

Pequenos seres amigos do campo

Insetos, ácaros e formulações à base de bactérias e fungos substituem agrotóxicos e fortalecem as defesas das plantas contra as pragas agrícolas

CARLOS FIORAVANTI



Metarhizium, gênero de fungos bastante usados para a produção de bioinsumos e ainda estudado na USP em Piracicaba



A busca por técnicas agrícolas menos agressivas ao ambiente e o interesse dos consumidores por alimentos com menos resíduos químicos têm impulsionado a produção nacional de insumos de origem biológica, chamados de bioinsumos. Novos produtos à base de microrganismos (bactérias ou fungos), que combatem pragas ou deixam o solo mais favorável ao crescimento de cultivos agrícolas, vêm sendo continuamente lançados por empresas, muitas vezes apoiadas por centros de pesquisa. Com a perspectiva de boas vendas, multinacionais antes dedicadas apenas à fabricação de agrotóxicos, fertilizantes e outros insumos químicos, como a norte-americana Mosaic Fertilizantes e as alemãs Basf e Bayer, abriram unidades de produção de bioinsumos no país.

Aos poucos, as formulações desse tipo substituem agrotóxicos e outros insumos produzidos a partir de moléculas sintéticas. O propósito dos dois grupos de produtos é o mesmo: reduzir a quantidade de insetos, aracnídeos e nematoides (vermes microscópicos abundantes no solo), que corroem a produção agrícola, e favorecer o crescimento de plantas usadas como alimento.

Os bioinsumos apresentam um risco bem menor de contaminar água e alimentos. Além disso, o custo para tratar sementes, combater fungos ou aumentar o aproveitamento de nutrientes do solo para o cultivo de soja por meio dessa estratégia é de menos de 1% acima do custo dos equivalentes químicos, de acordo com um estudo comparativo da Associação dos Produtores de Soja de Mato Grosso do Sul (Aprosoja/MS) de setembro de 2023. Há problemas, porém, que, ao menos inicialmente, resistem às duas estratégias, como a vassoura-de-bruxa da mandioca, que está devastando as plantações na região Norte do país (ver reportagem à página 70).

Ações do poder público completam a interação entre centros de pesquisa, empresas e usuários. Em dezembro de 2024, o governo federal aprovou a Lei nº 15.070, denominada Lei de Bioinsumos. Ela define normas específicas para produção e venda dessa categoria de compostos, antes tratados no mesmo grupo que os agrotóxicos e

fertilizantes químicos, e promove a geração do bioinsumo na propriedade rural, também chamada de *on-farm*, para uso próprio.

Em janeiro, o Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) aprovou 29 novos bioinsumos, já como reflexo da nova lei, que simplifica o registro. Em agosto, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) anunciou uma linha de crédito de R\$ 60 milhões em recursos não reembolsáveis para cooperativas da agricultura familiar interessadas em produzir bioinsumos a serem usados por seus associados. Com produtos licenciados ou próprios, 580 empresas atuam nessa área no Brasil, de acordo com um relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO).

“Estamos no auge”, sintetiza o engenheiro-agrônomo Itamar Soares de Melo, da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) Meio Ambiente, em Jaguariúna (SP). Em 2009, ele coletou amostras de raízes de mandacaru (*Cereus jamacaru*) no sertão do Nordeste. Sua intenção inicial era usar as bactérias que encontrasse para combater a desertificação, mas uma delas, *Bacillus aryabhatai*, mostrou-se capaz de amenizar os efeitos da falta de água. Refeitos os planos, ele descobriu que o microrganismo secretava um líquido viscoso, rico em açúcares, que protegia as raízes.

Sua pesquisa abriu uma vertente nova nessa área, a dos biofertilizantes mitigadores do estresse hídrico. Licenciada para a empresa mineira NOOA, transformou-se em um bioinsumo, o Auras, indicado principalmente para o milho, que começou a ser vendido em 2021. “Em 2024, já era usado em 1 milhão de hectares [ha; 1 ha equivale a 10 mil metros quadrados]”, informa Melo. Este ano, a Embrapa e a empresa paranaense Bioma lançaram o Hydratus, uma solução líquida com *Bacillus subtilis*, também isolada da Caatinga, que protege a soja e o milho contra a seca.

“As vantagens dos bioinsumos vão muito além da substituição de produtos químicos”, ressalta o engenheiro-agrônomo Ítalo Delalibera Jr., da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), em Piracicaba. Ele e a engenheira-agrônoma Natasha Sant’Anna Iwanicki, também da Esalq, coordena-

ram uma edição especial da revista *Visão Agrícola* sobre bioinsumos, publicada em julho, com artigos de especialistas nessa área.

“Além de combaterem as pragas diretamente, fungos como *Beauveria* e *Metarhizium* penetram na planta, induzem as defesas contra doenças em geral e ativam a produção de auxina, um hormônio de crescimento, e de hormônios que aumentam a absorção de nutrientes e favorecem a resistência à seca”, diz Delalibera. Nas paredes de sua sala, dois quadros chamam a atenção: uma mosca morta, de abdome para o alto, toda coberta por bolor, e uma formiga sobre a qual cresceram duas estruturas semelhantes a cogumelos.

Como pesquisador ligado ao Centro de Excelência em Pesquisas sobre Controle Biológico (Sparcbio), um Centro de Pesquisa Aplicada (CPA) instalado em 2019 na Esalq, apoiado pela FAPESP, Delalibera fez formulações à base de fungos contra a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*). O bioinseticida é produzido pela Koppert, fabricante holandesa de bioinsumos que apoia o centro.

Como diretor da unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) na Esalq, ele contratou 63 projetos de desenvolvimento de formulações e processos de produção para 46 empresas, desde 2018. Para a Bionat, de Olímpia, interior paulista, ele e outros pesquisadores da Esalq criaram um bioestimulante de plantas com a bactéria *Pantoea agglomerans*, lançado há dois anos, e outro, com *Bacillus subtilis* e *B. velezensis*, para controle de nematoides, vendido desde o ano passado.

Segundo Delalibera, uma formulação à base de metabólitos – enzimas e compostos produzidos por uma bactéria durante a fermentação – passou nos testes contra doenças fúngicas e está em fase de registro no Mapa, a última etapa antes da produção em escala comercial. Outra, em fase avançada, resulta da seleção de variedades de bactérias como *Chromobacterium*, que produzem compostos que se mostraram eficazes no combate a doenças de plantas.

Na última safra, as vendas de bioinsumos no país chegaram a R\$ 6,7 bilhões, de acordo com um levantamento da associação CropLife Brasil e da consultoria Blink. A área tratada com produtos biológicos foi de 156 milhões de ha (esse valor corresponde a 1,6 vez os 96 milhões de ha cultivados no Brasil porque inclui várias aplicações ao longo de uma safra).

“A soja não seria uma das principais culturas agrícolas no Brasil sem a fixação biológica de nitrogênio”, ressalta o engenheiro-agrônomo da Embrapa Meio Ambiente Bernardo Halfeld-Vieira. De acordo com a CropLife, o cultivo da soja é o que mais utiliza bioinsumos (62%), principalmente os que combatem insetos

Para a safra vicejar

Os insumos agrícolas de origem biológica são genericamente classificados em cinco grupos



AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO

Com a finalidade de controlar pragas, dividem-se em três tipos: macrobiológicos (organismos maiores, como insetos e ácaros); microbiológicos (feitos a partir de bactérias, fungos e vírus); e bioquímicos ou semioquímicos (feromônios ou extratos vegetais, que interferem no comportamento de insetos)



BIOFERTILIZANTES

Microorganismos ou compostos orgânicos líquidos que melhoram a fertilidade do solo e a absorção de nutrientes pelas plantas



INOCULANTES

Microorganismos que promovem a fixação biológica de nitrogênio, essencial para o desenvolvimento das plantas



BIOESTIMULANTES OU BIORREGULADORES

Microorganismos ou extratos de algas que favorecem a germinação, o crescimento das raízes e a resistência à seca



CONDICIONADORES DO SOLO

Microorganismos que melhoram as propriedades físicas e químicas do solo

FONTE: MAPA

(ver infográfico na página 15). “Metade da área das propriedades rurais do Brasil já adota algum tipo de bioinsumo, principalmente os bioinseticidas”, diz o engenheiro-agrônomo da Esalq Fernando Andreote.

Os bioinsumos começaram a ser estudados nos anos 1910, quando pesquisadores dos institutos Agrônomico (IAC), em Campinas, e Biológico (IB), na capital paulista, buscaram microrganismos capazes de deter a broca-do-café, causada por um besouro preto (*Hypothenemus hampei*) com quase dois milímetros de comprimento. Hoje, é um campo consolidado, mas os especialistas custaram a ser ouvidos.

Em uma entrevista para o livro *Cientistas do Brasil – Depoimentos* (SBPC, 1998), a engenheira-agrônoma Johanna Döbereiner (1924-2000), da Embrapa Agrobiologia, em Seropédica, no Rio de Janeiro, contou que começou na primeira metade dos anos 1950 a selecionar bactérias fixadoras de nitrogênio no solo para cultivo de soja: “Ninguém me levava a sério porque não existia na literatura [científica] nenhuma descrição da associação dessas bactérias com plantas superiores”.

A resistência só amainou quando ela mostrou que as bactérias *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense* poderiam fazer isso e reduzir os gastos

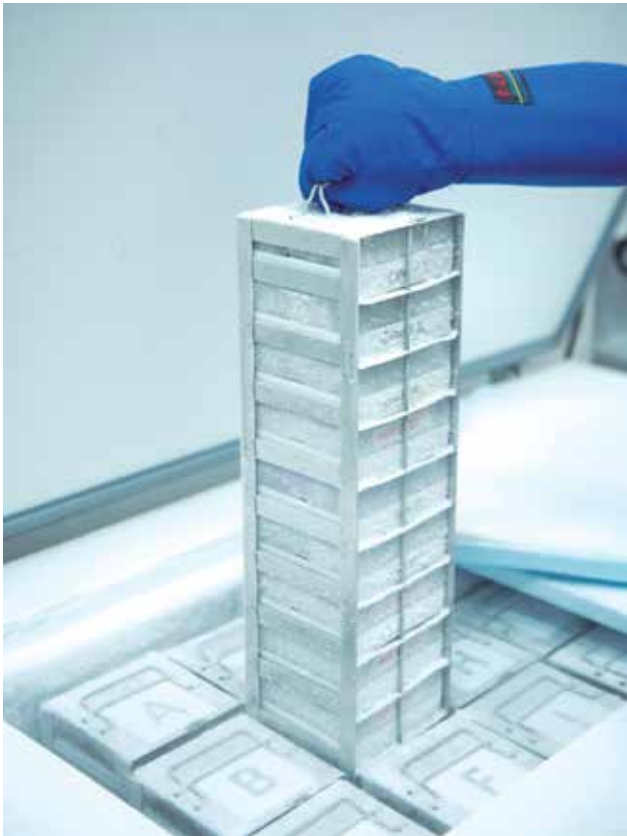
Os fungos contra-atacam: *Cordyceps javanica* cobre com um bolor branco moscas-brancas (ao lado); e *Beauveria bassiana* sobre uma centopeia



1



2



3

com fertilizantes químicos importados. Sua descoberta gerou produtos aplicados em 46 milhões de ha e uma economia em fertilizantes químicos estimada em R\$ 24 trilhões desde 1981, de acordo com o Balanço Social da Embrapa de 2024.

As pesquisas nessa área conquistaram outro reconhecimento internacional em maio deste ano, quando a engenheira-agrônoma Mariangela Hungria, da Embrapa Soja, recebeu o Prêmio Mundial de Alimentação, concedido pela fundação norte-americana World Food. Desde 1989, com mais intensidade a partir de 2019, as pesquisas da Embrapa sobre controle biológico geraram 23 produtos comerciais para nutrição de plantas e outros 13 para redução do impacto da seca, como

detalhado em um artigo de novembro na *Pesquisa Agropecuária Brasileira*.

“Hoje, as instituições de pesquisa são procuradas por empresas em busca de novidades, o que facilita o estabelecimento de parcerias para o desenvolvimento de produtos”, conta Halfeld-Vieira, nessa área desde o início dos anos 2000.

O engenheiro-agrônomo da Esalq José Roberto Postali Parra, coordenador do Sparcbio, também observou uma grande mudança: “Quando comecei a fazer pesquisa sobre controle biológico de pragas, em 1984, falar com empresa era pecado mortal. Hoje é apenas venial [perdoável]”. Uma das grandes autoridades nessa área (*ver Pesquisa FAPESP nº 261*), ele aprimorou o uso da vespinha

Banco de microrganismos da Esalq, com cerca de 8 mil espécies de fungos e 3 mil de bactérias, usados para o desenvolvimento de defensivos naturais

Proteção extra para os alimentos

Os bioinsumos já são utilizados em áreas expressivas das principais culturas agrícolas do país (safra 2024/2025)

Cultura	Área cultivada (em milhões de ha)	Área com aplicação de bioinsumos (em %)
Soja	47,4	62
Milho	22,2	23
Cana-de-açúcar	8,7	10
Algodão, café, citros e hortifrúti	5,1	6

FONTES BLINK / CROPLIFE BRASIL / IBGE

Trichogramma galloi para combater o ovo da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), já adotada em cerca de 5 milhões de ha de cana.

O laboratório de que Parra cuida diretamente está tomado por dois grupos de insetos, os que destroem as pragas e as próprias pragas, ambos crescendo em pequenos potes de plástico ou de vidro. Em uma das bancadas, no final de setembro, a bióloga Fernanda Canassa trabalhava com o minúsculo *Bracon* sp., visto como esperança para o controle das populações do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*).

Em outro laboratório ligado ao Sparcbio, o engenheiro-agrônomo José Maurício Simões Bento, com sua equipe, trabalha em um feromônio contra a broca-da-cana. Ele também já tem o que contar, por ter coordenado a pesquisa do primeiro feromônio comercial brasileiro, uma versão sintética de uma substância da fêmea do besouro *Migdolus fryanus*, colocada em armadilhas, para atrair os machos (ver Pesquisa FAPESP nº 218). Bento coordenou ainda o desenvolvimento do feromônio sexual do bicho-furão-dos-citros (*Gymnandrosoma aurantianum*).

Um sinal recente do interesse econômico nessa área foi a compra, em 2023, da Biotrop, fabricante paulista de bioinsumos criada cinco anos antes pelo grupo belga Biobest, especializado em defensivos agrícolas biológicos, em uma operação próxima a R\$ 2,8 bilhões. Em 2023, a gestora de investimentos Pátria intensificou sua participação em empresas ligadas à agricultura, formou uma rede de revendas e assumiu o controle da Microgeo, uma das mais antigas fabricantes de bioinsumos, criada em 2000 em Limeira, interior paulista. Até o ano passado, quando lançou uma linha de biofertilizantes, a empresa renomeada como Allterra tinha apenas um produto, um composto orgânico líquido que promove a fermentação do esterco bovino, normalmente já usado como adubo.

O primeiro campo de prova para essa abordagem foram os laranjais dos próprios donos da empresa nos municípios paulistas de Brotas e São Carlos – quando recebiam a mistura, tornavam-se mais produtivos. “No início, não éramos recebidos nas revendas”, conta o engenheiro-agrônomo Paulo D’Andrea, um dos fundadores da Microgeo. Segundo ele, os vendedores não acreditavam que os bioinsumos poderiam substituir os fertilizantes químicos.

Será que vai funcionar?

Apesar do crescente mercado de bioinsumos no Brasil e no mundo, ainda há um problema a ser resolvido: às vezes esses produtos funcionam e às vezes não. “Se não funciona, pode ser por causa de impurezas, de contaminação, de aplicação incorreta ou da interação inadequada com o microbioma, o conjunto de microrganismos do solo”, diz o engenheiro-agrônomo Rodrigo Mendes, da Embrapa Meio Ambiente. “Quando caem no solo, as bactérias e fungos que formam os bioinsumos atuam como invasores em comunidades já estabelecidas de microrganismos e precisam de condições adequadas para prosperar.”

Quando estava em um estágio de pós-doutoramento na Universidade de Wageningen, nos Países Baixos, Mendes fez experimentos com beterraba em diferentes tipos de solos infectados com o fungo *Rhizoctonia solani*, prejudicial também para tomate e arroz. Em seguida, por meio

de análises genéticas, avaliou a diversidade microbiana de cada amostra de solo. “Os microrganismos que vivem associados às raízes, o microbioma da rizosfera, são primeira linha de defesa da planta contra ataques de fungos”, concluiu. “Quanto maior a diversidade do microbioma do solo, mais efetivas são as defesas das plantas.” Os resultados foram detalhados em um artigo publicado em maio de 2011 na revista *Science*.

“O microbioma é tão importante para as plantas quanto para nós, seres humanos”, sintetiza Mendes. Seus estudos mais recentes mostraram que as bactérias do solo podem tanto cobrir quanto se infiltrar nas raízes, fortalecendo suas defesas contra patógenos. Em um artigo de agosto na revista *Geoderma*, a biotecnóloga Caroline Nishisaka, durante seu doutorado na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP) e na Embrapa Meio Ambiente, com

apoio da FAPESP e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), reforçou as conclusões sobre a importância do microbioma ao fazer experimentos com sementes de trigo depositadas em cinco amostras de solo, todas infectadas com o fungo *Bipolaris sorokiniana*, que faz as raízes apodrecerem.

Uma amostra era de solo natural, três com diferentes diluições do solo e uma com solo esterilizado, de modo a se obter uma gradação da diversidade microbiana. Todas receberam fungo e um inoculante. A doença se propagou mais em solos com microbioma mais pobre, como era esperado, mas foi em solos com menor diversidade de microrganismos que o inoculante apresentou um efeito mais benéfico. “Os bioinsumos devem se encaixar com a comunidade microbiana do solo e se dar bem também com as eventuais pulverizações de produtos químicos”, observa Fernando Andreote, da Esalq.



1

Duas pragas do campo: percevejos-da-soja (*acima*) e lagarta do gênero *Spodoptera* (*ao lado*). À direita, detalhe de plantação de soja, um dos cultivos que mais utilizam bioinsumos



2



3

O ano de 2013 marcou uma virada a favor dos bioinsumos. Foi quando começou a infestação da lagarta *Helicoverpa armigera*, contra a qual não havia nenhuma molécula química. A praga, porém, poderia ser detida por meio do controle biológico. D'Andrea e outros especialistas da área observaram que, a partir desse momento, cresceu bastante o interesse dos agricultores por produtos biológicos.

Grandes empresas, como Koppert, Biotrop, Agrivalle e Simbiose, buscam produtos diferenciados, com variedades exclusivas de microrganismos, enquanto as médias e pequenas tendem a se concentrar nos microrganismos mais usados, no Brasil e em outros países, como as bactérias do gênero *Bacillus* e os fungos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium* spp. e *Trichoderma* spp.

Reforçando a opinião de especialistas dos centros de pesquisa, o biólogo Carlos Ribeiro, sócio-fundador da Biotech Business, de Campinas, observa: “O mercado está crescendo, mas ainda há pouca inovação e é baixa a diversidade de microrganismos usados nos bioinsumos”.

Em busca de um produto original, a empresa, criada em 2022, elaborou uma combinação de fungos e bactérias que se mostrou eficaz em testes preliminares para inibir ovos e formas juvenis de nematoides que atacam as raízes das plantas. Ribeiro diz estar negociando com empresas interessadas em dar continuidade aos testes necessários ao registro no Mapa. Ao mesmo tem-

po, ele ajuda outras companhias a desenvolver ou aprimorar os métodos de produção de seus próprios bioinsumos.

Outras novidades devem brotar nos próximos anos. Halfeld-Vieira, por exemplo, trabalha com uma molécula de lipopolissacarídeo extraído da membrana externa de uma bactéria causadora da mancha bacteriana do maracujá, que se mostrou eficiente para combater outra doença, a mancha bacteriana do tomate.

Na forma de um gel translúcido aplicado sobre a planta ou no solo, o extrato bruto ajudou também a deter outra doença, o oídio, um mofo branco que apareceu inesperadamente na casa de vegetação da Embrapa Meio Ambiente durante os testes. Os tomateiros que receberam o gel resistiram mais ao avanço dos fungos em comparação com os que não haviam recebido.

Descrita em dois artigos científicos – um em março de 2023 na *Physiological and Molecular Plant Pathology* e outro em março deste ano na *Journal of Phytopathology* –, a pesquisa prossegue com a equipe de uma empresa de nome ainda sigiloso. Por meio de um contrato com a Embrapa, ela deverá providenciar a produção e a extração do lipopolissacarídeo e os testes que permitam sua fabricação e venda. ●

Os projetos, os artigos científicos e o livro consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.