de Desarrollo 2050. Oficina de Planeamiento y Presupuesto. Montevideo. ISBN: 978-9974-742-44-4.
- _____(2018). Hacia una Estrategia Nacional de Desarrollo Uruguay 2050. Oficina de Planeamiento y Presupuesto. Uruguay.
- Punschke, K (2021). Resumen del Marco Normativo y Registro de productos para biocontrol de enfermedades y plagas agrícolas en Uruguay. Departamento de Agentes Biológicos. División Control de Insumos. Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSSAA)-MGAP-Uruguay.
- Punschke, K, Comotto, F, Mand, B, De Los Santos, M, Montes, F y de Hegedus, P. (2019). En la búsqueda de la sustentabilidad ambiental Avances en control biológico desde la Dirección General de Servicios Agrícolas del MGAP. Revista del Plan Agropecuario, Vol. 170, pp. 68-70. Disponible en: <https://www.planagropecuario.org.uy/web/185/revistas/-n%C2%B0170.html>. Consultado: 16 enero de 2023.
- Sartori, M.P. (2022). Alternativas biológicas a los agroquímicos se expanden en Uruguay. Diálogo Chino. Disponible en: <https://dialogochino.net/es/agricultura-es/51203-alternativas-biologicas-a-los-agroquimicos-se-expanden-en-uruguay/> Consultado: 16 enero de 2023.
- WWF (2020). Enhancing NDCs through nature-based solutions simple recommendations for integrating nature into NDCs. Disponible en: https://d20uvy59podg6k.cloudfront.net/downloads/enhancing_ndcsthrough_nature_based_solutions.pdf Consultado 2 de febrero 2023.

Páginas web

Argentina

- BASF. <https://www.basf.com/co/es.html>.
- Bayer. <https://www.bayer.com/es/co/andina-y-cac-home>.
- Biofábrica Misiones. <https://biofabrica.misiones.gob.ar/>.
- Brometan. <https://brometan.com.ar/>.
- CRILAR. <https://crilar.conicet.gov.ar/>.
- Indiagro S.R.L. <https://www.induagro.com.ar/>.
- INTECH. <https://intech.conicet.gov.ar/>.
- Instituto de Biotecnología Universidad de San Juan. <https://ibt.unsj.edu.ar/>.
- INBA. <http://inba.agro.uba.ar/>.
- INTA. <https://www.argentina.gob.ar/inta>.
- ISCAEM. <http://www.iscamen.com.ar/>.
- ITANOA. <https://itanoa.conicet.gov.ar/institucional/>.
- Laboratorios CKC Argentina. <https://www.ckc.com.ar/index.html>.
- Laboratorios NOVA. <https://laboratorios-nova.com/web/>.
- Laboratorios San Pablo. <https://www.labsanpablo.com/>.
- Ministerio de Economía. Bioinsumos Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/alimentos-y-bioeconomia/bioinsumos>.
- ProFarm <https://marronebio.com/>.
- Proterqium. <https://proterqium.com/es/>.
- Rizobacter Argentina S.A. <https://www.rizobacter.com.ar/>.
- YPF-AGRO. <https://www.ypfagro.com.ar/>.

Colombia

Abonamos SAS <https://www.abonamos.com/bioinsumos> (consultado 18 de octubre de 2022).
Agrobiológicos SAFER Portafolio 2021 https://saferagrobiologicos.com/wp-content/uploads/2022/07/SAFER_portafolio_digital-4.pdf (consultado 18 de octubre de 2022).
Altero Biotechnologies. <https://www.alteo.technology/portafolio/bioinsumos/bioinsecticidas/> (consultado 18 de octubre de 2022).
BASF. <https://www.basf.com/co/es.html>.
Bayer. <https://www.bayer.com/es/co/andina-y-cac-home>.
BioAllpa <https://www.javeriana.edu.co/investigacion/bioallpa> (consultado 18 de octubre de 2022).
Biocultivos SAS <http://www.biocultivos.com.co/> (consultado 18 de octubre de 2022).
Corteva. <https://www.corteva.co/>.
Ecoflora Agro <https://co.gowanco.com/ecoflora> (consultado 18 de octubre de 2022).
Life System Technology <https://ltsa.com/index.php/es/productos> (consultado 18 de octubre de 2022).
Organización Pajonales <https://www.pajonales.com/bioinsumos/> (consultado 18 de octubre de 2022).
Portal Siembra. www.siembra.gov.co (consultado 11 de octubre de 2022).
ProFarm <https://marronebio.com/> (consultado 7 de noviembre de 2022).

Ecuador

Agrocalidad Dirección de Registro de Insumos Agrícolas. <https://www.agrocalidad.gob.ec/366-2/> (consultado 11 de noviembre de 2022).
ECB Bioinsumos Agrícolas. <https://www.ecbiotech.com/> (consultado 10 de noviembre de 2022).
FONAG-Fondo para la Protección del agua. <https://www.fonag.org.ec/web/?lang=en> (Consultado 10 de diciembre de 2022).
INIAP. <https://www.iniap.gob.ec/>. (Consultado 16 de noviembre de 2022).
ProFarm <https://marronebio.com/> (consultado 7 de noviembre de 2022).

Uruguay

BASF. <https://www.basf.com/co/es.html>.
Bayer. <https://www.bayer.com/es/co/andina-y-cac-home>.
Calister. <https://www.calister.com.uy/>.
CBI+I. <https://www.cbii.com.uy/sitio/index.php>.
Corteva. <https://www.corteva.co/>.
Ecosativa Bioinsumos. <https://www.ecosativa.net/>.
Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable <https://www.gub.uy/ministerio-educacion-cultura/iibce>.
INIA. <http://www.inia.uy/>.
KHYMA. <https://khyma.com.uy/>.
LAGE & Cia SA <https://www.lageycia.com/productos.php/33>.
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/>.
ProFarm <https://marronebio.com/>.

Anexos

Anexo 1 Desarrollos en bioinsumos

Cuadro A1
Argentina: desarrollos en bioinsumos en universidades, centros de investigación y empresas

Universidades y centro de investigación públicos o privados		
Universidad/centro investigación	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales o disponibles para su transferencia, licenciamiento o inversión
INTA	Biofungicida Bioinsecticida Biocontroladores	<ul style="list-style-type: none"> • Rizoderma® primer fungicida biológico del país capaz de controlar el 40% de los hongos fitopatógenos del suelo que reducen la emergencia de las plantas en el cultivo de trigo. Desarrollo conjunto con la empresa Rizobacter. • BTI-Prodinsa: Bioinsecticida contra el dengue. Bioinsecticida con bacterias entomopatógenas que enferman y eliminan al vector con bajo impacto ambiental, ya que sus componentes se encuentran en la naturaleza. • Biocontrolador de la plaga “chinche del eucalipto”. • Biocontrolador en frutales de pepita y nogal. • Biofungicida para el control de hongos productores de micotoxinas. • Bioinsecticida para el control de plagas en producción avícola. • Bioinsumo fúngico en formulación líquida para el control de patógenos fúngicos de semillas. • Inoculante eco-inteligente para soja con mayor eficiencia de fijación de N₂ y menor emisión de gases de efecto invernadero. • Inoculante foliar para la estimulación del crecimiento en condiciones de estrés hídrico en cultivos extensivos. • Microorganismos fúngicos promotores de crecimiento en algodón. • Rizobios bacterianos no transgénicos con alta eficiencia de fijación de N₂ y mitigación de emisiones en alfalfa.
Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola INTA (IMYZA)	Bioestimulantes y biocontroladores basados en bacterias, hongos, virus, insectos y nematodos	<ul style="list-style-type: none"> • Biofungicida terapéutico de semilla, basado en <i>Trichoderma harzianum</i> (Th2), para controlar el desarrollo de las enfermedades de mayor importancia en los cultivos. • Producto comercial con la empresa Rizobacter Argentina: Rizoderma®. • Biofertilizante fúngico para maíz. En proceso de registro. • Producto comercial: Biotrap, biofertilizante. Promotor del crecimiento y biocontrolador de enfermedades fúngicas causadas por el complejo de hongos del suelo, formulado en base líquida a partir de la bacteria promotora del crecimiento del género <i>Bacillus subtilis</i>. Fertilizante biológico.
Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE CONICETUNLP)	Biocontroladores basados en hongos, virus, insectos, nemátodos y bacterias	<ul style="list-style-type: none"> • No productos comerciales.

Universidades y centro de investigación públicos o privados		
Universidad/centro investigación	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales o disponibles para su transferencia, licenciamiento o inversión
Instituto Superior de Investigaciones Biológicas- Universidad Nacional de Tucumán (INSIBIO CONICET-UNT)	Bioestimulantes basados en consorcios microbianos (cepas GRAS autóctonas) y biocontroladores postcosecha	<ul style="list-style-type: none"> Howler: bioinductor y bioactivador de las defensas naturales de las plantas (licenciado por la empresa ANNUIT S.A.).
Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza (ISCAMEN)	Insectos estériles (TIE) Parasitoides para biocontrol Bioinsumos basados en macroorganismos (insectos estériles)	<ul style="list-style-type: none"> Contratos para exportar insectos a Marruecos y otros países de América Latina como Chile, Uruguay y Bolivia.
Biofábrica Misiones	Bioestimulantes y biocontroladores basados en hongos y bacterias Fertilizantes y Fungicidas a base de Microorganismos	<ul style="list-style-type: none"> Trichoderma, producido por biofábrica Misiones. Promotor de crecimiento y antagonista de hongos que producen enfermedades al cultivo. Se produce en el laboratorio de Bioinsumos a base de cepas nativas de la provincia.
Centro de Multiplicación de Biocontroladores (CEMUBIO) INTA	Biocontroladores basados en insectos autóctonos que son enemigos naturales (predadores y parasitarios) de insectos plaga Bioinsumos basados en macroorganismos	<ul style="list-style-type: none"> Está produciendo un enemigo natural para un productor de frutas de la zona del Alto Valle de Río Negro. Controlador biológico de plagas: sistema con avispas del tamaño de una hormiga que no pica a los seres humanos y se alimenta y parasita en larvas de distintas especies de polillas, como las de la carpocapsa y las de la grafolita.
Centro de Transferencia de Bioinsumos (CeTBIO)	Bioestimulantes y biocontroladores a base de hongos y bacterias	<ul style="list-style-type: none"> Bioestimulante y biocontrolador para cultivo de papa. En proceso de registro (como biofertilizante y como biocontrolador). Facyt Trich multicultivo (experimental): Estimula el crecimiento y protege de hongos patógenos. Cepas nativas de <i>Trichoderma</i>, transferidas a la empresa Facyt, junto al know how para producirla.
Universidad Nacional de San Juan - Instituto de Biotecnología (IBT)	Biocontroladores basados en hongos	<ul style="list-style-type: none"> Biocontroladores basados en hongos, como <i>Metarhizium</i> para vid y hortícolas.
Instituto de Tecnología Agroindustrial del Noroeste Argentino (ITANOA)	Bioestimulantes y biocontroladores (plaguicidas e inductores de defensa) a base de hongos, bacterias y biomoléculas efectoras	<ul style="list-style-type: none"> Proteína derivada de un hongo fitopatógeno de frutilla (fresa), que induce las defensas de las plantas. No Productos comerciales.
Universidad Nacional de Quilmes - Centro de Bioquímica y Microbiología del Suelo (CBMS)	Bioestimulantes y biocontroladores a partir de bacterias (pseudomonas y actinomicetales)	<ul style="list-style-type: none"> I+D en escala laboratorio, avances a campo mediante asociaciones con empresas. No productos comerciales.

Universidades y centro de investigación públicos o privados		
Universidad/centro investigación	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales o disponibles para su transferencia, licenciamiento o inversión
Centro Regional de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica de La Rioja (CRILAR-CONICET)	Bioestimulantes y biocontroladores basados en hongos clásicos como Trichoderma, hongos negros y micorrizas	<ul style="list-style-type: none"> Control Biológico de "moscas de la fruta" de importancia económica en Argentina: Evaluación de parasitoides a través de liberaciones a campo. No productos comerciales.
Universidad Nacional de Buenos Aires - Instituto de Investigaciones en Biociencias Agrícolas y Ambientales (INBA)	Bioestimulantes a base de bacterias Biocontroladores con base en metabolitos bacterianos Aplicaciones con nanotecnología	<ul style="list-style-type: none"> Colección de cepas nativas de bacterias fijadoras de N₂, fitopatógenas, y otras aisladas de suelo u otros ambientes, resultantes de distintos proyectos de investigación de importancia agronómica y ambiental. No productos comerciales.
Universidad Nacional de San Martín - Instituto Tecnológico de Chascomús (INTECH)	Biofertilizantes basados en bacterias que aportan N y P	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de bacterias capaces de promover el crecimiento de plantas tomate y conferir protección contra el ataque de B. cinerea y otros patógenos. Selección y aplicación a campo de microorganismos capaces de promover el crecimiento de dos especies de gramíneas, festuca (<i>Lolium arundinaceum</i>) y agropiro (<i>Thinopyrum ponticum</i>) y dos especies de leguminosas, trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>) y trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i>), las cuales integran asociaciones forrajeras de gran relevancia para la región. Bacterias solubilizadoras de fosfato adaptadas a condiciones de deshidratación y estrés salino-alkalino para el desarrollo de biofertilizantes para que mejoren la producción de pasturas en suelos restrictivos de la Pampa Deprimida del Salado. Biofertilizantes basados en bacterias solubilizadoras de fósforo para su aplicación al cultivo de soya. Desarrollo de biofertilizantes para pasturas forrajeras en escala laboratorio. Formulado y escalado (piloto) en la UNSAM.
Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC)	Trabaja en investigación y desarrollo de bioinsumos desde hace más de 15 años	<ul style="list-style-type: none"> En colaboración con el CONICET, la Universidad Nacional de Tucumán, y una empresa privada argentina, ha desarrollado a partir de una proteína aislada de un hongo patógeno de plantas, un producto que actúa como una "vacuna vegetal" induciendo las defensas de la planta contra fitopatógenos, sin generar daños en los cultivos ni en el ambiente.
Empresas nacionales		
Empresa	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales
Bioceres (a través de Rizobacter Argentina S.A.)	Inoculantes Biológicos Biofertilizantes a base de microorganismos (bacterias y hongos). Promotores de crecimiento Biofungicidas	<ul style="list-style-type: none"> Líneas inoculantes y bioinductores para cultivos de soya y forrajeras: <ul style="list-style-type: none"> – Signum – Rizoliq Dakar – Rizoliq LLI – Rizoliq TOP – Rizoliq Surco

Empresas nacionales		
Empresa	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales
		<ul style="list-style-type: none"> • Rizoliq • Rialfa Liq • Ribol Liq • Rilotus Liq
		<ul style="list-style-type: none"> • Línea Biofungicidas <ul style="list-style-type: none"> – Rizoderma representa una solución natural para el control de enfermedades que se transmiten a la semilla de trigo. Está basado en una formulación del microorganismo <i>Trichoderma harzianum</i>.
		<ul style="list-style-type: none"> • Línea Biofertilizantes <ul style="list-style-type: none"> – Rizofos liq trigo pre-inoculado: Es un biofertilizante promotor del crecimiento vegetal altamente eficaz para solubilizar fósforo, tanto del suelo como del adicionado por fertilización química. Está formulado en un soporte estéril líquido en base a bacterias de la especie <i>Pseudomonas fluorescens</i>.
		<ul style="list-style-type: none"> • Nutrición de cultivos: <ul style="list-style-type: none"> – Microstar BIO incorpora una fuente de nutrición biológica compuesta por cuatro cepas específicas de Bacillus (<i>Bacillus subtilis</i>, <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>, <i>Bacillus licheniformis</i> y <i>Bacillus pumilus</i>).
Brometan S.R.L.	Bioestimulantes Biocontroladores	<ul style="list-style-type: none"> • Línea de bioestimulantes • Línea de biológicos cuarentenarios • Línea de sistemas biológicos: <ul style="list-style-type: none"> – Artrópodos – BioTomate: chinche mirida llamada <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> para ejercer bio control sobre moscas blancas, arañuelas y, en menor medida, sobre la polilla del tomate. – Artrópodos – Bio Pimiento: <i>Orius insidiosus</i> y <i>Amblyseius swirskii</i>. Orius- System es una pequeña chinche que come trips. Swirskii- System es un ácaro que puede establecerse inicialmente a partir del polen de los pimientos.
Induagro SRL Bio Innovaciones	Bioinsecticidas Biofungicida Inoculantes biológicos Promotor de crecimiento vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • MALON: Bioinsecticida Formulado A Partir De Esporas Y Cristales De <i>Bacillus Thuringiensis</i>. • YAPA: Biofungicida Foliar A Base De <i>Bacillus Subtilis</i> En Contra De Diversos Hongos Fitopatógenos. Además activa el sistema de defensa de la planta. • GERMIPACK: inoculante biológico acuoso con turba incorporada. sus bacterias fijadoras de nitrógeno genéticamente seleccionadas son de la especie <i>Bradyrhizobium japonicum</i>. • CUSTODIO: formulado de esporas de <i>Bacillus subtilis</i>, con moléculas de actividad antifúngica. • INDUBAC: Inoculante biológico con bacterias fijadoras de nitrógeno de la especie <i>Bradyrhizobium japonicum</i>. • LIMITE: Promotor de crecimiento vegetal basado en <i>Bacillus subtilis</i>.

Empresas nacionales		
Empresa	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales
Laboratorio CKC Argentina	Biofungicidas Biofertilizante Bioestimulantes Promotores de crecimiento vegetal Inoculantes	<ul style="list-style-type: none"> • La Empresa se reestructura bajo capitales nacionales y surge Laboratorios CKC Argentina S.A., que se consolida a partir de dos convenios firmados con el INTA. Uno de instalación de la Planta Fabril dentro del Parque de Innovación Tecnológica INTA Castelar, y otro de Vinculación Tecnológica con el Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola. • Kunza: tratamiento de semillas de soja, elaborado a base de bacterias extremófilas exclusivas de Puna Bio Argentina, que mejora el rendimiento de los cultivos y aumenta la tolerancia al estrés. • Bioil-S: aceite agrícola, cuyo principal uso es coadyuvante. Se obtiene mediante procesos de extracción mecánicos (centrifugación) a partir de la proteína de Salmon, en condiciones controladas con alta tecnología.
		<ul style="list-style-type: none"> • Bioamino-L: Bioinsumos derivados del salmón. es una enmienda orgánica líquida, proveniente de proteínas de salmones de Chile. Rica en polipéptidos y materia orgánica activa. Posicionado en tratamiento de semillas de los cultivos, para ser utilizados por microorganismos del suelo y el crecimiento radicular. • VITA FERTIL: Bioestimulante e inductor de autodefensa líquido. • Aminoterra: fertilizante y bioestimulante líquido, obtenido a partir de proteínas de origen marino (salmón). • Línea de productos biológicos CKC para cultivos de soja, maíz, trigo, papa, pasturas, garbanzo, arveja, lenteja, maní y cultivos industriales; a base de diferentes cepas de microorganismos controladas por el INTA y genéticamente seleccionadas por su especificidad y diferentes usos como Fijación Biológica de Nitrógeno, promotor de crecimiento vegetal, Fungicida de amplio espectro de acción sistémica.
Laboratorio San Pablo	Biofertilizantes Bioinsecticidas Biofungicidas	<ul style="list-style-type: none"> • Potenciador de Bacterias • Pre.6o Tech tratamiento tecnológico para la preinoculación de las semillas • Bio Fertilizantes • AZOLLUM H • NUTRIMAX • TABAZOLL DUO-PLUS • NUTRIMAX PK • PRO BIO S.P. • Insecticidas Biológicos • BAPROM • BIOSPAM • BIOSPAM AZUL • Fungicidas Biológicos • <i>Trichoderma SP S</i> • <i>Trichoderma SP L</i> • Coadyuvantes • Full Wet Bio COR

Empresas nacionales		
Empresa	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales
Laboratorios NOVA Argentina	División de Biotecnología dedicada al desarrollo y producción de bioinsumos. Desarrollo de enzimas industriales (proteínas) de aplicación en diversas industrias: alimentación humana, alimentación animal, construcción, petrolera, diagnóstico de salud Bioestimulantes Inoculantes biológicos	<ul style="list-style-type: none"> • QUINOVA 600: es una quimosina de alta pureza producida mediante fermentación microbiana. • LACNOVA 2000 es una lactasa neutra (beta-galactosidasa) producida mediante fermentación microbiana. • SOGIX es un fertilizante foliar formulado sobre la base de micronutrientes para generar un efecto directo sobre el metabolismo y la fisiología de la planta. • Inoculante Pack Premium: Bacterias fijadoras de nitrógeno (<i>Bradyrhizobium japonicum</i>). • PACK INOCULANTE: contiene un inoculante líquido (BIONOVA PLUS) para el tratamiento de la semilla de Soya. Está formulado a base de cepas seleccionadas de bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, específicas para soja (<i>Bradyrhizobium japonicum</i>). • PROMOZION: inoculante líquido para el tratamiento de la semilla de Maíz y Trigo. Está formulado a base de cepas seleccionadas de bacterias específicas del género <i>Azospirillum brasilense</i>. • LEGUNOVA es un inoculante líquido acuoso para el tratamiento de la semilla de arveja, lenteja, haba y vicia, inmediatamente antes de la siembra. Está formulado a base de cepas seleccionadas de bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, específicas. • FASEANOVA: inoculante líquido acuoso para el tratamiento de la semilla de poroto. Está formulado a base de cepas seleccionadas de bacterias fijadoras de nitrógeno, específicas para poroto (<i>Rhizobium tropici</i>) y para leguminosas (<i>Rhizobium leguminosarum</i>). • CICERNOVA inoculante líquido acuoso para el tratamiento de la semilla de garbanzo. Está formulado a base de cepas seleccionadas de bacterias fijadoras de nitrógeno específicas para garbanzo (<i>Mesorhizobium cicerii</i>). • PRONOVA: inoculante líquido acuoso para el tratamiento de la semilla de maní. Está formulado a base de cepas seleccionadas de bacterias fijadoras de nitrógeno, específicas para maní (<i>Bradyrhizobium spp</i>).
NITRAP	Bioinoculantes	<ul style="list-style-type: none"> • Liofilizados (sólido en polvo, soluble en agua), una tecnología de última generación que permite conservar, luego de la deshidratación, microorganismos viables a temperatura ambiente por largos períodos de tiempo, manteniendo su estabilidad genética.
Terragene (a través de Protergium)	Bioestimulantes Fitovacunas Bioinsecticidas Biofungicidas Bionematicidas	<ul style="list-style-type: none"> • Vacuna bioestimulante compuesta por un consorcio microbiano. • Innobio Protergium N-FIX: fertilizante biológico-inoculante. • Innobio Protergium Terra: producto biológico para la promoción del crecimiento vegetal diseñado para el cultivo de soja.
YPF-Agro (apoyándose en Y-TEC)	Protección y nutrición de cultivos Semillas y silobolsas Biofungicidas	<ul style="list-style-type: none"> • Y-TERRA Pack Trigo biofertilizantes que a la vez puede funcionar como biofungicida. • Pack Soja biofertilizante que a la vez pueden funcionar como biofungicida.

Fuente: Páginas web de universidades, centros de investigación, y empresas.

Cuadro A2
Colombia: desarrollos en bioinsumos

Universidades y centros de investigación públicos o privados		
Universidad/centro investigación	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales
AGROSAVIA	<ul style="list-style-type: none"> • Bioplaguicidas <ul style="list-style-type: none"> - Bioinsecticida, biofungicida, bioherbicida - Microbianos (Bacterias, hongos, Virus, Protozoarios) - Macrobiales (Parasitoides, predadores, nemátodos) - Bioquímicos (Extractos botánicos, semioquímicos) • Biofertilizantes <ul style="list-style-type: none"> - Biofertilizantes/ Bioestimulantes - Fijadores de N (bacterias, algas) - Solubilizadores de P (hongos y bacterias) - Solubilizadores de K - Micorrizas 	<ul style="list-style-type: none"> • Rhizobiol: Fertilizante fijador de N en Soya Agrosavia • Monibac: Fertilizante fijador de N en Algodón y Gramíneas • Agrosavia • Tricotec: Control de <i>F. oxysporum</i> en tomate, <i>S. minor</i>, <i>S.</i> • <i>Sclerotium</i> en Lechuga, <i>R. solani</i> en Arroz y Tomate, <i>B. cinerea</i> en frutos rojos (producido por Lallemand Farroupilha Brasil) • Baculovirus: Control de <i>Tecia solanivora</i> y <i>Phthorimaea</i> • <i>Operculella</i> en papa en almacenamiento Agrosavia • Lecabiol 10312 • Control de Mosca blanca (<i>B. tabaco</i> y <i>T. vaporariorum</i>) en Algodón, Soya, Tomate, Berenjena, Ají, Pimentón, Uchuva, Frijol. Agrosavia • Spobiol: Control de <i>Spodoptera frugiperda</i> (gusanocogollero) en Maíz (Producido por Certis. USA) • Erytec:2 Control de <i>Erynnis ello</i> (gusano cachón) en Caucho Agrosavia
CIAT	Biofertilizantes	Proyecto RUSTICA: Demostración de la producción circular de fertilizantes de base biológica e implementación de estrategias optimizadas de fertilización y cadenas de valor en comunidades rurales”) es un proyecto financiado por el programa Horizonte 2020 de la Unión Europea. Está conformado por investigadores, academia, consultores y proveedores de tecnología del sector público y privado de ocho países: Bélgica, España, Italia, Francia, Países Bajos, Croacia, Alemania y Colombia
IBUN-Universidad Nacional de Colombia	Bioplaguicidas Biofertilizantes Controladores biológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Biotecnología Agrícola: Formulación y los procedimientos de producción de un biopesticida basado en una cepa de <i>Bacillus thuringiensis</i> (Berliner) Selección de una cepa de <i>Bacillus thuringiensis</i> nativa con gran potencial para el desarrollo de un biopesticida específico para esta plaga mediante el diseño de diferentes prototipos de formulación, y el cual se encuentra actualmente en proceso de industrialización y registro ante las autoridades competentes • Microbiología Agrícola: Estandarización e implementación de técnicas de análisis y producción de bioinsumos Bioprocesos y bioprospección Creación de la spin.off BIOINSUMOS SAS (descrita más adelante). Desarrollo, producción y registro de bioinsumos comerciales Evaluación de metodologías in vitro para la multiplicación de hongos micorriza arbuscular (hma) para producción de un inoculante a escala semicomercial

Universidades y centros de investigación públicos o privados		
Universidad/centro investigación	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales
Universidad Nacional de Colombia	Biofertilizantes Micorrizas	Grupo de investigación en procesos químicos y bioquímicos (sede Bogotá): Desarrollo integrado de los procesos de fermentación y formulación de la bacteria endófitra <i>Kosakonia radicincitans</i> como biofertilizante de última generación (Tesis doctoral)
		Departamento de ingeniería química (Sede Manizales): Evaluación de rutas de producción de biofertilizantes en el contexto de una biorrefinería con el uso de estrategias de la teoría de grafos
		Departamento de Biología (sede Bogotá): Obtención y caracterización de hongos formadores de micorrizas vesículo arbusculares (HFMA) nativas asociadas al cultivo de maíz porva en el municipio de Saboyá departamento de Boyacá, Colombia Búsqueda y caracterización de microorganismos fijadores biológicos de nitrógeno, solubilizadores de fosfatos y endomicorrizas en suelos con cultivo orgánico de hortalizas (Cajicá, Colombia)
		Grupo Microbiología del suelo (sede Medellín): Aislamiento y caracterización de microorganismos rizosféricos mineralizadores de fosforo orgánico y su efecto en plántulas de café
Universidad de Antioquia	Biofungicidas Micorrizas	Unidad de Bioprospección: Evaluación de extractos vegetales para establecer su potencial uso como fungicidas de fitopatógenos causantes de damping off en plántulas de especies nativas propagadas en el vivero del Instituto de Biología de la Universidad de Antioquia (2008) Reconocimiento de hongos entomopatógenos como agentes potenciales de control de termitas en la reforestadora San Sebastián, Buenavista (Magdalena) (2001)
		Biotecnología: Implementación de una plataforma biotecnológica basada en la producción de proteínas para el desarrollo de estrategias de biocontrol de patógenos en el cultivo de plátano
		Estandarización de la producción de hongos biocontroladores bajo condiciones de biorreactor y evaluación <i>in vitro</i> y en campo para el control de plagas en Flores esmeralda (2019) Implementación de productos biotecnológicos en postcosecha para incrementar la competitividad exportadora del aguacate Hass (en curso)
Corporación de Investigaciones Biológicas	Control Biológico Bioplaguicidas	Grupo de investigación en Biotecnología -Productos Naturales (GBPN): Desarrollo de un Biofungicida derivado de diferentes extractos vegetales (Asteraceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Solanaceae, melastomateceae) para el control del hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , causante de la enfermedad Sigatoka Negra presente en los cultivos de musáceas
Universidad Tecnológica de Pereira UTP	Biofungicidas	Iniciativa empresarial Bioallpa, pensada para la producción y comercialización de bioinsumos en beneficio del sector forestal y agrícola (<i>Spin off</i>) Promofort: bioinoculante promotor de crecimiento vegetal, basado en cuatro cepas con diferentes actividades biológicas que incluyen la producción de ácidos orgánicos, de sideróforos, de la enzima nitrogenasa y de reguladores de crecimiento vegetal
Pontificia Universidad Javeriana	Promotores de crecimiento vegetal Micorrizas Formulaciones basadas en mezclas de microorganismos benéficos autóctonos Microorganismos de interés agropecuario	

Universidades y centros de investigación públicos o privados		
Universidad/centro investigación	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales
Centro de Bio-Sistemas Universidad Jorge Tadeo Lozano	Bioplaguicidas mediante el uso de avispas parasitoides	<i>Amitus fuscipennis</i> (AMIFUX®) y <i>Encarsia formosa</i> (ENCARFOX®): paquete tecnológico para el manejo biológico de plagas en hortalizas como el tomate
CENICAFE EAFIT	Control biológico con hongos Biofungicidas Bioestimulantes Promotores de crecimiento Fijadores de Nitrógeno	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>) • Spin off Unidad de investigación e innovación en soluciones biológicas para la agroindustria, cuya sigla es LiIB • Bioinsumo para el control de la Sigatoka Negra (en proceso de registro ante el ICA) • Biopesticida desarrollado a partir de la cepa bacteriana <i>Bacillus subtilis</i> EA-CB0015 • Bioestimulante de <i>Bacillus subtilis</i> EA-CB0575. Para banano, maíz, tomate y flores
Empresas nacionales		
Empresa	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales
Biocultivos SAS	Agentes control biológicos Biofertilizantes Bioplaguicidas	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Spin off</i> Universidad Nacional de Colombia • ACTYBAC®: Bactericida Biológico elaborado a base de <i>Streptomyces racemochromogenes</i>, para manejo de bacterias fitopatógenas en la panícula del arroz • DIMAZOS® inoculante biológico elaborado con base en bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico <i>Azobacter chroococum</i> y <i>Azospirillum</i> • FOSFOBIOL 1000® biofertilizante elaborado con base en el hongo <i>Penicillium janthinellum</i>, que solubiliza el fósforo presente en el suelo • TRIFESOL 1000® agente microbiano elaborado con base en el hongo <i>Trichoderma viride</i>, regulador de fitopatógenos causantes de pudriciones radiculares y bajos rendimientos en los cultivos • RESIDUOL® inoculante biológico
Ecoflora Agro (Gowan Colombia)	Desarrollo de soluciones tecnológicas elaboradas con extractos vegetales	<p>CAPSIALIL® es un repelente e insecticida natural derivado del extracto de dos especies botánicas de la familia Liliácea y Solanácea</p> <p>L'ECOMIX® es un repelente e insecticida natural derivado del extracto de varias especies botánicas de diferentes familias, conjugando modos de acción por contacto y detección de aceites esenciales y compuestos volátiles</p> <p>ECO A-Z® es un repelente, acaricida y nematocida natural, derivado del extracto de una especie botánica de la familia Liliácea</p> <p>SINBABOSAS® es un repelente, molusquicida natural, derivado de la mezcla de alcaloides vegetales</p> <p>ECOSWING® es fungicida natural elaborado a partir del extracto de <i>Swinglea glutinosa</i></p>

Empresas nacionales		
Empresa	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales
Agrobiológicos SAFER	Microorganismos biocontroladores Extractos de plantas Biofungicidas y bactericidas minerales Hongos micorrizógenos Biofertilizantes Trampas para captura y monitoreo de insectos plaga	<ul style="list-style-type: none"> • Sáfersoil: Fungicida y nematocida biológico • Alisín: repelentes insecticida a base de ají • Sáfer SL: Bioinsecticida a base de extractos vegetales • Rutinal: Acaricida de extracto de ruda • BP-150: biofertilizante • OASIS Safer: Biofertilizantes enriquecido con microorganismos • Safer Micorrizas • Terra Life: Contiene microorganismos fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, promotores de crecimiento y bioestimulantes radiculares • Sáfer Spodóptera
Life System Technology	Bioinsecticidas / Bioacaricidas Biofungicidas Bionematicidas Inoculantes / Biofertilizantes	<ul style="list-style-type: none"> • AGRONOVA®: Producto comercial de <i>Beauveria bassiana</i> • BioExpert® SC, DeepGreen® SC, Successor® SC: bioinsecticidas para control de trips, mosca blanca, coleópteros, plagas de suelos • AgroExperto® SC, AgroGuard®, FoliGuard® SC: biofungicidas • Nemata® SC: bionematicida • EcoTerra® WG: inoculante biológico
Abonamos SAS	Microorganismos para nutrición vegetal Microorganismos para estabilización de materia orgánica Micorrizas Biofertilizantes Bioestimulantes Biocontroladores	<ul style="list-style-type: none"> • Biopotent® es un producto formulado con base en microorganismos con capacidad de fijar el nitrógeno de la atmósfera edáfica y solubilizar formas de fósforo no disponibles en el suelo, así como esporas de hongos formadores de micorrizas. • Orgánico Granulado®: Acondicionador orgánico de suelos, comercializado como un material orgánico compostado • BIOSORBEX: biofertilizante líquido formulado con base en microorganismos • Abonamos Micorrizas: inoculante biológico con micorrizas • SobioTMO es un producto elaborado con la finalidad de proporcionar microorganismos capaces de acelerar el compostaje • SOBIOCONTROL <i>Trichoderma</i>, SOBIOCONTROL Garrapatas

Empresas nacionales		
Empresa	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales
Organización Pajonales	Biocontroladores bioinoculantes biofertilizantes	<ul style="list-style-type: none"> • Entobac® biopreparado formulado a partir de estructuras en latencia del hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> • Nitrobac SC® fijador de nitrógeno atmosférico • Multibacter SC® bioinoculante para acelerar los procesos de descomposición de materia orgánica • Fosfobacter SC® solubilizador de fósforo • Fitotric WP® bioinoculante que controla la presencia de patógenos en el suelo • Biometar Ew® Inoculante biológico que promueve el crecimiento y desarrollo del sistema radicular y foliar. • Bacilobacter SC® Inoculante biológico que promueve el crecimiento y desarrollo del sistema radicular y foliar • Anisilium EW® Inoculante biológico
Soluciones Microbianas del Trópico	Biocontroladores	<ul style="list-style-type: none"> • BOVETROPICO WP 5: Producto comercial de <i>Beauveria bassiana</i> • TROPIMEZCLA: Bioinsectida y biofungicida • Metatrópico WP: Insecticida biológico a base del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> • Paecilotrópico WP: Insecticida biológico a base del hongo <i>Paecilomyces lilacinus</i>
Alteo Biotechnology & CropScience	Biofungicidas Bioinsecticidas Biofertilizantes	<ul style="list-style-type: none"> • PROGREEN: Biofertilizante compuesto por un consorcio bacteriano • MYCOFOL: Inoculante biológico formulado a base del microorganismo <i>Bacillus subtilis</i> • MYPRO Prebiotic: Producto prebiótico formulado a base de isoflavonas, que actúa estimulando la rápida colonización de raíces • FIXOR N: Inoculante biológico formulado a base de <i>Bradyrhizobium japonicum</i>, • CITRUX: Es un fungicida orgánico de origen vegetal de amplio espectro a base de extractos cítricos • CAPTIVO Fungicida botánico base de Aloe vera • PROVIUS: fungicida natural de amplio espectro que tiene como ingrediente activo extracto de canela • BACIFUN: Fungicida biológico a base de <i>Bacillus subtilis</i> • TALEO: Insecticida, acaricida orgánico de origen vegetal formulado a base de <i>Sophora flavescens</i> • DIATOMECC: Acaricida ecológico natural, compuesto a base de algas diatomeas fosilizadas

Fuente: Páginas web de universidades, centros de investigación, y empresas.

Cuadro A3
Ecuador: algunos desarrollos en bioinsumos

Universidades y centro de investigación públicos o privados		
Universidad/centro investigación	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales o en investigación
INIAP Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias	Control Biológico Bioplaguicidas	Aplicación del hongo <i>Trichoderma</i> sp en diferentes cultivos: brócoli, cereales, flores, banano Biofertilizante experimental a base de bacterias promotoras de crecimiento, capaces de aumentar en 21 y 42% la absorción de N y fósforo (P) respectivamente
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Grupo de Investigación en Biotecnología, Ambiente y Química –GAIBAQ	Línea de investigación en procesos tecnológicos, artesanales e industriales: tecnologías de tratamientos de recursos y residuos agricultura (bioinsumos agrícolas)	Bionematicida para el manejo del nematodo <i>Meloidogyne</i> Spp en tomate <i>Solanum lycopersicum</i> L Bioformulado de <i>Beauveria bassiana</i> Desarrollo de Compost y biofertilizantes artesanales para huertas caseras
Universidad Central del Ecuador	Biofertilizantes	Proyecto Rhizobium: caracterización molecular de la relación simbiote bacterias fijadoras de nitrógeno con leguminosas, con el fin de generar biofertilizantes nitrogenados Estudio de Bioestimulante elaborado a base de extracto de algas marinas más potasio en el cultivo de rosa sp. variedad Freedom Bioestimulantes y biofertilizantes para el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) Manual "Producción de biopreparados del Ecuador" Bioestimulantes - Biofertilizantes – Bioinsecticidas" para productores rurales de la amazonia de Ecuador
Empresas nacionales		
Empresa	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales
EcoCycle Biotech Ecuador ECB Bioinsumos Agrícolas	Laboratorio privado de investigación, producción y comercialización de bioinsumos para la agricultura y acuicultura: Microorganismos Extractos botánicos Bioinsecticidas Biofungicidas Biofertilizantes Potenciadores Biorepelente	<ul style="list-style-type: none"> • EFICAX: insecticida biológico de tipo microbial, de amplio espectro, formulado con conidios de cuatro diferentes cepas de hongos entomopatógenos: <i>Beauveria bassiana</i>, <i>Metarhizium anisopliae</i>, <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Purpureocillium lilacinum</i> • FORTITERRA: es un insecticida y nematicida biológico de tipo microbial, formulado con conidios de diferentes cepas del hongo de <i>Purpureocillium lilacinum</i> • FERTICILLUS T, insecticida biológico de tipo microbial, formulado con cepas de las bacterias entomopatógenas <i>Bacillus thuringiensis</i>, var. <i>kurstaki</i> y <i>Bacillus thuringiensis</i>, var. <i>aizawai</i>, las cuales enferman y causan la muerte a las larvas de lepidópteros (mariposas) • FERTICILLUS S: fungicida biológico de tipo microbial, de amplio espectro formulado con diferentes cepas de la bacteria <i>Bacillus subtilis</i>, enemigo natural de muchas enfermedades y nemátodos entre ellas las que pertenecen a los géneros: <i>Mycosphaerella fijiensis</i>, <i>Rhizoctonia Pythium</i>, <i>Phytophthora</i>, <i>Fusarium</i>, <i>Rhizopus</i>, <i>Mucor</i>, <i>Oidium Botrytis</i>, <i>Colletotrichum</i>, <i>Erwinia</i>, <i>Pseudomonas</i> y <i>Xanthomonas</i>, etc. • TRICOTERRA, es un fungicida biológico de tipo microbial, formulado con conidios de diferentes cepas del hongo de la especie <i>Trichoderma</i> spp

Empresas nacionales		
Empresa	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales
AgroDiagnostic	Desarrollo de productos biológicos con base en microorganismos para el control de plagas y enfermedades de las plantas, así como la nutrición de estas y de los suelos.	<ul style="list-style-type: none"> • BACTOTERRA, es un bioinsumo que actúa como biofertilizante de tipo microbio, formulado con cepas de las bacterias <i>Bacillus azotobacter</i>, <i>Pseudomonas fluorescens</i>, <i>Amelolequifaciens</i> • Potenciador foliar: Producto desarrollado en polvo soluble • NIMBO: insecticida orgánico de origen botánico a base de azadirachtina en emulsión. La azadirachtina, principio activo del neem actúa contra insectos en estado larvario, juveniles y adultos • BUTANIKA es un biorrepelente biológico orgánico de origen botánico a base de extractos de neem, ají y ajo
		<ul style="list-style-type: none"> • TRICHOTIC Líquido y en Polvo: <i>Trichoderma</i> spp. inoculante biológico descomponedor de materia orgánica (MO) • BEAUVETIC: <i>Beauveria bassiana</i> biorregulador de poblaciones de insectos plaga • LECANITIC: <i>Lecanicillium lecanii</i> biorregulador de poblaciones de insectos plaga • BATHUTIC: <i>Bacillus thuringiensis</i> biorregulador de poblaciones de larvas de lepidópteros • PAECYLOTIC: <i>Purpureocillium lilacinum</i> inoculante biológico microorganismos solubilizadores de fósforo • METHARTIC <i>Metarhizium anisopliae</i> biorregulador de poblaciones de insectos plaga • BACILLTIC: <i>Bacillus siamensis</i> inoculante biológico biorregulador de poblaciones de microorganismos fitopatógenos • AZOTOTIC: <i>Azotobacter</i> spp. biofertilizante fijador biológico de nitrógeno productor de sustancias de crecimiento vegetal • AZOSPITIC: <i>Azospirillum</i> spp. biofertilizante fijador de nitrógeno productor de sustancias de crecimiento vegetal • FOSFOTIC: biofertilizante solubilizador de fosforo edáfico • CALCITIC: biofertilizante movilizador de calcio edáfico • POTASITIC: biofertilizante movilizador de potasio • MICROCOMPOSTIC: acelerador de la degradación de materia orgánica en condiciones aerobias • MICROBIOLTIC: degradador anaerobio de materia orgánica inoculante para vióles

Fuente: Páginas web de universidades, centros de investigación, y empresas.

Cuadro A4
Uruguay: desarrollos en bioinsumos

Universidades y centro de investigación públicos o privados		
Universidades y centros de investigación públicos	Áreas y productos objeto de investigación y desarrollo	Productos y desarrollos comerciales y de I+D
INIA	Biofertilización y control biológico de insectos plaga y enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> • Lecafof®: primer bioplaguicida producido en el Uruguay, formulado en base a un agente microbiano de control biológico (<i>Lecanicillium lecanii</i>). Producido en conjunto con la firma Lage & Cia • La tecnología de inoculantes en base a rizobios se ha implementado con éxito • Co-inoculación de semilla de Génesis 5602 con una cepa de <i>Bacillus</i> mejora notablemente la eficiencia del uso del fósforo agregado como fertilizante • Bioinsumo que sustituye la aplicación de insecticidas químicos por control biológico de plagas usando <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, una pequeña avispa originaria de Uruguay • Encapsulamiento de esporas de <i>Trichoderma</i> —promotor del crecimiento y sanidad de plantas de arroz y trigo— en una matriz de quitosano a través del proceso de secado por aspersión y calor. • Recubrimiento de semillas de soja con este polímero, que contenga rizobios y conidios de <i>Metarhizium</i>
Universidad de la República	Bioplaguicidas Promotores de crecimiento vegetal Fijadores de nitrógeno Agentes de control biológico	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos de investigación vinculados a bioinsumos
Instituto Clemente Estable	Promotores de crecimiento vegetal Fijadores de nitrógeno	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación en bacterias endófitas, aquellas que colonizan activamente los tejidos internos de las plantas y establecen asociaciones sin causarles daño aparente principalmente en cultivos de sorgo dulce, la caña de azúcar, la canola, el cáñamo y la festuca
Institut Pasteur	Biofertilización	Desarrollo de inoculantes para la movilización del fósforo como insumo en la producción agrícola
Sector privado		
Empresa	Tipo de bioinsumos	Productos y desarrollos comerciales
Cooperativa de productores orgánicos Punto Verde	Bioplaguicida	<ul style="list-style-type: none"> • Hongo nativo para combatir la mosca blanca
Instituto BIO Uruguay	Bioplaguicidas	<ul style="list-style-type: none"> • Hongos para el control de garrapata en ganado bovino • Hormiguicida: 2 hongos (<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Trichoderma harzianum</i>) y un aceite esencial de naranja para control de hormiga cortadora • Biogarrapaticida CREBIO 7 como herramienta de manejo de garrapatas del ganado <i>Rhipicephalus microplus</i> en sistemas ganaderos
Khyma	Biocontrolador Promotores de crecimiento	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Trichoderma</i> Khyma®. Formulado comercial a base de <i>Trichoderma</i> spp como biocontrolador y promotor de crecimiento vegetal de Cannabis

Sector privado		
Empresa	Tipo de bioinsumos	Productos y desarrollos comerciales
Calister SA (Grupo Lallemand)	Inoculantes Promotor de crecimiento Adherentes bioprotectores Bioestimulantes	<ul style="list-style-type: none"> • BIOFORCE®: Inoculante que contiene cultivos de cepas seleccionadas de <i>Bradyrhizobium elkanii</i>, específicas para Soja (<i>Glycine max</i> L. Merrill) • NITRONAT L®: Este inoculante comenzó a desarrollarse en Uruguay en el año 1993, atendiendo las condiciones agroecológicas específicas. Las características de las cepas seleccionadas han sido definidas por el Programa Nacional de selección de Cepas de <i>Rhizobium</i> para obtener el máximo potencial de fijación de nitrógeno en las condiciones que van a ser usadas. Para uso en soja, leguminosas, legumbres, cultivos industriales • BIOPROM® es un promotor biológico de crecimiento y fertilizante biológico a base de <i>Azospirillum</i>. • Promotores de crecimiento formulados con bacillus • BIOMIX®: bioestimulante del crecimiento vegetal de aplicación a la semilla con riqueza en osmoreguladores y hormonas naturales provenientes de algas. (en evaluación)
Lage & Cia SA (Grupo Lallemand)	Inoculantes Biofungicidas	<ul style="list-style-type: none"> • ENDO-RICE®: Inoculante biológico para arroz-Promotor de crecimiento • NITRASEC® es una formulación pura de una o más cepas específicas de rizobios, sobre soporte de turba estéril • LIKUIQ® es una formulación pura de cepas de <i>Bradyrhizobium elkanii</i>, específicas para <i>Glycine max</i> (soja), sobre un soporte líquido estéril, con una concentración promedio de 5000 millones de bacterias viables por mililitro de inoculante • BIOPACK LIKUIQ®: Inoculante biológico para leguminosas • BIOPACK NITRASEC®: Inoculante biológico para leguminosas • GRAMINOSOIL® es un inoculante formulado a base de <i>Azospirillum</i> para trigo, sorgo y maíz • LACTOSILO® es un inoculante a base de 6 especies de bacterias lácticas vivas que reduce significativamente el crecimiento de microorganismos indeseables como hongos y otras bacterias que deterioran el silaje y producen micotoxinas perjudiciales • LACTOSILO GOLD® es un inoculante para ensilajes de segunda generación, heterofermentativo, con la bacteria <i>Lactobacillus buchneri</i> • TRICHOSOIL® es un fungicida biológico a base de <i>Trichoderma harzianum</i> que posee un amplio espectro de actividad antifúngica contra un rango importante de patógenos de plantas • LECAFOL® es una formulación a base del hongo <i>Lecanicillium lecanii</i> para el control de la Mosca Blanca de los Invernáculos (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) en el cultivo de tomate, desarrollado con el INIA
LAFONER SA	Inoculantes	Inoculantes para soja y leguminosas forrajeras
Bio GRO SRL	Fertilizantes orgánicos y órgano minerales	BioPlus 3 y BioPlus Orgánico

Fuente: Páginas web de universidades, centros de investigación, y empresas.

Anexo 2 Análisis comparativo

Cuadro A5
Resumen comparativo de las políticas relacionadas con bioinsumos en los países objeto de estudio

Colombia	Ecuador	Uruguay	Argentina
Políticas generales			
Plan nacional de desarrollo 2022-2016: El Plan destaca que se promoverá la producción y el uso de bioinsumos y se fomentarán tecnologías y prácticas que permitan reducir la contaminación asociada a los procesos productivos agropecuarios, la economía regenerativa, y la reducción de residuos	Plan de creación de oportunidades 2021-2025: Eje Transición Ecológica Eje 9. Facilitar la creación de productos asociados a la Biodiversidad Eje 11. Desarrollo de programas enfocados a incrementar la productividad agropecuaria Estrategia territorial nacional: Eje 5. Intensificar diversificación productiva territorial Eje 6. Economía Circular Eje 11. Incremento de la productividad Agropecuaria	Macro estrategia nacional de desarrollo, Uruguay 2050: Dos ejes: Demografía y Transformación matriz productiva. Identifica a la Bioeconomía y a la economía digital como núcleos innovadores	No Aplica
Políticas ambientales			
CONPES 3934/18. Política de Crecimiento Verde Estrategia Nacional Para La Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad	No Aplica	Política nacional de cambio climático 2050: Prioriza acciones de mitigación y adaptación al cambio climático del sector agropecuario incluyendo adopción de tecnologías que permitan mejorar la eficiencia de los sistemas fortaleciendo prácticas de secuestro de carbono. Plan nacional por el desarrollo sostenible: Dimensión 2. Objetivo 2.2. Meta 2.2.5 Promoción del uso de productos de baja ecotoxicidad, bioinsumos y otras prácticas agrícolas sustentables. Estrategia para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica 2016-2020: Eje 2. Promover aprovechamiento sostenible de la biodiversidad e integración de la conservación con actividades productivas	No Aplica

Colombia	Ecuador	Uruguay	Argentina
Políticas de desarrollo industrial			
CONPES 3666/18 Política de Desarrollo Productivo	No Aplica	Estrategia nacional de desarrollo industrial: Promueve desarrollo, producción y aplicación de la Biotecnología mediante fomento a inversión en proyectos, creación de fondo de estímulo a la biotecnología, registro de emprendimientos y marco sancionatorio	Argentina productiva 2030. Plan desarrollo productivo industrial y tecnológico: Misión 6. Eje Estratégico 1. Proyecto 2. Aumentar sostenibilidad de la producción agropecuaria a partir del desarrollo de los insumos biológicos, incluyendo nutrición y salud animal. Establece líneas base y metas específica al 2030 para el desarrollo de bioinsumos agrícolas y ganaderos. Propone eliminar retenciones a exportaciones incluyendo a los bioinsumos agrícolas.
Políticas de ciencia, tecnología e innovación			
CONPES 4069. Política Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2022-2031	No Aplica	Plan estratégico nacional de ciencia tecnología e innovación: Desarrollo sinérgico entre áreas intensivas en Recursos naturales (agropecuario, turismo, etc.) y áreas intensivas en conocimiento (biotecnología, nanotecnología, tecnologías de la información y química verde)	Plan nacional de ciencia y tecnología 2030: Misión 2. Desafío 2. Promover el desarrollo de bioproductos y biomateriales para realizar un uso integral de la biomasa y consolidar esquemas productivos de 2da y 3era generación en materia de valor agregado.
Políticas de biotecnología, bioeconomía, y economía circular			
Estrategia nacional de bioeconomía: Bioeconomía para una Colombia Potencia Viva y Diversa Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos Colombia Biointeligente Salud y Bienestar Agro productivo y Sostenible CONPES 3967/11. Política para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología a partir del uso sostenible de la Biodiversidad	Pacto por la bioeconomía Promover compromisos para la generación de estrategias que permitan el desarrollo de actividades productivas enfocadas a utilización y aprovechamiento de recursos naturales Pacto por la economía circular: Basado en 9 ejes de acción promueve industrialización de residuos, eficiencia energética, energías renovables, modelos de negocios sustentables, entre otras áreas	Política nacional de bioeconomía Identifica complejos productivos: Recursos forestales, química y farmacéutica, turismo sostenible, recursos biológicos acuáticos y valorización de residuos y subproductos Identifica cuatro ejes estratégicos: Sostenibilidad de producción y consumo, inserción internacional, ciencia y tecnología, y desarrollo territorial inclusivo	Programa nacional de bioeconomía

Colombia	Ecuador	Uruguay	Argentina
Políticas agrícolas			
	Política de estado para el sector agropecuario 2020-2030: Decreto Ejecutivo 1293/2021 Eje 5. Política de Sostenibilidad Ambiental y Adaptación al Cambio Climático Instrumento. Programa de Bioinsumos para fomentar la Producción	Macro estrategia Uruguay agointeligente: Intensificación productiva con sostenibilidad económica, social y ambiental	
Políticas específicas para bioinsumos			
Política nacional de insumos agropecuarios Ley 2183/22: Propone a los bioinsumos para disminuir costos de producción, mejorar la inocuidad y mantener los recursos naturales	No Aplica	No Aplica	<p>Programa nacional de bioinsumos agropecuarios argentinos. Probihaar: Potenciar desarrollo, productivo, procesamiento, registro, comercialización y consumo de bioinsumos de uso agropecuario con énfasis en desarrollo local regional y asociativo.</p> <p>Programa nacional biodesarrollo argentino Biodesarrollar: Promover e impulsar desarrollo, innovación, adopción y producción de bioproductos de bioeconomía, bioinsumos, biomateriales y bioenergía.</p> <p>Programa nacional de bioproducto argentino: Promover la industria nacional para desarrollar bioinsumos, biomateriales y demás bioproductos. Aumentar el empleo de recursos agrícolas renovables disminuyendo dependencia fósil e impactos al ambiente y la salud humana. Herramienta: Sello Bioproducto argentino para promover oportunidades de valor agregado en productos. Subproductos y residuos de la agroindustria.</p> <ul style="list-style-type: none"> Plan de acción para el sector de bioinsumos: <p>Objetivo. Ampliar diversidad bioinsumos de uso agropecuario en el mercado formal Fin: Facilitar el acceso de los bioinsumos al productor Aumentar la presencia de bioinsumos nacionales en el mercado internacional Incrementar las alternativas biológicas para el reemplazo y/o la complementación de productos químicos Disminuir la presencia de bioinsumos en el mercado informal</p> <ul style="list-style-type: none"> Instrumentos <ul style="list-style-type: none"> i) Implementar una política de estado en materia de bioinsumos. ii) Adecuar el sistema de gestión y registro de bioinsumos de uso agropecuario. iii) Incrementar los procesos de I+D+I de Bioinsumos. iv) Facilitar el acceso a productores a la información, capacitación y asistencia técnica en el manejo y uso de bioinsumos. <p>Programa fomento uso de bioinsumos. Profobio 2015: Promover uso por parte de productores agropecuarios a través de provisión de los insumos a pruebas de campo, capacitaciones y relevamiento de información.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A6
Resumen comparativo de las regulaciones aplicables para bioinsumos en los países objeto del estudio

Características regulatorias	Argentina	Colombia	Ecuador	Uruguay
Reglamentación específica para Bioinsumos	Sí Bioinsumos de uso agropecuario. Resoluciones 345/94; 350/99; 264/11 y 594/15 Biopesticidas Biofertilizantes y Microorganismos eficaces. Resolución 41/2021. Anexo Control Biológico. Resolución 350/1999 Fertilizantes, enmiendas, sustratos, acondicionadores, protectores y materias primas. Resolución 264/2011	Sí (R. 68370)	Sí (R.105)	Sí Inoculantes. Decretos 546/81 y 7/99 y Resolución Mercosur 28/98 Insumos formulados a partir de materia prima de origen biológico. Resoluciones 141/2018; 536/2019 y 270/2022 Bioplaguicidas. Ley 19149/2013; Decreto 149/97 y 170/2007 Bioestimulantes. Resolución 270/2022
Ámbito de aplicación	Bioinsumos agrícolas Biopesticidas Biofertilizantes Microorganismos eficaces Fertilizante, enmiendas, sustratos, acondicionadores, protectores y materias primas	Bioinsumos agrícolas	Agentes de control biológico, extractos vegetales, preparados minerales y semioquímicos	Inoculantes Insumos formulados a partir de materia prima de origen biológico Bioplaguicidas Bioestimulantes
Definición de bioinsumos	Sí (CABUA) *	Sí ^a	No ^f	Sí ^k
Categorías de bioinsumos	Sí	Sí ^b	Sí ^g	Sí ^l
Exclusiones en la Reglamentación	Sí. Cada regulación maneja sus propias exclusiones	Sí ^c	Sí ^h	Sí. Cada regulación maneja sus propias exclusiones
Nivel regulatorio	Resoluciones	Resolución	Resolución	Ley, Decreto, Resolución y Mercosur
Agencia a Cargo	SENASA	ICA	Agrocalidad	DGSSAA- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
Existencia de regulaciones conexas	Sí (**)	Sí ^d	Sí ⁱ	Sí ^m
Presencia de norma técnica	No disponible	Sí. ICONTEC ^e	Sí. INEN ^j	No disponible
Año de expedición de la norma	Múltiples. Desde 1994 hasta 2021	2020	2022	Múltiples. Desde 1981 hasta 2022

Fuente: Elaboración propia.

Nota: (*) Argentina. Definición CABUA Bioinsumo: "Todo producto biológico que consista o haya sido producido por micro/macroorganismos, artrópodos o extractos de plantas, y que esté destinado a ser aplicado como insumo en la producción agroalimentaria, agroindustrial, agro-energética y en el saneamiento ambiental". (***) Resolución 07/13. Creación de CABUA.

^a Colombia. Bioinsumo. Producto que se emplea con fines de manejo integrado de plagas o en la mejora de la productividad de los cultivos y el suelo, elaborado de forma masiva a partir de microorganismos vivos, virus, macroorganismos, productos de ocurrencia natural o productos bioquímicos.

^b Colombia. Categorías. Dos Grandes grupos: biofertilizantes y biocontroladores. Los biofertilizantes comprenden bioabonos e inoculantes biológicos, los bioabonos incluyen el compost y los inoculantes biológicos fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, absorción de nutrientes, degradación de nutrientes y promotores de crecimiento vegetal. Los biocontroladores se subdividen en: agentes microbianos para control de plagas, macroorganismos, extractos vegetales y productos bioquímicos. Los agentes microbianos para control de plagas incluyen hongos, protozoos y virus viables; los macroorganismos incluyen nematodos entomopatógenos, protozoos y predadores, y los productos bioquímicos comprenden la tierra de diatomeas, los aceites de origen vegetal, el ácido ascórbico de minas, los metabolitos secundarios de microorganismos y las feromonas, alomonas y kairomonas.

^c Colombia. Exclusiones. No se consideran bioinsumos los productos antibióticos, toxinas (B-exotoxina de *Bacillus thuringiensis*), organismos genéticamente modificados (OGM) y los bioinsumos descritos como extremada y altamente tóxicos por el Instituto Nacional de Salud o la entidad que haga sus veces, o aquellos productos que sean catalogados como patógenos a humanos, plantas o animales.

^d Colombia. Regulaciones Conexas. Resoluciones ICA 90833/21 (Coadyuvantes), ICA 75486/20 (ampliaciones de uso), ICA 76510/20 Registro de Departamentos Técnicos de ensayos de eficacia, ICA 612252/20 (bioinsumos pecuarios), ICA 00150 (Fertilizantes y acondicionadores de suelo). Decreto 1843 Minsalud (Conceptos toxicológicos) y Protocolo técnico y normativo de bioinsumos, Agroinsumos y controladores biológicos de origen natural ANLA, ICA AgroSavia 2002.

^e Colombia. Norma Técnica. Norma Técnica Colombiana. NTC 4612/17 para agentes de control biológico para control de plagas, agentes microbianos a base de hongos y bacterias- Rotulado.

^f Ecuador. La Resolución 143/2019 fue actualizada por la resolución 105/2022. La Resolución 105/2022 Manual Técnico de Procedimientos define a los agentes de control biológico, los extractos vegetales, los semioquímicos y los preparados minerales pero no presenta una definición particular de bioinsumos.

^g Ecuador. Categorías de Bioinsumos. Existen otras categorías como la de los fertilizantes y los coadyuvantes regidos por reglamentaciones diferentes a las resolución 105/2022. En estas categorías los fertilizantes se subdividen en: fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines. Los fertilizantes y enmiendas de suelo pueden ser orgánicos e inorgánicos y dentro de la categoría de productos afines se encuentran al menos 16 subcategorías que incluyen a productos como bioestimulantes, inoculantes biológicos, elicitores y reguladores de crecimiento.

^h Ecuador. Exclusiones. La Resolución 105/2022 (página 27) excluye 14 sustancias a las cuales no se les expedirá registro.

ⁱ Ecuador. Regulaciones conexas. LOSA/17; Resolución Agrocalidad 218/2018 (fertilizantes, enmiendas de suelo y productos de uso agrícola); Resolución Agrocalidad 014/2022 (coadyuvantes de uso agrícola); Resolución Agrocalidad 201/2022 (Inspección de ensayos de eficacia); Resolución Agrocalidad 117/2016 (Aprobación, ejecución y supervisión de ensayos de eficacia).

^j Ecuador. Norma Técnica. INEN 209/2016. Define términos relacionados con fertilizantes y productos afines.

^k Uruguay. "Todo producto que consista en el propio organismo, sea de origen o adopte mecanismos de animales, vegetales o microorganismos, destinado a ser utilizado en la producción agrícola, pecuaria, forestal y acuícola". Proyecto de Ley de Rendición de Cuentas, del 30 de junio de 2023 (MEF, 2023).

^l Uruguay. Categorías. Cuatro: Inoculantes, insumos formulados a partir de materia prima de origen biológico, bioplaguicidas y bioestimulantes.

^m Uruguay. Regulaciones conexas. Se indican solo aquellas que no constituyen la base del cuerpo regulatorio fundamental. Decreto 7/99 y 4/13 (inoculantes); Resolución 141-2019 Anexo 1 (enmiendas orgánicas) y resoluciones 686 y 1156 (2022) sobre Manejo integrado de plagas MIP – Monitoreo y Manejo Integrado de Plagas- MIP – Feromonas Sexuales y de agregación.

Cuadro A7
Análisis comparativo de actividades de investigación, desarrollo e innovación en bioinsumos en centros de investigación, universidades, institutos tecnológicos y empresas

Argentina	Colombia	Ecuador	Uruguay
Centros de Investigación			
<ul style="list-style-type: none"> • INTA <ul style="list-style-type: none"> – Biofungicidas, bioinsecticidas, biocontroladores. • INTA. Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola. (IMYZA) <ul style="list-style-type: none"> – Bioestimulantes y Biocontroladores basados en bacterias, hongos, virus, insectos y nematodos. • Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria de Mendoza. (ISCAMEN) <ul style="list-style-type: none"> – Parasitoides para biocontrol – Insectos estériles – Bioinsumos basados en macroorganismos • Centro de Multiplicación de Biocontroladores. INTA (CEMUBIO) <ul style="list-style-type: none"> – Biocontroladores basados en insectos autóctonos – Bioinsumos basados en macroorganismos • Centro de Transferencia de Bioinsumos CeTBIO. U. Nacional de Córdoba <ul style="list-style-type: none"> – Bioestimulantes y biocontroladores basados en hongos y bacterias • Centro Regional de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica de la Rioja. (CRILAR-CONICET) <ul style="list-style-type: none"> – Bioestimulantes y biocontroladores basados en hongos 	<ul style="list-style-type: none"> • AgroSavia <ul style="list-style-type: none"> – Bioplaguicidas y biofertilizantes • CIAT <ul style="list-style-type: none"> – Producción circular de fertilizantes de base biológica – Cenicafé. Control Biológico de broca 	<ul style="list-style-type: none"> • INIAP <ul style="list-style-type: none"> – Control Biológico y bioplaguicidas, Bioformulaciones a base de hongos benéficos 	<ul style="list-style-type: none"> • INIA <ul style="list-style-type: none"> – Biofertilización y control biológico de insectos plaga y enfermedades • INIA. Las Brujas Plataforma (Unidad de Biotecnología, Laboratorio de Bioproducción, Laboratorio de microbiología de suelos) <ul style="list-style-type: none"> – Biofertilizantes, inoculantes, biocontroladores, entomopatógenos, compuestos bioactivos para el control de postcosecha, evaluación de sistemas de escalado y uso de plantas como biorreactores • Centro Biotecnológico de Investigación e Innovación (CBI+I) <ul style="list-style-type: none"> – Servicios de desarrollo, optimización y análisis de bioprocesos o productos biotecnológicos

Argentina	Colombia	Ecuador	Uruguay
Universidades/Institutos			
<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Nacional de San Juan • Instituto de Biotecnología. <ul style="list-style-type: none"> – Biocontroladores basados en hongos. • Instituto de Tecnología Agroindustrial del Noreste Argentino. (ITANOA) <p>Bioestimulantes y biocontroladores basados en bacterias, biomoléculas efectoras y hongos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Universidad Nacional de Quilmes. Centro de Bioquímica y Microbiología del Suelo. (CBMS) <ul style="list-style-type: none"> – Bioestimulantes y biocontroladores a partir de bacterias. • Universidad Nacional de Buenos Aires. Instituto de Investigaciones en Biociencias Agrícolas y Ambientales. (INBA) <p>Bioestimulantes a base de bacterias</p> <ul style="list-style-type: none"> – Biocontroladores basados en metabolitos bacterianos – Aplicaciones de la nanotecnología <ul style="list-style-type: none"> • Universidad Nacional de San Martín. Instituto Tecnológico de Chascomús. (INTECH) <ul style="list-style-type: none"> – Biofertilizantes bacterianos aportantes de Nitrógeno y Fósforo. – Estación Experimental Agroindustrial. Obispo Colombres. – Bioinsumos en general 	<ul style="list-style-type: none"> • UN-IBUN. <ul style="list-style-type: none"> – Bioplaguicidas, biofertilizantes, Controladores biológicos • UN. Micorrizas • UDEA. Biofungicidas, Micorrizas • CIB. Control biológico y bioplaguicidas • UTP. Biofungicidas • PUJ. Promotores de crecimiento vegetal, Micorrizas, microorganismos benéficos autóctonos, microorganismo de interés agropecuario • UTADEO. <ul style="list-style-type: none"> – Bioplaguicidas (avispas parasitoides) • EAFIT. <ul style="list-style-type: none"> – Biofungicidas, bioestimulantes, promotores de crecimiento, fijadores de Nitrógeno 	<ul style="list-style-type: none"> • Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. <ul style="list-style-type: none"> – Bionematicidas, biofertilizantes artesanales, bioformulados. • Universidad Central del Ecuador. <ul style="list-style-type: none"> – Biofertilizantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad de la República. <ul style="list-style-type: none"> – Bioplaguicidas • Instituto Bio Uruguay. <ul style="list-style-type: none"> – Bioplaguicidas • Instituto Clemente Estable <ul style="list-style-type: none"> – Promotores de crecimiento vegetal – Fijadores de Nitrógeno – Bioinoculantes
Empresas			
<ul style="list-style-type: none"> • BIOCERES (a través de Rizobacter Argentina SA). • Terragine (a través de Protergium) • YPF Agro (con apoyo de Y-TEC) • Laboratorio CKC Argentina • Induagro SRL Bioinnovaciones • Laboratorios NOVA Argentina • Laboratorios San Pablo • NITRAP • Biofábrica Misiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Ecoflora Agro- Gowan. • Biocultivos • Safer • Life System Technologies • Abonamos SAS • Organización Pajonales • Soluciones Microbianas del Trópico • Alteo Biotechnology 	<ul style="list-style-type: none"> • EcoCycle Biotech Ecuador (ECB Bioinsumos Agrícolas) • Agro Diagnostic 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperativa de productores orgánicos Punto Verde. Bioplaguicidas • KHYMA. Biocontroladores y Promotores de crecimiento • CALISTER. Inoculantes, promotores de crecimiento, Adherentes bioprotectores, bioestimulantes • LAGE &CA. Inoculantes y Biofungicidas • Biophilia (Francia). Control biológico de plagas en soja no GM

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La información suministrada para los cuatro países recoge principalmente actividades de I+D+i en Centros de Investigación, universidades e Institutos de Investigación y en el caso de las empresas recoge en algunos casos las áreas de aad en investigación y desarrollo, así como la disponibilidad de productos comerciales basados en bioinsumos.

En este documento se destaca la importancia de disminuir la heterogeneidad en materia de regulación de bioinsumos; articular los instrumentos de política pública que promuevan su utilización; orientar las actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) vinculadas a los bioinsumos, de modo que se reconozcan las características habilitantes y condicionantes de cada territorio; fomentar el desarrollo de la infraestructura de escalamiento y producción comercial para suplir la demanda, y resolver las cuestiones regulatorias relacionadas con el medio ambiente y la salud humana. Asimismo, se hace hincapié en la necesidad de promover alianzas entre los institutos nacionales de investigación agropecuaria, el sector académico y el sector privado, así como de sistematizar las lecciones aprendidas de las iniciativas para la producción de bioinsumos puestas en marcha en el pasado y de desarrollar estrategias específicas para fomentar el desarrollo de bioinsumos que propicien, de manera integral y transversal, tanto la investigación, el desarrollo y la innovación de la producción como su comercialización. También se sostiene que es preciso vincular las estrategias relacionadas con el desarrollo de bioinsumos con las metas agrícolas, ambientales, de desarrollo productivo, de desarrollo sostenible y de ciencia y tecnología, e incorporar la promoción del desarrollo y el uso de bioinsumos como una parte integral clave de las estrategias de bioeconomía, de las metas ambientales en el marco del Acuerdo de París y de un conjunto de soluciones basadas en la naturaleza.