

• Avec *Perspective*, le Cirad propose un espace d'expression pour de
• nouvelles pistes de réflexion et d'action, fondées sur des travaux de
• recherche et sur l'expertise.

As biofábricas, novos modelos de produção e acesso a insumos agrícolas na América latina

Frédéric Goulet, Daniela Guerrero Poveda, Sylvanus Odjo

A produção e o acesso a alternativas aos insumos químicos estão atraindo o interesse de muitos atores do setor agropecuário. Na América Latina, o crescente desenvolvimento de insumos biológicos – incluindo biofertilizantes, agentes de controle biológico e bioestimulantes – está oferecendo soluções para esses desafios (ver *Perspective* 55, maio 2021). Esse boom é resultado de anos de investimento público em pesquisa e do dinamismo industrial no desenvolvimento de tecnologias baseadas em microrganismos,

macroorganismos ou extratos de plantas. Ademais, diferentemente dos canais tradicionais de fornecimento de insumos agrícolas, ONGs, redes de agricultores, políticas públicas e até mesmo alguns agentes privados estão incentivando a produção de bioinsumos em biofábricas, diretamente nas fazendas ou em instalações comunitárias em áreas rurais. Essas biofábricas abrem novas perspectivas, contudo, ao mesmo tempo, enfrentam grandes desafios.

As biofábricas, unidades descentralizadas para a produção de insumos agrícolas

Três componentes principais são necessários para a implementação de biofábricas. Em primeiro lugar, a infraestrutura física necessária para a produção, que consiste principalmente em tanques de metal ou plástico nos quais são realizadas as operações de multiplicação, fermentação e decantação. Essas operações geralmente são acompanhadas por sistemas de oxigenação ou ventilação, equipamentos e produtos de desinfecção, equipamentos de medição ou contagem para avaliar a qualidade da produção, ou estruturas de armazenamento refrigerado. O segundo componente consiste nas matérias-primas necessárias para produzir os bioinsumos: cepas de microrganismos (bactérias e fungos) com seus meios de cultivo, possivelmente populações de insetos a serem multiplicadas ou materiais de origem vegetal ou animal destinados principalmente à fermentação. O terceiro componente é intangível e consiste em todo o conhecimento e know-how necessários para montar e operar essas biofábricas, que podem ser oferecidos aos produtores por vários participantes do desenvolvimento rural e da ciência e tecnologia agrícolas. Os produtos líquidos ou sólidos obtidos são aplicados ao solo. O objetivo é enriquecer o solo com microrganismos, matéria orgânica e nutrientes, aumentar sua atividade biológica e estimular as interações entre o solo e as raízes das plantas cultivadas. Eles também podem ser aplicados nas plantas sobre a folhagem, para fortalecer sua defesa contra doenças e pragas, ou para atacá-las diretamente.

O boom das biofábricas pode ser observado na América Latina, envolvendo uma ampla gama de produtores que praticam

a agricultura orgânica, agroecológica ou convencional. Eles variam de pequenos produtores, que trabalham sozinhos ou organizados coletivamente em dinâmicas comunitárias, a produtores de grande escala que cultivam dezenas de milhares de hectares, como no Brasil. Esses diferentes tipos de produtores têm vários interesses na criação de biofábricas: em primeiro lugar, eles estão envolvidos em uma transição para práticas mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, usando soluções tecnológicas baseadas na natureza. Em segundo lugar, eles estão buscando autonomia em relação à cadeia de distribuição de insumos químicos, conseguindo acesso a tecnologias que muitas vezes ainda não são distribuídas pelos fornecedores tradicionais. Por fim, eles buscam redução dos custos de produção. Com efeito, os custos de produção de bioinsumos nas fazendas ou nas comunidades rurais são mais baixos – embora mal documentados – do que aqueles cobrados pelas empresas de insumos. Esse modelo descentralizado de produção e acesso a insumos é, portanto, a antítese daquele associado aos insumos químicos, que geralmente são importados e transportados por caminhão de fábricas distantes das áreas de produção agrícola.

Políticas públicas proativas

Embora as biofábricas comunitárias ou localizadas em fazendas tenham sido promovidas há muito tempo por atores não estatais (com a notável exceção de Cuba), agora elas são explicitamente promovidas por muitos Estados latino-americanos. Esse é particularmente o caso do México, onde o programa nacional "Producción para el bienestar" tem mobilizado a extensão rural para incentivar a instalação de biofábricas comunitárias e produziu uma série de "Manuais

Dos bioinsumos às biofábricas: definições

Os insumos biológicos para a agricultura são mais comumente conhecidos como bioinsumos na América Latina. Eles se enquadram em duas categorias principais:

O **controle biológico**, o qual refere-se a um conjunto de tecnologias utilizadas na proteção de plantas para combater seus bioagressores (microrganismos, insetos, ácaros, nematóides, etc.) e doenças. Há quatro tipos principais de agentes de controle biológico: macroorganismos, microrganismos, mediadores químicos (principalmente feromônios de insetos) e substâncias naturais de origem vegetal, animal ou mineral.

Os **biofertilizantes**, os quais são usados para aumentar a fertilidade do solo e promover o crescimento das plantas. São produtos à base

de matéria orgânica (resíduos animais, resíduos vegetais, composto) ou soluções à base de microrganismos, como os bioinoculantes, que otimizam a absorção de elementos minerais pelas plantas. Alguns desses produtos também são frequentemente chamados de bioestimulantes.

As **biofábricas** são instalações rurais que produzem esses insumos biológicos por meio da multiplicação de microrganismos ou macroorganismos, ou pela transformação de matéria orgânica de origem vegetal ou animal (composto, lixiviados, produtos fermentados etc.).

práticos para o desenvolvimento de bioinsumos". No Brasil, o "Programa Nacional de Bioinsumos" promove a instalação de biofábricas, incluindo cursos de treinamento para agricultores com o apoio da Embrapa, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Em 2021, um projeto de lei foi proposto na Câmara dos Deputados para liberar as biofábricas nas fazendas de qualquer forma de controle ou supervisão por parte das autoridades públicas, de modo a incentivar os produtores agrícolas a desenvolver esse tipo de prática e instalação. Na Colômbia, um processo nacional de caracterização de biofábricas foi realizado a partir do final de 2023, sob a direção do Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural, como parte do Programa Nacional de Bioinsumos. Nesse contexto, foi prevista uma diversificação das fontes de financiamento, por meio de um Fundo de Acesso a Insumos Agrícolas (FAIA), criado como um elemento fundamental para apoiar a formulação e a implementação de biofábricas.

Esse apoio público ao desenvolvimento de biofábricas faz parte de um pacote de apoio mais amplo para o desenvolvimento de bioinsumos, que inclui vários componentes: modernização dos marcos regulatórios, apoio à pesquisa e às empresas, medidas fiscais e a criação de redes de inovação. Dependendo do país e do período político pelo qual estão passando essas políticas públicas - e, em especial, o apoio às biofábricas - são mais ou menos voltadas para determinados modelos de desenvolvimento agrícola. No México e na Colômbia, elas são voltadas para a promoção da agroecologia como uma alternativa ao modelo agroindustrial baseado no uso intensivo de insumos químicos. No Brasil, as políticas públicas implementadas são mais consensuais, compreendendo os bioinsumos como um conjunto de tecnologias para todos os produtores, independentemente do tamanho de suas propriedades rurais ou de suas práticas de produção. Os bioinsumos são apresentados no país, acima de tudo, como tecnologias complementares aos insumos químicos, e não como alternativas radicais que contribuem para um declínio programado desses últimos.

O mercado das biofábricas no Brasil

O desenvolvimento de biofábricas pode ser considerado como parte do movimento "do-it-yourself" (DIY) e, mais especificamente, do movimento "do-it-yourself-biology", no qual os usuários realizam atividades científicas e tecnológicas que antes eram realizadas por pesquisadores e fabricantes industriais. Os agricultores, por exemplo, produzem microrganismos em casa e os espalham em seus solos ou plantações, enquanto antes compravam produtos desenvolvidos nos laboratórios de empresas nacionais ou multinacionais, que muitas vezes eram fundadas como spin-offs de laboratórios públicos de pesquisa.

O movimento "do-it-yourself" surgiu de uma perspectiva política em oposição às abordagens comerciais e centralizadas

do desenvolvimento tecnológico, que reduziam os cidadãos a meros consumidores. Entretanto, o desenvolvimento de biofábricas em propriedades de médio e grande porte, especialmente no Brasil, sugere uma leitura diferente desse componente crítico. O recente boom das biofábricas está intimamente ligado ao interesse de várias empresas que fornecem aos agricultores "pacotes", incluindo tudo, desde tanques de biorreatores até cepas de microrganismos, além de serviço de assessoria. Mais do que simples operadoras econômicas, essas empresas desempenham um papel essencial no desenvolvimento de uma infraestrutura mais ampla de apoio à produção de bioinsumos. Por exemplo, elas estão ajudando a desenvolver habilidades de microbiologia em laboratórios de análise agrícola em áreas rurais, criando em torno deles uma rede de parceiros capazes de realizar as contagens e identificações necessárias para o controle de qualidade, a fim de garantir que as biofábricas sejam eficientes.

Juntamente com agricultores, vários agentes econômicos, consultores e pesquisadores, essas empresas participam de uma rede nacional no Brasil, o GAAS (Grupo Associado de Agricultura Sustentável), promovendo biofábricas e práticas agronômicas regenerativas, com o objetivo de "ajudar os agricultores a se tornarem independentes de pacotes técnicos prontos para uso". A proximidade com o campo científico é essencial nessa rede, devido à natureza das tecnologias desenvolvidas, que, na maioria das vezes, estão nas áreas da microbiologia e biotecnologia. Essa proximidade também é diretamente relevante para as empresas que oferecem biofábricas em fazendas: com a sua atividade inovadora de transferir a produção de microrganismos do laboratório para a fazenda, há uma grande necessidade de demonstrar a qualidade dos produtos e serviços oferecidos. Em sintonia com um mercado em expansão, as empresas têm seus próprios laboratórios de P&D, recrutam funcionários com doutorado em microbiologia e até mesmo pesquisadores de referência na comunidade científica de microbiologia agrícola. Há poucos dados disponíveis para descrever o desenvolvimento do mercado desses serviços de instalação e operação de biofábricas em propriedades rurais, mas dois indicadores refletem seu dinamismo: o número de empresas que oferecem esses serviços se multiplicou nos últimos cinco anos, enquanto as empresas líderes aumentaram sua capitalização graças à participação de grandes fundos de investimento, o que lhes permitiu entrar em uma fase de internacionalização.

Resistências e controvérsias

O boom das biofábricas, seja com o apoio de agentes econômicos, seja com políticas públicas e ONGs, traz a promessa e a esperança de reduzir a dependência dos agricultores aos insumos químicos. No entanto, o crescimento dos bioinsumos está associado a uma série de resistências e controvérsias.

Em primeiro lugar, o crescimento de um setor industrial e comercial de biofábricas nas propriedades de agricultores de grande escala está criando uma grande concorrência para as empresas que comercializam insumos biológicos prontos para uso. Além disso, essas últimas estão denunciando a concorrência desleal diante da possibilidade de os agricultores comprarem seus produtos e depois multiplicá-los em casa, em suas biofábricas. O peso dessa crítica é ainda maior quando as empresas do setor de insumos biológicos estão organizadas. Esse é particularmente o caso do Brasil, onde a CropLife, a associação das indústrias de sementes, biotecnologia e pesticidas, também representa os interesses das indústrias de controle biológico desde 2020, após a absorção da Associação Brasileira das Indústrias de Controle Biológico (ABCBio). De qualquer forma, o debate não é muito diferente daquele que afetou o setor de sementes nas últimas décadas, com empresas criticando o fato de os agricultores poderem propagar gratuitamente produtos nos quais investiram em pesquisa e desenvolvimento.

Além da resistência das empresas de bioinsumos, há também uma controvérsia lançada pela comunidade acadêmica de microbiologia sobre a qualidade das soluções obtidas nas biofábricas. Com base em medições feitas nas biofábricas, especialistas em laboratórios públicos de microbiologia e biotecnologia estão expressando seus receios quanto à concentração desigual de microrganismos nos produtos obtidos. Pior ainda, eles apontam para o risco de multiplicação e liberação no meio ambiente de microrganismos patogênicos que poderiam prejudicar a saúde dos ecossistemas, dos agricultores e dos consumidores. Por isso, denunciam os processos, às vezes sem controle, utilizados pelos agricultores e pelas empresas, que podem não só comprometer a credibilidade dos bioinsumos, mas também causar desastres ecológicos e sanitários. No Brasil, a comunidade científica de microbiologistas e a Embrapa tomaram a palavra em 2022 para denunciar o interesse do governo, na época, de autorizar que os agricultores instalassem biofábricas, sem qualquer controle, em suas propriedades. Na Colômbia, no início de 2024, a publicação de uma minuta de resolução pelo Instituto Agropecuário Colombiano (ICA) com o objetivo de regulamentar a produção em biofábricas familiares e comunitárias foi rejeitada por unanimidade. As organizações de produtores expressaram sua preocupação, alertando que a regulamentação poderia prejudicar sua segurança alimentar, soberania e autonomia. Ao mesmo tempo, a comunidade científica e a indústria de insumos enfatizaram a importância de fortalecer as garantias de segurança para os produtos de biofábricas de pequena escala, para evitar a disseminação de agentes infecciosos.

Esses debates levantaram a questão sobre a melhor forma de apoiar e regulamentar as práticas daqueles que promovem e usam biofábricas. Essas discussões ilustram as relações, às vezes conflituosas, entre a ciência e a política quando se trata de regulamentar as tecnologias agrícolas, bem como o papel que os cientistas podem desempenhar para dar o alarme. Embora a necessidade de formular alternativas aos insumos químicos esteja se tornando cada vez mais urgente, e ainda que os pesquisadores que vêm trabalhando em tecnologias revolucionárias há muito tempo estejam felizes em ver que seu trabalho está tendo um impacto real no campo, na opinião deles, essa transferência para fora do laboratório não pode ser feita às custas do respeito às boas práticas de laboratório

Os desafios da laboratorização da agricultura

O desenvolvimento eficiente e eficaz de biofábricas baseia-se, portanto, no que poderíamos chamar de “laboratorização” da agricultura ou, em outras palavras, reproduzir nas fazendas e nas comunidades agrícolas as condições de produção que prevalecem nos laboratórios das instituições de pesquisa ou empresas mais avançadas. Essas condições incluem equipamentos e matérias-primas de alta qualidade, práticas rigorosas e padronizadas de produção, manutenção e armazenamento, além de procedimentos de controle de qualidade. Seu desenvolvimento e implementação envolvem uma ampla gama de participantes, cujas prerrogativas e modos de colaboração provavelmente evoluirão à medida que as biofábricas forem implantadas: participantes de pesquisa, capacitação e extensão agrícola, operadores privados de fornecimento de insumos, funcionários dos governos nos serviços regulatórios e de controle de biosegurança, etc. Para que sejam unanimemente reconhecidos, os procedimentos e as especificações que regem as biofábricas deverão ser elaborados considerando as posições desses diferentes participantes.

Portanto, um modelo de produção de insumos descentralizado e localizado representa grandes desafios para o setor agrícola como um todo. Mas, sem dúvida, é ainda maior para a agricultura familiar localizada em áreas rurais remotas. Além dos desafios logísticos (fornecimento de matérias-primas, acesso à infraestrutura), há necessidade de recursos econômicos para montar e administrar biofábricas comunitárias, bem como ação coletiva para gerenciar essas instalações com eficiência (distribuição das tarefas de produção e manutenção, distribuição dos bioinsumos produzidos, etc.). Esses são projetos ambiciosos para operadores da pesquisa agrícola, envolvendo uma ampla gama de especialidades e várias parcerias com participantes de sistemas de inovação agrícola. Na vanguarda, estarão os atores estatais responsáveis pela elaboração e implementação de políticas públicas informadas por conhecimentos científicos, que deverão receber atenção especial nos países que desejam promover as biofábricas. Nas áreas de regulamentação e controle, treinamento de agricultores, técnicos e engenheiros e acesso a crédito e extensão rural, serão decisivos para garantir condições efetivas para essa laboratorização da agricultura. É esse envolvimento sustentado por parte dos governos que permitirá superar as controvérsias mencionadas acima, por um lado, objetivando as boas práticas e, por outro, fazendo os trade-offs necessários, principalmente diante das exigências das indústrias de insumos. ■

Esse *Perspective* n° 64 é o resultado de uma pesquisa realizada no âmbito rede de Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural na América Latina [PPAL], dispositivo de pesquisa e ensino em parceria do CIRAD (dP) <https://www.pp-al.org/>).

Também é fruto de uma pesquisa realizada em parceria com o Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT), como parte da iniciativa transversal do One CGIAR's Nature-Positive Solutions.

Parte desse trabalho também foi realizado como parte do projeto de pesquisa « Institutionnalisations des agroécologies » (IDAE, <https://www.idae.cnrs.fr/>, 2016-2019, Agence nationale de la recherche, Anr, France, projet 15-CE21-0006-01, <https://anr.fr/Projet-ANR-15-CE21-0006>). O trabalho no Brasil foi realizado com a ajuda de bolsas de pesquisador visitante da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, PV 201.798/2017) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, PV 301509/2018-2).

Esse trabalho resultou nas seguintes publicações:

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>

Alguns links:

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

FAO. Bioinsumos: oportunidades de investimento na América Latina, 2023. <https://doi.org/10.4060/cc9060pt>

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 (Colômbia), 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>

Algumas palavras sobre ...

Frédéric Goulet é sociólogo da ciência e da tecnologia no CIRAD, Umr Innovation (Innovation et développement dans l'agriculture et l'alimentation, <https://umr-innovation.cirad.fr/>). Desde 2022, ele é pesquisador visitante no CIMMYT no México, no âmbito do Programa de Sistemas Agroalimentares Sustentáveis (SAS). Ele foi professor visitante (2018-2022) na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e pesquisador visitante (2013-2018) no Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária, na Argentina. frederic.goulet@cirad.fr

Daniela Guerrero Poveda é socióloga e consultora do CIMMYT. Ela é estudante de agronomia na Universidade Nacional da Colômbia. Seu trabalho se concentra na sociologia da ciência e do desenvolvimento rural e, mais especificamente, nos processos de inovação e transferência de conhecimento. dguerrero@unal.edu.co

Sylvanus Odjo é agrônomo e pesquisador do CIMMYT, no âmbito do Programa de Sistemas Agroalimentares Sustentáveis (SAS). Ele é o ponto focal do CIMMYT para a iniciativa Nature-Positive Solutions do OneCGIAR, que tem como objetivo reimaginar, cocriar e implementar sistemas agroalimentares com base em soluções positivas para a natureza no Sul global. sylvanus.odjo@cgiar.org



RED POLÍTICAS PÚBLICAS
Y DESARROLLO RURAL EN
AMÉRICA LATINA



Esta obra está disponível sob os termos da licença Creative Commons CC- 4.0: Atribuição - 4.0 Internacional <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt-br>

Como citar este documento

Goulet F., Guerrero Poveda D., Odjo S., 2024. As biofábricas, novos modelos de produção e acesso a insumos agrícolas na América latina. Montpellier, Cirad, *Perspective* 64. <https://doi.org/10.19182/perspective/37601>



A PESQUISA AGRONÔMICA
PARA O DESENVOLVIMENTO

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

Diretor de publicação:

Élisabeth Claverie de Saint Martin,
Presidente e Diretora Geral do Cirad

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

Layout e ilustrações: Laurence Laffont

Divulgação e gerenciamento de direitos: Nolwenn Langlade et Jacqueline Péricé

Impressão: 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>