

Con *Perspective*, el CIRAD propone un espacio de expresión a nuevas vías de reflexión y acción basadas en trabajos de investigación y en conocimientos especializados.

Las biofábricas, nuevos modelos de producción y acceso a los insumos agrícolas en América Latina

Frédéric Goulet, Daniela Guerrero Poveda, Sylvanus Odjo

La producción y el acceso a alternativas a los insumos agrícolas químicos despiertan el interés de muchos actores del sector agropecuario. En América Latina, el auge de los insumos de base biológica, incluidos los biofertilizantes, los agentes de control biológico y los bioestimulantes, ofrece soluciones a estos desafíos (ver *Perspective* 55, mayo de 2021). Este auge es el resultado de años de inversión pública en investigación y desarrollo, y del dinamismo de la industria en el desarrollo de tecnologías basadas en microorganismos,

macroorganismos o extractos vegetales. Sin embargo, está tomando una vía distinta a los canales tradicionales de abastecimiento agrícola: ONG, redes de agricultores, políticas públicas e incluso algunos actores privados están fomentando la producción de bioinsumos en biofábricas, directamente en las explotaciones agrícolas o en instalaciones comunitarias en zonas rurales. Estas biofábricas abren nuevas perspectivas, pero al mismo tiempo se enfrentan a grandes retos.

Las biofábricas, unidades descentralizadas de producción de insumos agrícolas

Para crear biofábricas se necesitan tres componentes principales. En primer lugar, se necesita la infraestructura física para la producción, constituida principalmente por tanques metálicos o de plástico en los que se llevan a cabo las operaciones de multiplicación, fermentación y decantación. Suelen ir acompañados de sistemas de oxigenación o ventilación, equipos y productos de desinfección y, eventualmente, equipos de medición o recuento para evaluar la calidad de la producción, o estructuras de almacenamiento refrigerado. El segundo componente está constituido por las materias primas necesarias para producir los bioinsumos: cepas de microorganismos (bacterias y hongos) con sus medios de cultivo, eventualmente poblaciones de insectos que deben multiplicarse, o materiales de origen vegetal o animal destinados principalmente a la fermentación. Por último, el tercer componente es intangible, y consiste en todos los conocimientos y el saber hacer necesarios para la creación y el funcionamiento de estas biofábricas, que son proporcionados a los productores por diversos tipos de agentes del desarrollo rural y de la ciencia y la tecnología agrícolas. Los productos líquidos o sólidos obtenidos se aplican al suelo, para enriquecerlo con microorganismos, materia orgánica y nutrientes, potenciar su actividad biológica y estimular los

intercambios con las raíces de las plantas cultivadas. También pueden aplicarse a las plantas de forma foliar, para reforzar sus defensas contra enfermedades y plagas, o para combatirlas directamente.

El auge de las biofábricas se observa en América Latina en el contexto de una amplia variedad de productores, ya sean de agricultura orgánica, agroecológica o convencional. Van desde pequeños productores, que trabajan solos u organizados colectivamente a escala comunitaria, hasta grandes productores que cultivan decenas de miles de hectáreas, como en Brasil. Estos diferentes tipos de productores tienen diversos intereses en la creación de biofábricas. En primer lugar, están implicados en una transición hacia prácticas más respetuosas con el medio ambiente, utilizando soluciones tecnológicas basadas en la naturaleza. En segundo lugar, buscan la autonomía frente a la industria de suministros agrícolas, lo que les permite acceder a tecnologías que a menudo siguen siendo inalcanzables a través de los proveedores tradicionales de insumos. Por último, pueden reducir sus costes de producción, ya que la producción en las explotaciones o en las comunidades les proporciona insumos a precios mucho más bajos (aunque están poco documentados) que los de las empresas de insumos. Este modelo descentralizado de producción y acceso a los insumos es diametralmente opuesto al de los insumos químicos, que suelen importarse o transportarse en camiones desde fábricas alejadas de las zonas de producción agrícola.

De los bioinsumos a las biofábricas: definiciones

Los insumos biológicos para la agricultura se conocen más comúnmente en América Latina como bioinsumos. Se dividen en dos categorías principales:

El **control biológico** se refiere a una serie de tecnologías utilizadas para proteger las plantas de las plagas y enfermedades (microorganismos, insectos, ácaros, nematodos, etc.). Existen cuatro tipos principales de agentes de control biológico: macroorganismos, microorganismos, mediadores químicos (principalmente feromonas de insectos) y sustancias naturales de origen vegetal, animal o mineral.

Los **biofertilizantes** se utilizan para aumentar la fertilidad del suelo y favorecer el crecimiento de las plantas. Son productos a base de

materia orgánica (desechos animales, residuos vegetales y compost), o soluciones a base de microorganismos, como los bioinoculantes, que optimizan la absorción de elementos minerales por las plantas. Algunos de estos productos también suelen denominarse bioestimulantes.

Las **biofábricas** son instalaciones ubicadas en zonas rurales dedicadas a la producción de insumos biológicos, mediante la multiplicación de microorganismos o macroorganismos, o la transformación de materia orgánica de origen vegetal o animal (compost, lixiviados, productos fermentados, etc.).

Políticas públicas proactivas

Aunque las biofábricas comunitarias o de granja han sido promovidas durante mucho tiempo por agentes no estatales del desarrollo agrícola (con la notable excepción de Cuba), en la actualidad muchos Estados latinoamericanos las promueven de manera explícita. Es el caso de México, donde el programa nacional "*Producción para el bienestar*" ha utilizado las iniciativas de desarrollo agrícola para fomentar la instalación de biofábricas comunitarias, y ha elaborado una serie de "*Manuales prácticos para el desarrollo de bioinsumos*". En Brasil, el *Programa Nacional de Bioinsumos* promueve la instalación de biofábricas e imparte cursos de formación para agricultores con el apoyo de Embrapa, el instituto nacional de investigación agrícola. En 2021, se propuso a la Cámara de Diputados un proyecto de ley para liberar a las biofábricas en las explotaciones agrícolas de cualquier forma de control o supervisión por parte de las autoridades públicas, con el fin de animar a los productores agrícolas a desarrollar este tipo de prácticas e instalaciones. En Colombia, a finales de 2023 se llevó a cabo el primer proceso de caracterización nacional de biofábricas, liderado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en el marco del *Programa Nacional de Bioinsumos*. En este contexto, se ha contemplado la diversificación de las fuentes de financiamiento a través del Fondo de Acceso a Insumos Agropecuarios (FAIA), que se convierte en un componente clave para apoyar la formulación y ejecución de biofábricas.

Este apoyo público al desarrollo de las biofábricas forma parte de un conjunto más amplio de medidas de respaldo al desarrollo de los bioinsumos, que incluye diversos componentes: la modernización del marco regulatorio, el apoyo a la investigación y a las empresas, medidas fiscales o la creación de redes de innovación. Según los países y el momento político que atraviesan, estas políticas (en particular el apoyo a las biofábricas) están más o menos orientadas hacia determinados modelos de desarrollo agropecuario. En México y Colombia, estas políticas están orientadas a promover la agroecología como alternativa al modelo agroindustrial basado en el uso intensivo de insumos químicos de síntesis. En Brasil, las políticas implementadas son más consensuadas y apoyan los bioinsumos como un conjunto de tecnologías para todos los productores, independientemente del tamaño de sus explotaciones o de sus prácticas de producción. Los bioinsumos se presentan allí sobre todo como tecnologías complementarias a los insumos químicos de síntesis, y no como alternativas radicales que contribuyan a una disminución programada de estos últimos.

El mercado de las biofábricas en Brasil

El desarrollo de biofábricas forma parte del movimiento "*do-it-yourself*" (DIY) -y, más concretamente del movimiento "*do-it-yourself-biology*" -, en el que los usuarios llevan a

cabo actividades científicas y técnicas que antes realizaban científicos y fabricantes. Los agricultores, por ejemplo, producen microorganismos en las fincas y los esparcen por sus suelos o cultivos, mientras que antes compraban productos desarrollados en los laboratorios de empresas nacionales, que a su vez solían fundarse como spin-offs de los laboratorios públicos de investigación.

El movimiento DIY ha desarrollado una dimensión política en oposición a los enfoques centralizados y comerciales del desarrollo tecnológico, que reducen a los ciudadanos a meros consumidores. Sin embargo, el desarrollo de biofábricas en explotaciones agrícolas de tamaño mediano y grande, especialmente en Brasil, sugiere una lectura diferente de este componente crítico. De hecho, el reciente auge de las biofábricas está estrechamente vinculado al de una serie de empresas que ofrecen a los agricultores servicios llave en mano para desarrollarlas, incluyendo desde los tanques utilizados como biorreactores hasta las cepas que deben propagarse, así como un servicio de asesoramiento. Más que simples operadores económicos, estas empresas desempeñan un papel esencial en el desarrollo de una infraestructura más amplia que apoye el desarrollo de los bioinsumos. Por ejemplo, contribuyen a desarrollar las competencias en microbiología de los laboratorios de análisis agrícola de las zonas rurales, creando a su alrededor una red de socios capaces de realizar los recuentos e identificaciones necesarios para el control de calidad que garantice la eficacia de las biofábricas.

Junto con agricultores, diversos agentes económicos, consultores e investigadores, estas empresas participan en una red nacional en Brasil, el GAAS (Grupo Asociado de Agricultura Sustentável), que promueve las biofábricas y las prácticas agronómicas regenerativas, con el objetivo de "*ayudar a los agricultores a independizarse de los paquetes técnicos listos para usar*". La proximidad con el ámbito científico es esencial dentro de esta red, debido a la naturaleza de las tecnologías desplegadas, que en la mayoría de los casos pertenecen a los sectores de la microbiología y la biotecnología. También es directamente pertinente para las empresas que ofrecen biofábricas en las explotaciones, ya que, en torno al nuevo tipo de actividad que desarrollan y que consiste en trasladar la producción de microorganismos del laboratorio a la granja, existe una fuerte necesidad de demostrar la calidad de los productos y servicios ofrecidos. Conocer el pulso del mercado en auge les ha llevado a disponer de sus propios laboratorios de I+D, a contratar personal con doctorado en microbiología e incluso a contar con investigadores de referencia en la comunidad científica de la microbiología agrícola. Se dispone de pocas cifras para describir la evolución del mercado de estos servicios de instalación y explotación de biofábricas en las fincas, pero dos indicadores reflejan su dinamismo: el número de empresas que ofrecen estos servicios se ha multiplicado en los últimos cinco años, mientras que las empresas líderes

han aumentado su capitalización gracias a la participación de importantes fondos de inversión, lo que les ha permitido entrar en una fase de internacionalización.

Resistencias y controversias

El auge de las biofábricas, ya sea impulsado por los agentes económicos o por las políticas públicas y las ONG, encierra grandes promesas y esperanzas de reducir la dependencia de los agricultores de los insumos químicos de síntesis. Sin embargo, está asociado a una serie de resistencias y controversias

En primer lugar, el crecimiento de un sector industrial y comercial de biofábricas en las explotaciones de los grandes agricultores está creando una fuerte competencia para las empresas que comercializan insumos biológicos listos para su uso. Además, estas últimas denuncian una competencia desleal ante la posibilidad de que los agricultores compren sus productos y luego los multipliquen en casa en sus biofábricas particulares. Cuanto mayor es la crítica, más organizadas están las empresas del sector de los insumos biológicos. Este es particularmente el caso de Brasil, donde CropLife, la asociación de las industrias de semillas, biotecnología y pesticidas, también representa los intereses de las industrias de control biológico desde 2020, tras su absorción de la Asociación Brasileña de Industrias de Control Biológico (ABCBio). En cualquier caso, el debate no es distinto del que ha afectado al sector de las semillas en las últimas décadas, con industrias como las de los bioinsumos criticando que los agricultores puedan propagar gratuitamente productos en los que han invertido en investigación y desarrollo.

Además de la resistencia de las empresas de bioinsumos, la comunidad académica de microbiología ha suscitado controversias sobre la calidad de las soluciones obtenidas en las biofábricas. Basándose en las mediciones que han realizado a la salida de las biofábricas, los especialistas de los laboratorios públicos de microbiología y biotecnología expresan sus temores por la desigual concentración de microorganismos en los productos obtenidos. Peor aún, señalan el riesgo de multiplicación y liberación al medio ambiente de microorganismos patógenos que podrían perjudicar la salud de los ecosistemas, los agricultores y los consumidores. Por ello, denuncian procesos a veces incontrolados por parte de los agricultores y de las empresas que los apoyan, que podrían no solo comprometer la credibilidad de los insumos biológicos en la agricultura, sino provocar desastres ecológicos y sanitarios. En Brasil, la comunidad científica de microbiólogos y Embrapa tomaron la palabra en 2022 para denunciar la voluntad del gobierno federal de entonces de liberar de cualquier forma de control a los agricultores que instalaran biofábricas en sus explotaciones. En Colombia, a principios de 2024, la publicación de un borrador de resolución por parte del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), que buscaba reglamentar la producción en biofábricas familiares y comunitarias, desató un rechazo unánime, aunque por razones opuestas. Las comunidades campesinas expresaron su preocupación, ya que consideraban que la reglamentación podría vulnerar su seguridad, soberanía y autonomía alimentaria. Al mismo tiempo, la comunidad científica y los empresarios destacaron la importancia de reforzar las garantías de inocuidad de los productos de las biofábricas artesanales, para prevenir la diseminación de agentes infecciosos en el campo.

Estos debates plantearon la cuestión de cómo apoyar y regular mejor las prácticas de los agentes que promueven y utilizan las biofábricas. Ilustran las relaciones a veces conflictivas

entre ciencia y política en lo que respecta a la supervisión de tecnologías agrícolas, y el papel que los científicos pueden desempeñar como informantes. Aunque cada vez es más apremiante la necesidad de encontrar alternativas a los insumos químicos y los investigadores que llevan mucho tiempo trabajando en tecnologías de vanguardia se alegran de que su trabajo tenga un impacto real sobre el terreno, consideran que este paso fuera del laboratorio no debe hacerse a expensas del respeto de las buenas prácticas de laboratorio.

Los retos de la laboratorización de la agricultura

El desarrollo eficiente y eficaz de las biofábricas se basa, por tanto, en lo que podríamos llamar la "laboratorización" de la agricultura, es decir, la replicación en las explotaciones y comunidades agrícolas de las condiciones de producción que prevalecen en los laboratorios de las instituciones o empresas de investigación más avanzadas. Estas condiciones incluyen equipos y materias primas de alta calidad, prácticas estrictas y estandarizadas de producción, mantenimiento y almacenamiento, y procedimientos de control de calidad. Su desarrollo y aplicación implican a un amplio abanico de agentes, cuyas prerrogativas y modos de colaboración probablemente evolucionen en función del despliegue de las biofábricas: agentes de la investigación, la capacitación y la extensión agrícola, operadores privados del sector de insumos agrícolas, agentes estatales de los servicios de regulación y control sanitario, etc. Para que sean ampliamente reconocidos, los procedimientos y especificaciones que rigen las biofábricas deberán elaborarse sobre la base de las posiciones de estas diferentes partes interesadas.

Un modelo descentralizado y localizado de producción de insumos supone un gran reto para el sector agrícola en su conjunto. Sin duda lo es aún más para el grupo destinatario de pequeños agricultores de zonas rurales remotas. A los retos logísticos (suministro de materias primas, acceso a infraestructuras) se suman los de los recursos económicos necesarios para la puesta en marcha y el funcionamiento de biofábricas comunitarias, y la acción colectiva requerida para gestionar eficazmente estas instalaciones (reparto de las tareas de producción y mantenimiento, distribución de los bioinsumos obtenidos, etc.). Se trata de proyectos ambiciosos para los operadores de la investigación agrícola para el desarrollo, que implican un amplio abanico de especialidades y múltiples asociaciones con los actores de los sistemas de innovación agrícola. En primera línea estarán los funcionarios encargados de diseñar y aplicar políticas públicas informadas por datos científicos, a los que habrá que prestar especial atención en los países que deseen promover las biofábricas. En los ámbitos de la regulación y el control, la formación de agricultores, técnicos e ingenieros agrónomos, y el acceso al crédito y a la extensión agrícola, su actuación será decisiva para garantizar unas condiciones efectivas para esta laboratorización de la agricultura. Es esta implicación sostenida de los gobiernos la que permitirá solucionar las controversias antes mencionadas, por un lado, objetivando las buenas prácticas y, por otro, haciendo los ajustes necesarios, en particular frente a las exigencias planteadas por las industrias de insumos. ■

Este número de *Perspective* n.º 64 se basa en una investigación realizada en el marco de la red Políticas Públicas y Desarrollo Rural en América Latina (PPAL), Dispositivo de Investigación y Enseñanza (dP) del CIRAD, <https://www.pp-al.org/>.

También es fruto del trabajo de investigación realizado en colaboración con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), como parte de la iniciativa Transversal Nature-Positive-Solutions del One CGIAR.

Parte de este trabajo también se llevó a cabo en el marco del proyecto de investigación "Institutionnalisations des agroécologies" (IDAE, <https://www.idae.cnrs.fr/>, 2016-2019, Agence Nationale de la Recherche, ANR, France, proyecto 15-CE21-0006-01, <https://anr.fr/Projet-ANR-15-CE21-0006>). El trabajo en Brasil se realizó con la ayuda de becas para investigadores visitantes de la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de Río de Janeiro [Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, FAPERJ, Brasil, PV 201.798/2017] y del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil, PV 301509/2018-2].

Este trabajo ha dado lugar a las siguientes publicaciones:

Goulet, F., Fonteyne S., López-Ridaura S., Niederle P., Odjo S., Schneider S., Verhulst N., Van Loon J., 2024. The emergence of microbiological inputs and the challenging laboratorisation of agriculture. Lessons from Brazil and Mexico. *Agriculture and Human Values*, <https://doi.org/10.1007/s10460-024-10614-y>

Goulet, F., 2023. On-Farm Agricultural Inputs and Changing Boundaries: Innovations around Production of Microorganisms in Brazil. *Journal of Rural Studies*, 101:103070, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103070>

Goulet F., Aulagnier A., Fouilleux E. 2023. Moving beyond pesticides: Exploring alternatives for a changing food system. *Environmental Science & Policy*, vol.147, p. 177-187. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.06.007>

Goulet, F. 2021. Characterizing alignments in sociotechnical transitions. Lessons from agricultural bio-inputs in Brazil. *Technology in Society*, vol. 65, 101580. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101580>

Goulet, F., Hubert, M. 2020. Making a place for alternative technologies. The case of agricultural bio-inputs in Argentina. *Review of Policy Research*, vol. 37, n°4, 535-555. <https://doi.org/10.1111/ropr.12384>

Algunos links

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. <https://www.cimmyt.org>

CropLife Brasil, 2019. <https://croplifebrasil.org/>

Grupo Asociado de Agricultura Sustentável (GAAS, Brasil), 2020. <http://www.grupoagrisustentavel.com.br>

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil), 2021. Programa Nacional de Bioinsumos. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos>

Ministério de Agricultura y Desarrollo Rural (Colombia), 2023. Programa Nacional de Bioinsumos. <https://www.adr.gov.co/con-programa-nacional-de-bioinsumos-minagricultura-le-apuesta-a-transicion-agroecologica-en-la-produccion-de-alimentos/>

CGIAR Research Initiative on Nature-Positive Solutions. <https://www.cgiar.org/initiative/nature-positive-solutions/>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (México), 2022. Bioinsumos transición agroecológica. <https://www.gob.mx/agricultura/documentos/bioinsumos-transicion-agroecologica>

Unas palabras sobre...

Frédéric Goulet es investigador en ciencias sociales del Cirad, UMR Innovation (Innovation et développement dans l'agriculture et l'alimentation, <https://umr-innovation.cirad.fr/>). Desde 2022 es investigador visitante en CIMMYT México, en el programa Sustainable Agrifood Systems (SAS). Ha sido Profesor Visitante (2018-2022) en la Universidad Federal Rural de Río de Janeiro (UFRRJ) en Brasil, e investigador visitante (2013-2018) en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina. frederic.goulet@cirad.fr

Daniela Guerrero Poveda es socióloga, consultora para el CIMMYT, y estudiante de ingeniería agrónoma en la Universidad Nacional de Colombia. Su trabajo se centra en la sociología de la ciencia y el desarrollo rural, con un enfoque en los procesos de innovación y la transferencia de conocimiento. dguerrero@unal.edu.co

Sylvanus Odjo es ingeniero agrónomo e investigador en el CIMMYT, dentro del programa Sustainable Agrifood Systems. Es el punto focal del CIMMYT para la iniciativa Nature-Positive-Solutions del One CGIAR, cuyo objetivo es reimaginar, co-crear e implementar sistemas agroalimentarios basados en soluciones naturaleza-positivas en el Sur global. sylvanus.odjo@cgiar.org



RED POLÍTICAS PÚBLICAS
Y DESARROLLO RURAL EN
AMÉRICA LATINA



Esta obra se proporciona bajo los términos de esta licencia pública de Creative Commons CC-BY 4.0 Atribución 4.0 Internacional <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

Cómo citar este documento

Goulet F., Guerrero Poveda D., Odjo S., 2024. Las biofábricas, nuevos modelos de producción y acceso a los insumos agrícolas en América Latina. Montpellier, Cirad, *Perspective* 64. <https://doi.org/10.19182/perspective/37600>



42, rue Scheffer
75116 Paris • France
www.cirad.fr

Director de la publicación:

Élisabeth Claverie de Saint Martin,
Presidente y Director General de Cirad

Editor ejecutivo: Patrick Caron, Jean-Baptiste Cheneval, Aurelle Du Pont De Romemont, Sélim Louafi, Ysaline Sanguine, Tancrede Voituriez

Diseño y Diagramación: Laurence Laffont

Difusión y gestión de derechos: Nolwenn Langlade et Jacqueline Péricé

Impresión: Impact Imprimerie, Saint-Martin-de-Londres, France

<https://revues.cirad.fr/index.php/perspective>

perspective ISSN-L 2275-9131 - **Email:** perspective@cirad.fr



<https://muse.edu.umontpellier.fr>