

PRODUTOS BIOLÓGICOS NO MERCADO BRASILEIRO PARA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE PLANTAS



<https://doi.org/10.22533/at.ed.619122502018>

Data de aceite: 05/03/2025

Laila Brabo Pacheco

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Belém – Pa
<http://lattes.cnpq.br/6336773338574669>

Gleicilene Brasil De Almeida

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Belém – Pa
<http://lattes.cnpq.br/0125039901485027>

Rita De Cássia Santa Brígida

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Belém – Pa
<https://lattes.cnpq.br/7785322359868531>

Ivy Laura Siqueira Saliba Machado

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Belém – Pa
<http://lattes.cnpq.br/7917119821946050>

Camila Da Silva Lima

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Belém – Pa
<http://lattes.cnpq.br/3543298104002957>

Dandara Lima De Souza

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Belém – Pa
<http://lattes.cnpq.br/5576307967366617>

Daniele Monteiro Ribeiro

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Belém – Pa
<http://lattes.cnpq.br/0147006830715190>

Jhon Anderson Chaves De Araújo

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Belém – Pa
<http://lattes.cnpq.br/5884975318468097>

Gledson Luiz Salgado De Castro

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Belém – Pa
<http://lattes.cnpq.br/7980739792448566>

Telma Fátima Vieira Batista

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Belém – Pa
<http://lattes.cnpq.br/8251281115341075>

RESUMO: O mercado no Brasil de bioinsumos ou bioprodutos, utilizados para a promoção do crescimento de plantas, onde os biopromotores ou biofertilizantes estão inseridos, tem apresentado aumento significativo, nos últimos anos. Esse setor vem se destacando e expandindo pela crescente conscientização ambiental dos produtores e empresas, que buscam alternativas e novas tecnologias para reduzir os impactos ambientais e melhorar a eficiência das práticas agrícolas tradicionais. Entre as principais vantagens dos bioinsumos estão a redução dos custos de produção, preservação do meio

ambiente e a melhoria na sustentabilidade da agricultura. Além disso, o mercado brasileiro tem se beneficiado de políticas públicas que incentivam a adoção de soluções sustentáveis e a regulamentação dos bioinsumos. Entretanto, ainda existem desafios a serem superados, como a necessidade de mais pesquisas sobre a eficácia dos bioinsumos em diferentes condições ambientais, além da adequação das regulamentações para promover a expansão do setor. O futuro do mercado dos bioinsumos no Brasil é extremamente promissor, com a expectativa de aumento na adoção desses produtos pela agricultura moderna e a agricultura 5.0, o que contribuirá para a sustentabilidade do setor e para o aumento da competitividade do Brasil no mercado internacional na produção de alimentos mais saudáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Bioinsumos, sustentabilidade, bioestimulantes.

BIOLOGICAL PRODUCTS IN THE BRAZILIAN MARKET FOR PLANT GROWTH PROMOTION

ABSTRACT: The market in Brazil for bioinputs or bioproducts used to promote plant growth, where biopromoters or biofertilizers are included, has shown a significant increase in recent years. This sector has been highlighted and expanded by the growing environmental awareness of producers and companies, which seek alternatives and new technologies to reduce environmental impacts and improve the efficiency of traditional agricultural practices. Among the main advantages of bioinputs are the reduction of production costs, environment preservation and improvement in the sustainability of agriculture. In addition, the Brazilian market has benefited from public policies which encourage the adoption of sustainable solutions and the regulation of bioinputs. However, there are still challenges to be overcome, such as the need for more research on the effectiveness of bioinputs in different environmental conditions, as well as the adequacy of regulations to promote the expansion of the sector. The future of the bioinputs market in Brazil is extremely promising, with the expectation of increasing the adoption of these products by modern agriculture and agriculture 5.0, which will contribute to the sector sustainability and to increase Brazil's competitiveness in the international market in the production of healthier foods.

KEYWORDS: Bioinputs, sustainability, biostimulants.

1 | INTRODUÇÃO AOS PRODUTOS BIOLÓGICOS PARA AS PLANTAS

O Brasil nos últimos anos se estabelece no mercado como um dos maiores produtores e exportadores de *commodities* agrícolas (Souza, 2020). Com esse aumento na produção de alimentos a necessidade de uso de defensivos agrícolas e adubos químicos para aumentar a produtividade das culturas é imprescindível. A aplicação indiscriminada de insumos sintéticos na agricultura tem contribuído significativamente para impactos ambientais negativos, processos que resultam na contaminação do solo e dos recursos hídricos, além de intensificarem as mudanças climáticas. Em contrapartida, os bioinsumos surgem como alternativas para reduzir a contaminação ambiental, resíduos tóxicos, preservar solos, diminuir a exposição a substâncias químicas e integrar programas de manejo de pragas. (Goulet, 2021).

Os biopromotores ou biofertilizantes, atualmente se destacam na produção agrícola como insumos com função de promover o crescimento de plantas e a nutrição do solo, combater as doenças, controlar pragas e prevenir o desenvolvimento de patógenos. O uso de produtos biológicos promove sustentabilidade ambiental ao setor agrícola, pois é um modelo alternativo às práticas convencionais, reduzindo o uso de defensivos agrícolas e fertilizantes químicos sintéticos, e consequentemente reduzindo o custo de produção das áreas comerciais agrícolas. Bueno et al. (2022) apontaram que a associação de insumos biológicos com os insumos sintéticos pode apresentar resultados satisfatórios no controle de pragas, doenças, plantas daninhas e principalmente na promoção de crescimento de plantas.

Ferreira et al. (2024) observaram melhor crescimento, maior produção de biomassa e bons índices de trocas gasosas em sistemas de plantio protegido e desprotegido de jambu (*Acmella oleracea*) após a aplicação dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, além do promotor de crescimento *Trichoderma asperellum*. Da mesma forma, Castro et al. (2019) relataram que diferentes isolados de rizobactérias, quando inoculados em mudas de açaí, promoveram o crescimento acelerado, aumentaram a eficiência fotossintética e induziram o acúmulo de nutrientes foliares.

Entretanto, mais estudos são necessários quanto a ação de bioestimuladores de crescimento em plantas, pois, entender a relação entre as plantas e os microrganismos de interesse, a interação com outros microrganismos e as rotas metabólicas, para que se possa atingir resultados mais eficazes e chegarmos num produto que contribua para agricultura (Paiva et al., 2018) e ao meio ambiente. Diante disso, o objetivo desta revisão é expor a evolução dos produtos biológicos para promoção de crescimento de plantas no mercado brasileiro.

2 | VISÃO GERAL DO MERCADO BRASILEIRO

O Brasil é reconhecido globalmente como líder na utilização e produção de bioinsumos, incluindo inoculantes, biofertilizantes e produtos biológicos para controle de pragas. O país se destaca como referência na transição regulatória de produtos de origem biológica, devido à legislação, ser considerada uma das mais avançadas do mundo (Brasil, 2024).

O mercado de bioinsumos tem se expandido para o controle de pragas agrícolas, no desenvolvimento e na nutrição de plantas (Miranda et al., 2023). Que se justifica à atual conscientização sobre os efeitos adversos dos pesticidas na segurança dos alimentos e no meio ambiente, e têm aumentado a busca por alternativas aos pesticidas químicos amplamente utilizados, incluindo-se como prioridade os biopesticidas (Araújo et al., 2019).

Outros fatores estão atrelados a eficiência no controle de tais pragas e doenças pelos agentes de controle biológico produzidos em escala comercial e a demanda por

produtos orgânicos, com certificação de origem comprovada, também contribuiu para uma maior procura pelo controle biológico bem como facilitou a sua divulgação (Halfeld-Vieira et al., 2016).

Segundo a Croplife Brasil (2024), na safra de 2023/2024 o mercado de bioinsumos no Brasil apresentou um crescimento de 15% em comparação à safra anterior, alcançando um total de R\$ 5 bilhões em vendas. Estimasse que adoção de bioinsumos no Brasil deve continuar crescendo intensamente, impulsionada pela indústria agrícola e pesquisa em novas tecnologias e inovações.

Nos últimos anos, observou-se um aumento substancial no registro de novos produtos biológicos junto ao Ministério da Agricultura e Pecuária (Figura 1), englobando diversas categorias, como microbiológicos, semioquímicos, bioquímicos, entre outros. Em 2019, o número de novos produtos registrados foi de 43, enquanto em 2020 esse número saltou para 95, e, em 2021, atingiu 92 novos registros (Vidal et al., 2021). Entre essas inovações, os produtos baseados em microrganismos se destacam como os mais prevalentes, consolidando-se como a principal categoria dentro do universo dos produtos biológicos.

Esse aumento significativo no número de defensivos biológicos aprovados pode ser atribuído à implementação da Lei nº 15.070/2024, que trata da regulamentação de bioinsumos e foi sancionada no final de 2024. A aprovação dessa legislação representa um marco importante para o setor, promovendo a inovação e impulsionando o desenvolvimento de soluções sustentáveis na agricultura brasileira.

As políticas públicas, como o Plano Safra, têm incentivado práticas sustentáveis por meio de financiamentos com juros reduzidos, promovendo a prioridade de crédito para produtores que adotam tais práticas. Outro programa de incentivo é o Programa Nacional de Bioinsumos, aprovado em 2020, abriu novas oportunidades para o setor agrícola brasileiro, visando ampliar e fortalecer o uso de tecnologias e produtos biológicos, como os bioinsumos.

Com os incentivos do governo em função da demanda da sociedade, implantação de sistemas de rastreamento e certificados de origem adotados pelas grandes redes de supermercados, apoio da academia no maior número de pesquisas com controle biológico e a profissionalização das empresas, o futuro do controle biológico no Brasil é promissor, não só nos números, mas também na qualidade, uma vez que a sua utilização em cultivos extensivos deverá ser crescente, exigindo que a eficiência seja maior (Halfeld-Vieira et al., 2016).

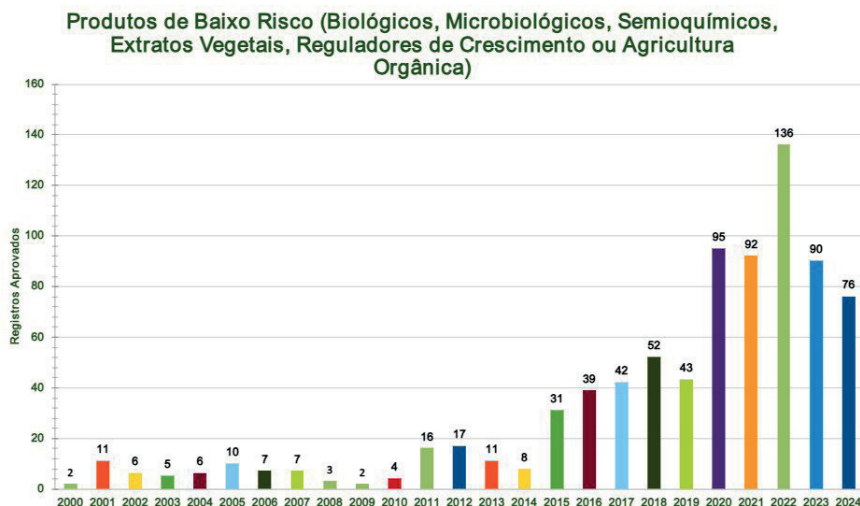


Figura 1- Evolução do número de produtos de baixo impacto registrados no MAPA período de 2000 a 2024. (Brasil, 2025)

3 I REGULAÇÃO E NORMATIVAS NO BRASIL

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é responsável por estabelecer e fiscalizar as normativas que regulam o mercado de produtos biológicos. Inicialmente, os insumos biológicos eram enquadrados como agrotóxicos dentro da Lei nº 7802, de 11 de julho de 1989 (Lei dos Agrotóxicos), porém somente em 2003 foi criada a Lei nº 10.831 (Lei dos Orgânicos) relacionando os insumos biológicos com a regulação dos orgânicos. Entre as principais atuais regulamentações sobre os estimuladores de crescimento, destacam-se a Instrução Normativa nº 13, de 24 de março de 2011, que regulamenta a produção dos inoculantes, garantindo a qualidade e recomendando as estirpes específicas para cada tipo de inoculante. Também se destaca a Instrução Normativa Mapa/SDA nº 30, de 12 de novembro de 2010, que regulamenta o controle de qualidade do produto comercial, dispondo sobre as metodologias a serem observadas pelos laboratórios certificados pelo Mapa (Araújo e Vasconcelos, 2016; Brasil 2011; Brasil, 2010).

Essas regulamentações servem como bases para avanços normativos e legais para os produtos biológicos. Nesse contexto, com o Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020, foi instituído o Programa Nacional de Bioinsumos, visando estabelecer uma base conceitual sobre os bioinsumos no país e reforçando o compromisso do MAPA em incentivar a sustentabilidade e a inovação no setor agrícola (Brasil, 2020). Posteriormente, em dezembro de 2024, foi aprovada a Lei 15.070 (Brasil, 2024a), que regulamenta a cadeia produtiva dos bioinsumos, abrangendo produção, comercialização, fiscalização e incentivos para uso agrícola, pecuário, aquícola e florestal, além de alterar legislações anteriores

para impulsionar a sustentabilidade. Ademais, a regulamentação promove a adequação aos padrões internacionais, facilitando a exportação de bioinsumos. Entretanto, o setor ainda carece de maior alinhamento entre as normas, o que pode gerar exigências e custos adicionais para as empresas e setores de pesquisa.

4 | TIPOS DE PRODUTOS BIOLÓGICOS

Os bioinsumos são elaborados a partir de ingredientes ativos naturais e podem ser classificados em bioestimulantes e inoculantes biológicos.

Bioestimulantes

Os bioestimulantes são substâncias que melhoram o crescimento e desenvolvimento das plantas e podem proteger as plantas de pragas, doenças e fatores abióticos, como tolerância a estresse hídrico, e são compostos de substâncias como aminoácidos ou extratos de algas (Agroadvanced, 2024).

Extrato de Algas

As algas são organismos complexos adaptados a ambientes salinos, produzem uma variedade de compostos bioativos como esteroides, ácidos graxos, aminoácidos e fitormônios. Esses compostos bioativos quando liberados conferem benefícios fisiológicos às plantas estimulando o crescimento e desenvolvimento das plantas, aumentando a produtividade e a resistência a estresses (Silva Cavalcante et al., 2020).

Apresentam como principal forma de aplicação a foliar, onde o extrato de alga é pulverizado nas folhas, sendo rapidamente absorvidos pelos estômatos e através da aplicação no solo de células de algas vivas causando o encharcamento do solo, onde elas se multiplicam e contribuem para a melhoria da estrutura do solo, aumentando a retenção de água e nutrientes (Agroadvanced, 2024).

Inoculantes Biológicos

Já os inoculantes biológicos são microrganismos benéficos, como bactéria, fungos e outros microrganismos que são aplicados em ambientes com finalidades específicas como agentes de biocontrole ou para promover o crescimento de plantas (Kaminsky, et al 2019).

Os inoculantes microbiológicos representam ferramenta cada vez mais valorizada na agricultura moderna. A introdução de microrganismos benéficos no solo, como bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos, promovem uma série de benefícios para as plantas e para o ecossistema como um todo.

Bactérias Fixadoras de Nitrogênio

As bactérias fixadoras de nitrogênio possuem a capacidade única de converter o nitrogênio atmosférico (N_2) em formas utilizáveis pelas plantas, como amônia (NH_3) e nitratos (NO_3^-). Essa relação simbiótica, especialmente com leguminosas, onde as raízes infectadas induzem a formação de nódulos radiculares, é de fundamental importância para a agricultura, pois reduz a necessidade de adubação nitrogenada, e a planta apresenta um aumento no crescimento, maior produção de biomassa e maior tolerância aos estresses abióticos, contribuindo para a sustentabilidade do sistema produtivo (Embrapa, 2023).

Fungos Micorrízicos

Os fungos micorrízicos formam associações simbióticas com as raízes das plantas, formando uma rede de hifas que se estende por um volume de solo muito maior do que as raízes da planta sem a inoculação (Agrolink, 2024).

Quando aplicados em solos aumentam a capacidade de absorção de água e nutrientes, como fósforo e micronutrientes que apresentam baixa mobilidade no solo (Souza et al; 2011). Eles também apresentam o papel de proteger as plantas contra o ataque de patógenos radiculares, produzindo substâncias antifúngicas e contribuindo para a agregação do solo, melhorando a estrutura e aeração do solo.

Metabólitos Secundários

As interações metabólicas que ocorrem entre os fungos endofíticos e as plantas hospedeiras resultam em uma variedade de metabólitos secundários com propriedades bioativas.

Estudos têm demonstrado que os fungos endofíticos são fontes ricas de produtos naturais com propriedades antibacterianas, antifúngicas, antivirais, inseticidas, entre outras (Kusari et al., 2012; Pamphile et al., 2014). Esses compostos bioativos surgem das interações metabólicas entre fungos e plantas, e podem substituir a planta hospedeira na produção de fármacos e agroquímicos, sendo um processo sustentável e independente de condições ambientais (Embrapa, 2012).

Classificação dos metabólitos secundários:

Segundo Aly et al., (2010) os metabólitos secundários são classificados com base em diferentes critérios, como origem biossintética, estrutura química e atividade biológica. Algumas das principais classes de metabólitos secundários incluem:

- **Terpenos:** Compostos voláteis com diversas funções, como atração de polinizadores e defesa contra herbívoros.
- **Fenóis:** Compostos com atividade antioxidante e antifúngica.

- **Alcalóides:** Compostos nitrogenados com diversas atividades biológicas, incluindo propriedades farmacológicas.
- **Peptídeos não ribossômicos:** Pequenas proteínas com alta diversidade estrutural e funcional.

Na agricultura, esses compostos podem induzir a produção de fitoalexinas que inibem fitopatógenos ou promover alterações morfofisiológicas nas plantas, como aumento da espessura da parede celular (Polli et al., 2012). Por exemplo, Varughese et al. (2012) isolaram o fungo *Cordyceps dipterigena* e extraíram o composto Cordycepsidone, que controla o fitopatógeno *Gibberella fujikuroi*, prejudicando a produtividade do arroz.

5 | EMPRESAS E PRODUTOS EM DESTAQUE NO BRASIL:

De acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa, 2024), o Brasil tem atuado há quase 20 anos no registro e inovação de produtos para o controle de pragas. Atualmente, estão registrados 662 produtos de baixo impacto, ou seja, disponíveis para os agricultores. Quase 75% desses produtos foram lançados no mercado entre 2008 e 2024, o que demonstra que, apesar dos avanços regulatórios, a adoção e a transição para o uso de produtos biológicos ainda demandam um tempo considerável para se consolidarem no campo.

O Brasil tem se tornado destino atrativo para empresas com alta tecnologia em pesquisa e produção, incluindo multinacionais especializadas no controle biológico. Nomes de destaque no mercado internacional de proteção biológica de plantas, como Agraquest, Novozymes, Becker-Underwood, Certis, Improcop, Biobest e Koppert, estão estabelecendo presença no país (Halfeld-Vieira et al., 2016). A entrada de novos participantes, tanto nacionais quanto internacionais fez com que o mercado de produtos biológicos no Brasil começasse a se expandir a um ritmo mais acelerado (Bettiol et al., 2014).

A fixação biológica de nitrogênio, mediada por bactérias, representa o grupo mais significativo de inoculantes empregados na agricultura. As espécies pertencentes aos gêneros *Bradyrhizobium*, *Rhizobium* e *Azospirillum* são as mais comumente utilizadas no Brasil (Meyer Lima et al., 2022).

Segundo (Parra, 2019), entre os microrganismos mais facilmente aceitos pelos agricultores, devido à semelhança com os produtos químicos na aplicação e ao chamado “tempo de prateleira”, que permite o armazenamento antes do uso, destacam-se alguns exemplos de amplo uso em áreas cultivadas. *Trichoderma harzianum* Rifai, foi utilizado em mais de 5 milhões de hectares; *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. em 1,5 milhão de hectares; *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin em 2,5 milhões de hectares; *Baculovirus* (Baculoviridae) em 200 mil hectares; e *Bacillus* spp. em 1,5m.

Ao considerar o registro de bio defensivos por segmentos, é possível observar que os produtos destinados ao controle de insetos se destacam como os que mais cresceram nos últimos 3 anos, seguidos pelos biofungicidas (Figura 2) (Croplife, 2024).

Dentre os bioinseticidas destacam-se ingredientes ativos como a bactéria *B. thuringiensis* e seus alvos como as lagartas, principalmente as do gênero *Helicoverpa* sp. e brocas, além dos fungos *B. bassiana* para moscas, ácaros, brocas e *M. anisopliae* para cigarrinhas das pastagens e de raízes (IEA, 2018).

Para avançarmos no mercado dos bioestimulantes, é fundamental investir na área, com ênfase em programas interdisciplinares e multidisciplinares, evoluindo o aumento da massa crítica no setor. Dessa forma, poderemos lançar novos produtos biológicos, frutos desses programas colaborativos, atendendo à demanda dos agricultores por inovações nessa área. Além disso, é essencial expandir nosso portfólio de produtos biológicos para oferecer soluções cada vez mais (Parra, 2019).

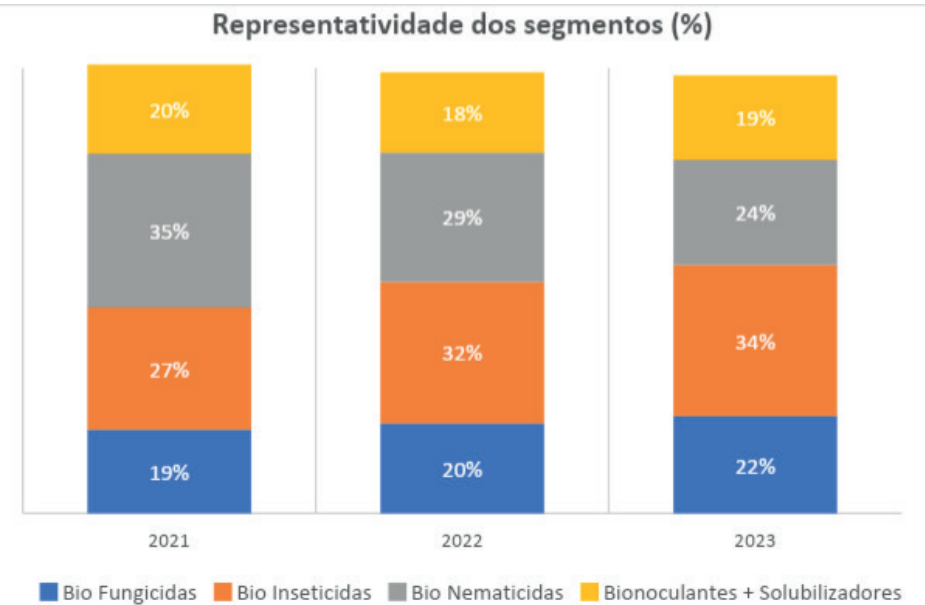


Figura 2: Representatividade dos segmentos Bioinsumos, 2024. (Croplife Brasil, 2024)

6 | DESAFIOS E OPORTUNIDADES DO SETOR

Apesar de seu crescimento de produtos biológicos, o setor enfrenta barreiras significativas. Entre os desafios, estão os altos custos iniciais associados ao desenvolvimento e registro de produtos biológicos, falta de mão de obra especializada e demanda de mercado viável e econômica (Paiva et al., 2024). O Brasil, como um dos maiores produtores agrícolas do mundo, possui potencial para liderar o mercado global de bioinsumos, desde que invista em infraestrutura, capacitação e incentivo à inovação (Sambuichi et al., 2024; Boschiero, 2024). Outro desafio é o baixo nível de conscientização entre os agricultores sobre os benefícios dos bioinsumos.

Contudo, existem oportunidades notáveis ligada à crescente demanda por produtos sustentáveis impulsionada por consumidores conscientes e o avanço das práticas agrícolas orgânicas vem criando um cenário promissor (Brasil, 2024b) Além disso, para enfrentar as barreiras, programas de extensão rural e campanhas de conscientização são fundamentais. Por outro lado, o Brasil possui vantagens competitivas únicas, como sua vasta biodiversidade, que podem ser exploradas para o desenvolvimento de produtos biológicos diferenciados (Vidal, 2023).

7 | PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (INOVAÇÃO E INICIATIVAS CIENTÍFICAS).

Existem várias iniciativas de universidades, instituições de pesquisa e empresas privadas no desenvolvimento de produtos biológicos para a agricultura, como os exemplos seguintes.

- **Parceria entre Tereos e Koppert**

Em setembro de 2024, a empresa Tereos, empresa líder global na produção de açúcar e a Koppert, líder mundial em controle biológico, assinaram um acordo de longo prazo para pesquisa e desenvolvimento de insumos biológicos. A parceria visa aumentar a produtividade, reduzir custos e promover a sustentabilidade em plantios de cana de açúcar.

- **Programa Nacional de Bioinsumos (PNB)**

Criado em 2020 pelo decreto nº 10.375, o PNB tem como principais objetivos melhorar a estruturação do desenvolvimento e regularização de produtos biológico, aumentar a oferta e o acesso, incentivar e estimular o uso desses produtos.

- **Investimento da UFSM e da região em bioinsumos**

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e a região estão investindo em bioinsumos, uma tecnologia promissora, através de empresas. A INGAL Agrotecnologia é uma startup que desenvolve produtos orgânicos inovadores para a agricultura, focando tanto no aspecto econômico quanto ambiental. A empresa começou produzindo ácido fítico e aminoácidos orgânicos a partir de arroz e soja. A combinação desses ingredientes levou à criação do bioestimulante “Organic Bloom”, que possui o Selo de Produto Orgânico emitido pelo IBD, com reconhecimento internacional, e cuja patente foi requerida pela UFSM, Estado do Rio Grande do Sul e INGAL.

- **Solubio**

A Solubio, localizada em Gurupi, Tocantins, dedica-se à produção de bioinsumos, visando eliminar o uso de pesticidas químicos na agricultura. Aprendendo continuamente com o campo e em parceria com doutores, institutos de pesquisa e universidades, a empresa criou o sistema de manejo biológico OnFarm, conhecido como Solubio Experience, que inclui o LabFarm, BioFábrica OnFarm, SoluFarm e Suporte OnFarm. Essa tecnologia permite que os produtores reduzam os custos em até 40% no cultivo de várias culturas, como soja, milho e café. A Solubio também colabora com a UFSM/Agittec em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

- **Laboratório de Proteção de Plantas (LPP)/UFRA**

O Laboratório de Proteção de Plantas (LPP) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), situado em Belém/PA, é uma unidade coordenada pelas professoras Doutoras Gisele Barata da Silva e Telma Fátima Vieira Batista, e pelo professor Dr. Gledson Luiz Salgado de Castro. Dedicado à pesquisa em fitopatologia, entomologia e microbiologia aplicada, com ênfase na proteção de plantas, o LPP foca no estudo de microrganismos que promovem o crescimento e combatem pragas. Além disso, o laboratório é utilizado para aulas práticas nessas áreas e, ao mesmo tempo, se dedica à produção de fungos empregados na pesquisa para o controle fitossanitário na agricultura da região Norte do Brasil. Os alunos de graduação e pós-graduação têm acesso a uma ampla gama de técnicas, que vão desde métodos clássicos de identificação e isolamento até avançadas técnicas de bioquímica, biologia molecular e análise de fotossíntese, o que os capacita para suas pesquisas, contribuindo para o avanço do conhecimento científico (Ufra, 2024).

8 | RESULTADOS PRÁTICOS NO CAMPO

No Brasil (Souza, 2023), há experiências de grandes áreas de produção onde o uso de técnicas mais sustentáveis e boas práticas são relevantes e vem refletindo na redução de custos de produção associados à atenuação do uso de insumos químicos, com manutenção de produtividade e melhoria das condições biológica e mineral dos solos. De acordo com a Crop Life (2024), 55% do total de bioinsumos são utilizados na soja, 27% no milho, 12% na cana-de-açúcar e 6% em cultivos como algodão, café, citrus e hortifruti (HF).

Há 40 anos, o Brasil tinha plantio de soja pequeno e desconhecia o uso de inoculantes, mas hoje é um exemplo de sucesso na agroindústria graças a essa tecnologia que impulsionou a produção. Hoje estima-se que há cerca de 30 milhões de hectares de soja plantados com inoculantes, a base do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense*, que atuam como fixadores biológicos de nitrogênio, propiciando o crescimento da planta, o que gera uma economia anual para o país na ordem de US\$ 13 bilhões pelo não uso de fertilizantes nitrogenado, portanto, fóssil (MAPA, 2025).

Outro exemplo de sucesso no uso de inoculantes no Brasil é a aplicação de produtos contendo a bactéria *Azospirillum brasilense*, selecionado por pesquisadores da Embrapa Soja e da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Esses inoculantes têm se mostrado particularmente eficazes para as culturas de milho e arroz, promovendo benefícios significativos no aumento da produtividade dessas plantas (Mendes, 2010). Conforme Paiva et al. (2018), considerando o baixo custo do inoculante em termos de valor de mercado e seu papel ambiental, o uso de inoculantes à base de MPCP (Microrganismos Promotores de Crescimento de Plantas) em milho se torna uma prática cada vez mais viável e promissora dentro do contexto da agricultura sustentável.

Inúmeros estudos demonstraram que a aplicação de bioinsumos, como biofertilizantes e inoculantes microbianos, pode efetivamente estimular o crescimento e o desenvolvimento das plantas, levando a um aumento na produtividade agrícola. Como os estudos realizados pelo Laboratório de Proteção de Plantas (LPP), como de Lima et al., (2021), revelaram, que a inoculação de mudas de dendezeiro com rizobactérias pode induzir mudanças positivas na estrutura das raízes, o aumento da densidade e da extensão das raízes finas, proporcionado por essa interação, facilitou a absorção de nutrientes essenciais. Mendonça et al. (2025) avaliando a eficácia inoculante das estirpes amazônicas do mix *Trichoderma Asperellum* (UFRAT06, UFRAT09 e UFRAT52), *Trichoderma Asperellum* (UFRAT12) e *Bacillus amyloliquefaciens* (UFRAB01) na promoção do crescimento e desempenho fisiológico das mudas de dendezeiro, puderam concluir que a inoculação de linhagens amazônicas é eficaz da ativação de mecanismos fisiológicos resultando em uma maior produção de crescimento.

9 | PERSPECTIVAS FUTURAS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As expectativas para o mercado de produtos biológicos no Brasil são otimistas. Avalia-se que o mercado de biológicos ainda crescerá muito, já que estes produtos passaram a ser demandados por todos os produtores agrícolas e, não somente, pelos da agricultura orgânica (Brasil, 2024c). Além disso, tecnologias emergentes, como biotecnologia e inteligência artificial (IA), desempenham papel crucial no aprimoramento dos produtos biológicos, permitindo maior eficiência e redução de custos.

Por exemplo, a IA está revolucionando a microbiologia industrial, sendo aplicada em controle de qualidade, detecção de bactérias e padrões sanitários. Essa transformação pode elevar os padrões na segurança alimentar e desenvolvimento sustentável dos produtos biológicos (Neurosys, 2024). Para consolidar essa trajetória de crescimento, é fundamental que o setor continue investindo em pesquisa, desenvolvimento e capacitação, buscando equilibrar inovação com sustentabilidade.

A utilização de produtos biológicos para a promoção do crescimento de plantas é uma tendência crescente no Brasil, impulsionada pela conscientização ambiental e

pela busca por alternativas mais sustentáveis. O mercado de bioinsumos no Brasil tem mostrado um crescimento significativo, com destaque para a eficiência e a segurança dos produtos que estão ganhando espaço nas práticas agrícolas. No entanto, a expansão do uso de produtos biológicos depende da superação de desafios como a resistência dos agricultores, a redução de custos e o fortalecimento da pesquisa. Com o apoio do governo, a inovação tecnológica e a conscientização crescente sobre a sustentabilidade, o setor de bioinsumos para a promoção de crescimento vegetal no Brasil tem um futuro promissor.

REFERÊNCIAS

Agroadvance. Mercado de bioinsumos no Brasil. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-mercado-de-bioinsumos-no-brasil/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

Agrolink (2024). *Micorrizas (FMA)* - Tudo o que você precisa saber. Disponível em: Agrolink. Acesso em: 17 de fevereiro de 2025.

Agrolink. Insumos biológicos. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/outros-insumos/insumos-biologicos_454993.html. Acesso em: 5 nov. 2024.

Aly, A. H.; Debbab, A.; Proksch, P. Fungal endophytes: unique plant inhabitants with great promises. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 86, n. 2, p. 201-220, 2010.

Araujo, F. de A.; Vasconcelos, R. M. Conhecendo as exigências legais e técnicas aplicáveis às atividades de pesquisa e desenvolvimento de inoculantes. 2016.

Araújo, I. S.; Oliveira, G. M.; Lacerda, L. B.; Batista, J. L.; Lopes, G. N. Perspectivas atuais da utilização de bioinseticidas em *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 7, p. 20-27, 2019. DOI: 10.5281/zenodo.3575253.

Bettiol, W.; Maffia, L. A.; Castro, M. L. M.P. Control Biológico De Enfermidades De Plantas En Brasil. In: Bettiol, W.; Rivera, M. C.; Mondino, P.; Montealegre, J. R.; Colmenárez, Y. (Ed.). *Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe*. Montevideo: Facultad de Agronomía, Universidad de la República, 2014. p. 91-138.

Biotrop. Microrganismos promotores de crescimento de plantas como ferramenta para potencializar a produção de grãos e seus desafios. Disponível em: <https://biotrop.com.br/microrganismos-promotores-de-crescimento-de-plantas-como-ferramenta-para-potencializar-a-producao-de-graos-e-seus-desafios/>. Acesso em: 5 nov. 2024.

Boschiero, Beatriz Nastaro. 5 causas do crescimento acelerado do mercado de bioinsumos no Brasil. Agroadvance, 2024. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-mercado-de-bioinsumos-no-brasil/>.

Brasil. Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020. Regulamenta a Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998, para dispor sobre a gestão de imóveis da União. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 27 maio 2020.

Brasil. Líder global na utilização de bioinsumos, Brasil apresenta panorama regulatório de registros biológicos na ABIM. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/lider-global-na-utilizacao-de-bioinsumos-brasil-apresenta-panorama-regulatorio-de-registros-biologicos-na-abim>. Acesso em: 28 nov. 2024a.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Mapa registra produtos para o auxílio no manejo integrado de pragas da citricultura, fruticultura e da cultura do milho e do café no Brasil. [Brasília]: Ministério da Agricultura e Pecuária, 20 fev. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-registra-produtos-para-o-auxilio-no-manejo-integrado-de-pragas-da-citricultura-fruticultura-e-da-cultura-do-milho-e-do-cafe-no-brasil>.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 23 de novembro de 2010. Estabelece métodos oficiais para análise de inoculantes. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 nov. 2010.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 24 de março de 2011. Estabelece normas para a produção, comercialização e rotulagem de inoculantes agrícolas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 mar. 2011.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Líder global na utilização de bioinsumos, Brasil apresenta panorama regulatório de registros biológicos na ABIM. 2024c. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/lider-global-na-utilizacao-de-bioinsumos-brasil-apresenta-panorama-regulatorio-de-registros-biologicos-na-abim>.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mercado de biodefensivos cresce em mais de 50% no Brasil. 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/feffmercado-de-biodefensivos-cresce-em-mais-de-50-no-brasil>.

Bueno, A. de F.; Mazaro, S. M.; Silva, J. C. da. Bioinsumos na cultura da soja. In: EMBRAPA. Bioinsumos: práticas e tendências. Brasília, DF: Embrapa, 2022. cap. 27, p. 550.

Castro, GLS, Rêgo, MCF, Silvestre, WVDet *al.* Promoção do crescimento de mudas de açaí através da inoculação de rizobactérias. *Braz J Microbio* 51, 205–216 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42770-019-00159-2>

Croplife Brasil. Bioestimulante: uma nova ferramenta para tratar as plantas. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/conceitos/bioestimulante-uma-nova-ferramenta-para-tratar-as-plantas/>. Acesso em: 6 nov. 2024.

Croplife Brasil. Mercado de bioinsumos cresceu 15% na safra 2023/2024. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/mercado-de-bioinsumos-cresceu-15-na-safra-2023-2024/>. Acesso em: 04 nov. 2024.

Croplife Brasil. Mercado de bioinsumos cresceu 15% na safra 2023/2024. São Paulo, 20 fev. 2024. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/mercado-de-bioinsumos-cresceu-15-na-safra-2023-2024/>.

Embrapa (2023). Fixação Biológica de Nitrogênio. Disponível em: Portal Embrapa. Acesso em: 17 de fevereiro de 2025.

Embrapa. Fungos Endofíticos: Aplicações Biotecnológicas. Brasília: Embrapa Estudos e Capacitação, 2012.

Ferreira, T. C., Santos, G. R., de Moraes, A. J. G., Santos, F. S., Mendonça, D. P., da Silva, M. Y. F., de Castro, G. L. S., & Batista, T. F. V. (2024). Microorganisms as growth promoters of *Acmella oleracea* grown under different cultivation systems. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 28(7), e278862. <http://www.agriambi.com.br>

Goulet, Frédéric. Políticas de promoção de bioinsumos no Brasil. Entre alternativas e alinhamentos. 2021.

Halfeld-Vieira, B. A.; Marinho-Prado, J.S; Nechet, K.L; Morandi, M.A.B; Bettiol, W. Defensivos agrícolas naturais, uso e perspectivas. 1 ed. Brasília, 2016.

Kaminsky LM, Trexler RV, Malik RJ, Hockett KL, Bell TH Os conflitos inerentes ao desenvolvimento de inoculantes microbianos do solo. *Tendências Biotecnologia*. 2019;37(2):140–151.

Kusari, S.; Zühlke, S.; Spiteller, M. An endophytic fungus from *Camptotheca acuminata* that produces camptothecin and analogues. *Journal of Natural Products*, v. 75, n. 4, p. 482-488, 2012.

Mendes, I. C.; Reis Junior, Fábio Bueno Dos; Hungria, Mariangela. 20 Perguntas e Respostas sobre Fixação Biológica de Nitrogênio. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010 (Documentos 281).

Mendonça, DP, Brito, MLB, Dias, JT *et al*. Cepas de microrganismos amazônicos melhoram desempenho fisiológico para promover o crescimento de mudas de dendê. *J Plant Growth Regul* (2025). <https://doi.org/10.1007/s00344-025-11628-4>

Meyer, M.C.; Mazaro, S. M.; Godoy, C. V. Controle biológico de mofo-branco na cultura da soja. In: Meyer, M. C.; Bueno, A. De F.; Mazaro, S. M.; Silva, J. C. da. (Org.). Bioinsumos na cultura da soja. 1ed.Brasília: Embrapa, 2022, v. 1, p. 315-329.

Ministério Da Agricultura E Pecuária E Abastecimento (MAPA). Bioinsumos contribuem para ampliar sustentabilidade da produção agrícola do Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/material-para-imprensa/pt/release-03-release-bioinsumos-sec-fernandocamargo/@@download/file/release%2003%20-%20Release%20Bioinsumos%20sec.%20FernandoCamargo.pdf>Acesso em: 05 FEV. 2025.

Ministério Da Agricultura E Pecuária E Abastecimento (MAPA). Líder global na utilização de bioinsumos, Brasil apresenta panorama regulatório de registros biológicos na ABIM. 2024. Disponível em: <http://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/lider-global-na-utilizacao-de-bioinsumos-brasil-apresenta-panorama-regulatorio-de-registros-biologicos-na-abim>. Acesso em: 28 nov. 2024.

Ministério Da Agricultura E Pecuária E Abastecimento (MAPA). Mapa registra produtos para o auxílio no manejo integrado de pragas da citricultura, fruticultura e da cultura do milho e do café no Brasil. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-registra-produtos-para-o-auxilio-no-manejo-integrado-de-pragas-da-citricultura-fruticultura-e-da-cultura-do-milho-e-do-cafe-no-brasil>. Acesso em: 4 de fev. 2025.

Miranda, R. A. De; Marriel, I. E.; Oliveira-Paiva, C. A. O mercado de biofertilizantes e inoculantes: status e potencial de ativos da Embrapa Milho e Sorgo. Embrapa Milho e Sorgo, 2023. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 278).

Morandi, M. A. B.; Bettiol, W. Controle Biológico De Doenças De Plantas No Brasil. In: Bettiol, W.; Morandi, M. A. B. (Eds.) Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 7-14

Neurosys. AI in microbiology. 2024. Disponível em: <https://neurosys.com/blog/ai-in-microbiology>. Acesso em: 10 dez. 2024.

Nexo Jornal. Por que o agro está interessado em produtos biológicos? Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/externo/2024/09/30/por-que-o-agro-esta-interessado-em-produtos-biologicos>. Acesso em: 5 dez. 2024.

Oliveira, N. T.; Sousa, S. M. Bioestimulantes à base de substâncias húmicas e aminoácidos promovem o aumento do crescimento de plântulas de milho. *Revista Saberes*, v. 1, n. 1, p. 78-83, 2016.

Paiva, C. A. O. et al. Microrganismos promotores de crescimento vegetal em cana-de-açúcar e outras gramíneas. 2024.

Paiva, C. A. O.; Mattos, B. B.; Gomes, E. A.; Marriel, I. E.; Lana, U. G. P.; Silva, U. C.; Santos, V. L. 2018. Inoculantes de Microrganismos Promotores de Crescimento em Milho: Transferindo a Diversidade do Laboratório para o Campo. *Embrapa Milho e Sorgo*. Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. N° 227, p.1-20.

Pamphile, J. A.; Araújo, W. L.; Azevedo, J. L. Endophytic fungi: biological control agents of pathogens and their potential as sources of bioactive metabolites. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 45, n. 3, p. 753-765, 2014.

Parra, José R. P.. Controle Biológico na Agricultura Brasileira. *Entomological Communications*, v. 1, p. ec01002-3, 2019.

Polli, A.; Arnold, M. D.; Reinemann, L. Endophytic fungi: implications and applications in agriculture. *Fungal Biology Reviews*, v. 26, n. 1, p. 24-36, 2012.

Sambuichi, Regina Helena Rosa; Policarpo, Mariana Aquilante; Alves, Fábio. A Produção de bioinsumos no Brasil: desafios e potencialidades. 2024.

Souza, André Luiz Alvarenga de. Escoamento de commodities agrícolas brasileiras. *Agricultura 4.0*, 2020.

Souza, Silvia de Oliveira; Santos, Priscila Rohem dos. Bioinsumos na agricultura: inoculantes. Colaboradores: Ana Luiza Dias et al.; Revisão: Irene von der Weid. Rio de Janeiro: Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, 2023. 62 p. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/informacao/13_12_2023_RadarInoculantesfinal.pdf. Acesso em: 6 fev 2025.

Szilagyi-Zecchin, V. J.; Ikeda, A. C.; Hungria, M.; Adamoski, D.; Kava-Cordeiro, V.; Glienke, C.; Galliterasawa, L. V. Identification and characterization of endophytic bacteria from maize (*Zea mays* L.) roots with biotechnological potential in agriculture. *AMB Express*, v. 4, p. 2-9, 2014.

UFRA. Laboratório de Proteção de Plantas e Biologia Molecular. Universidade Federal Rural da Amazônia, 2024. Disponível em: https://ica.ufra.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=130:laboratorio-de-protecao-de-plantas-e-biologia-molecular&catid=17&Itemid=121&lang=pt. Acesso em: 4 fev. 2025.

Valente Lima, Josué; Tinôco, Ricardo Salles; Olivares, Fabio Lopes; Chia, Gilson Sanchez; Melo Júnior, José Ailton Gomes de; Silva, Gisele Barata Da. Rhizobacteria modify root architecture and improve nutrient uptake in oil palm seedlings despite reduced fertilizer. *Rhizosphere*, v. 19, p. 100420, 2021.

Varughese, T.; Beena, B.; Senthil, K. Isolation and identification of endophytic fungi from *Desmotes incomparabilis*. *Journal of Environmental Biology*, v. 33, n. 2, p. 377-382, 2012.

Vidal, M. C.; Amaral, D. F. S.; Nogueira, J. D.; Mazzaro, M. A. T.; Lira, V. M. C. Bioinsumos: a construção de um programa nacional pela sustentabilidade do agro brasileiro. *Economic Analysis of Law Review*, v. 12, n. 3, p. 557-574, set. - dez. 2021.

Vidal, Mariane Carvalho; Dias, Rogerio Pereira. Bioinsumos a partir das contribuições da Agroecologia. 2023.

Vittia. Como os produtos biológicos estão elevando a produtividade. Disponível em: <https://vittia.com.br/como-os-produtos-biologicos-estao-elevando-a-produtividade/>. Acesso em: 5 nov. 2024.