



Bioinsumos no Brasil: integração de dados, dinâmica de adoção e implicações para políticas públicas de baixo carbono e eficiência produtiva

Bioinputs in Brazil: data integration, adoption dynamics and implications for low-carbon agricultural policies and productive agricultural policies

Carlos Ramos Venâncio
Ministério da Agricultura e Pecuária
Larissa Plaisant Bonotto
ANP II Bio
Julia Emanuela Almeida de Souza
ANP II Bio
Solon Cordeiro de Araújo
ANP II Bio

GT 04 - Meio ambiente, agroecologia, sustentabilidade e mudanças climáticas

Resumo: A análise da dinâmica de adoção de bioinsumos no Brasil a partir da integração de dados da ANP II Bio e do MAPA, estruturados em painel (UF×ano) para o período 2019–2024 mostrou resultados de crescimento consistente, heterogeneidade regional e mudança no perfil tecnológico dos inoculantes. Entre 2019 e 2024, o mercado brasileiro de inoculantes apresentou taxa média anual de crescimento de 20%, com destaque para *Azospirillum*, representando cerca de 70% das entregas totais em 2024. A adoção é predominantemente orientada por fatores econômicos, com limitações informacionais como principal gargalo. Este trabalho propõe a integração de bases público-privadas para qualificar o diagnóstico e apoiar políticas agrícolas sustentáveis, além de conectar adoção tecnológica a impactos produtivos, econômicos e ambientais mensuráveis.

Palavras-chave: bioinsumos; adoção tecnológica; políticas públicas; eficiência produtiva

Abstract: An analysis of the dynamics of bio-input adoption in Brazil, based on the integration of data from ANP II Bio and MAPA, structured in a panel (state×year) for the period 2019–2024, showed consistent growth, regional heterogeneity, and a change in the technological profile of inoculants. Between 2019 and 2024, the Brazilian inoculant market grew at an average annual rate of 20%, with *Azospirillum* accounting for approximately 70% of total deliveries in 2024. Adoption is predominantly driven by economic factors, with informational limitations being the main bottleneck. This work proposes the integration of public-private databases to improve the diagnosis and support sustainable agricultural policies, linking technological adoption to measurable productivity, economic, and environmental impacts.

Keywords: bioinputs; technology adoption; public policies; productive efficiency

1. Introdução

Os bioinsumos constituem um eixo estratégico da transição para sistemas agropecuários sustentáveis, especialmente em países tropicais com elevada intensidade produtiva, como o Brasil. Sua incorporação articula dimensões tecnológicas, econômicas e institucionais, inserindo-se em políticas públicas voltadas à mitigação de emissões e à eficiência no uso de insumos (Policarpo, 2023). No contexto brasileiro, programas como o Plano ABC+ e o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB) estruturam o ambiente institucional para expansão dessas tecnologias.



No entanto, evidências recentes indicam que a adoção não ocorre de forma homogênea, sendo condicionada por fatores estruturais e de mercado (Vidal, 2021; Policarpo, 2023; Rangel et al; 2025). Além disso, observa-se que a velocidade de difusão tecnológica dos bioinsumos no Brasil supera a de outras inovações agrícolas recentes, refletindo tanto ganhos econômicos diretos quanto a crescente pressão por sistemas produtivos mais sustentáveis (Brasil, 2026).

Globalmente, o mercado de bioinsumos cresce acima de 10% ao ano, impulsionado por restrições a agrotóxicos e pela demanda por produtos de menor pegada ambiental (FAO, 2024; OECD, 2025). O Brasil, devido à sua agricultura tropical de escala, apresenta vantagem competitiva para a adoção rápida dessas tecnologias, posicionando-se como polo estratégico na bioeconomia global.

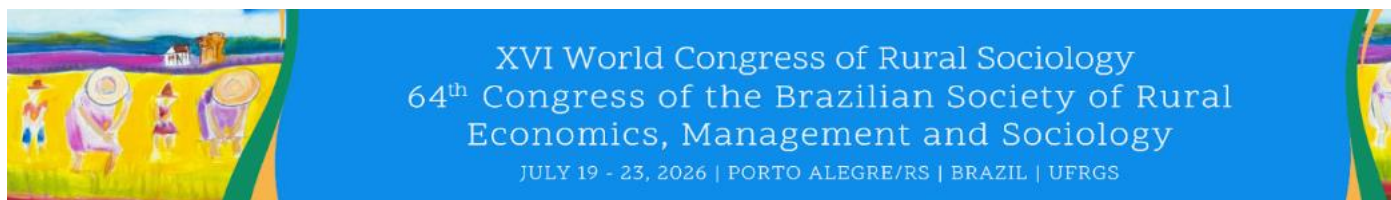
Adicionalmente, a limitação de sistemas integrados de informação compromete a capacidade de monitoramento e avaliação dessas políticas (Santos et al., 2022). A iniciativa de integração entre Associação Nacional de Promoção e Inovação da Indústria de Biológicos (ANPII Bio) com sistemas do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) representa avanço nesse sentido, permitindo a construção de indicadores padronizados e comparáveis ao longo do tempo. Diante desse cenário, este estudo se propõe a analisar a dinâmica dos bioinsumos no Brasil, integrando dados, metodologia oficial e evidências empíricas sobre adoção e mercado.

2. Revisão da Literatura

A literatura recente demonstra que a adoção de bioinsumos resulta da interação entre fatores econômicos, institucionais e tecnológicos. Estudos empíricos indicam que políticas públicas apresentam associação positiva com a adoção, mas não necessariamente impacto causal direto no curto prazo.

No caso brasileiro, observa-se diferenciação entre segmentos: defensivos biológicos são mais dependentes de capacidades técnico-institucionais, enquanto inoculantes respondem fortemente a variáveis econômicas, como crédito e valor da produção. Essa distinção reflete diferentes níveis de maturidade tecnológica e complexidade regulatória (Rangel et al., 2025).

Além disso, a literatura sobre bioeconomia destaca o papel dos bioinsumos na redução da dependência de fertilizantes sintéticos e na mitigação de emissões, especialmente via fixação biológica de nitrogênio. No âmbito do Plano ABC+, esses insumos passam a integrar uma



estratégia mais ampla de intensificação sustentável (Cruz, et al., 2025; Embrapa, 2024). Outro avanço recente é a incorporação de metodologias de monitoramento, como o painel BIO, que permite mensurar área de adoção e impactos ambientais com base em dados agrícolas oficiais (Brasil, 2026).

Adicionalmente, relatórios recentes indicam que o mercado global de bioinsumos vem crescendo a taxas superiores às do mercado de insumos convencionais, impulsionado por restrições regulatórias a agroquímicos e pela demanda por produtos com menor pegada ambiental (FAO, 2024; FAO, 2022). Estudos indicam que a adoção de inoculantes de *Bradyrhizobium* pode reduzir em até 30% a necessidade de fertilizantes nitrogenados químicos, com redução estimada de 0,5 tCO₂e/ha/ano nas emissões agrícolas. No Brasil, esse movimento é potencializado pela elevada competitividade da agricultura tropical e pela escala produtiva, posicionando o país como um dos principais polos de desenvolvimento e adoção dessas tecnologias.

Evidências de casos regionais mostram que cooperativas no Mato Grosso que implementaram consórcios microbianos aumentaram produtividade em 10–15% em culturas de milho e soja (Rangel et al., 2025). Esse contexto reforça a relevância de estudos empíricos que integrem dados de mercado e políticas públicas para compreender os determinantes da difusão tecnológica.

3. Metodologia

A estratégia metodológica adotada baseia-se na integração de dados setoriais provenientes da ANPPI Bio e MAPA, no contexto da estruturação de bases informacionais para o acompanhamento do uso de bioinsumos no Brasil. A base empírica consiste em informações de comercialização de inoculantes entre 2019 e 2024, padronizadas na unidade “dose” e desagregadas por tipo de microrganismo e unidade da federação.

Foram incorporadas variáveis socioeconômicas, incluindo renda agrícola média por UF, acesso a crédito rural e tamanho médio das propriedades. A análise estatística utilizou modelos de painel com efeitos fixos e clusterização por estado, permitindo avaliar o impacto de fatores econômicos e institucionais na adoção de bioinsumos.



4. Resultados e discussão

Os resultados evidenciam uma trajetória consistente de expansão do mercado brasileiro de inoculantes entre 2019 e 2024, caracterizada por crescimento contínuo e estatisticamente robusto. O volume total de entregas mais que dobrou no período, com taxa média anual próxima de 20%, indicando que a difusão dos bioinsumos permanece em estágio ativo e não apresenta sinais de saturação.

Esse comportamento sugere que a adoção está fortemente associada a ganhos econômicos diretos, especialmente à substituição de insumos químicos importados e à melhoria da eficiência no uso de nutrientes, mais do que a choques institucionais pontuais, configurando um processo estrutural de transformação tecnológica no sistema agrícola.

A análise da composição tecnológica revela mudança relevante no conjunto de produtos, com forte expansão de microrganismos promotores de crescimento, especialmente *Azospirillum*, enquanto categorias residuais apresentam retração. Esse movimento indica uma transição de um modelo centrado exclusivamente na fixação biológica de nitrogênio para um paradigma mais amplo de bioinsumos multifuncionais, refletindo maior sofisticação agronômica e integração tecnológica nas práticas produtivas.

Essa transição também está alinhada com avanços recentes em microbiologia agrícola e no desenvolvimento de consórcios microbianos, que ampliam os efeitos agronômicos dos bioinsumos para além da nutrição, incluindo tolerância a estresses abióticos e incremento da produtividade em condições adversas (Embrapa, 2024). Esses avanços contribuem para reduzir a variabilidade de resposta no campo, um dos principais desafios históricos à adoção dessas tecnologias. Estudos regionais indicam aumento de 10–15% na produtividade de milho e soja quando consórcios microbianos são aplicados corretamente (Rangel et al., 2025).

Ao mesmo tempo, a elevada correlação entre *Bradyrhizobium* e o total de entregas confirma que a fixação biológica de nitrogênio ainda constitui o núcleo estruturante do mercado.

Do ponto de vista espacial, observa-se significativa heterogeneidade entre unidades federativas, com diferenças estatisticamente relevantes nas médias de entregas e forte



concentração relativa em estados do Centro-Oeste e Sul. Mato Grosso lidera amplamente o mercado, seguido por Paraná e Goiás, mas o nível geral de concentração permanece moderado, indicando difusão relativamente ampla da tecnologia. Apesar do crescimento consistente, limitações na assistência técnica, infraestrutura logística e percepção de risco ainda restringem a velocidade de adoção em estados do Norte e Nordeste.

A figura ilustra essa distribuição e evidencia tanto a dispersão quanto a assimetria regional, com estados menos intensivos apresentando maior variabilidade e taxas de crescimento mais elevadas, sugerindo um processo de convergência tecnológica no território nacional.

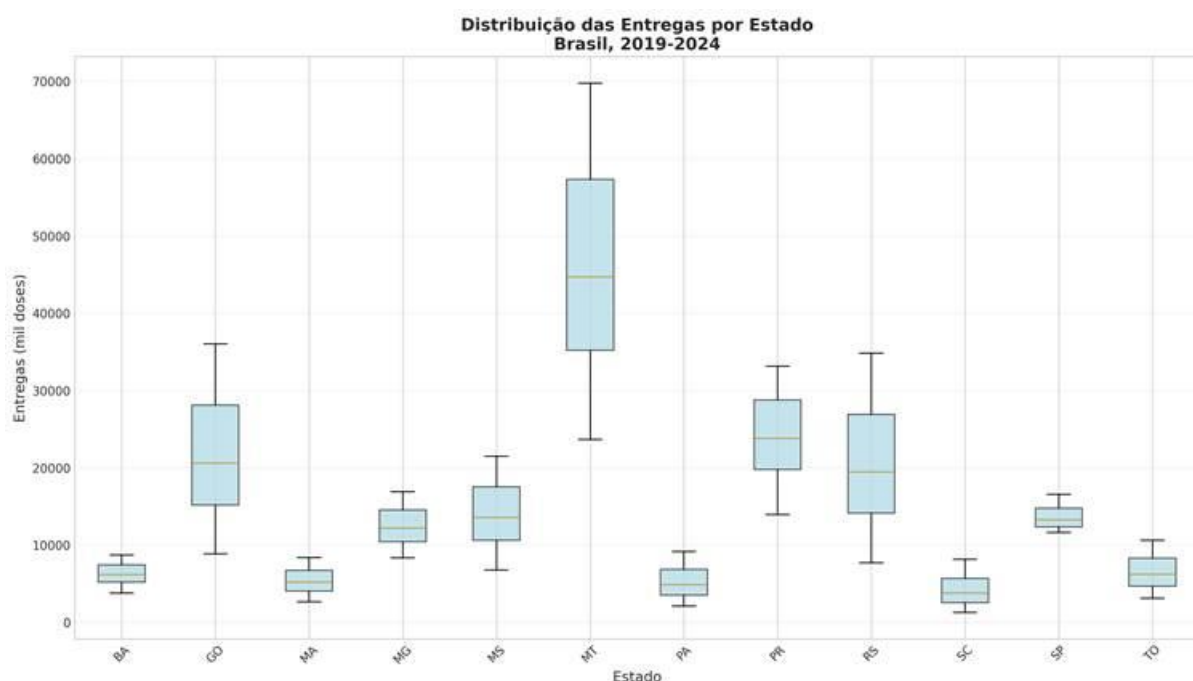


Figura. Média da distribuição de entregas de doses por Estado da federação (Fonte: ANPIL-Bio)

Os resultados indicam que a adoção de bioinsumos no Brasil é orientada por fatores de mercado, com expansão consistente, porém espacialmente heterogênea. Adicionalmente, essa heterogeneidade regional pode estar associada a diferenças no acesso à assistência técnica, infraestrutura de distribuição e grau de organização das cadeias produtivas. Evidências recentes sugerem que regiões com maior integração entre produtores, cooperativas e empresas de



tecnologia apresentam maior velocidade de adoção, reforçando o papel das redes institucionais na difusão dos bioinsumos (Rangel et al., 2025).

5. Considerações finais

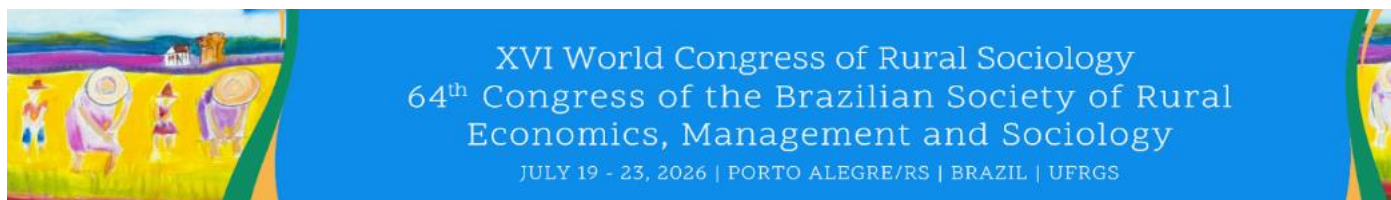
Os resultados confirmam que o uso de bioinsumos no Brasil apresenta trajetória de expansão consistente, ainda que marcada por heterogeneidades regionais e limitações informacionais. A análise evidencia que o principal gargalo não está na oferta tecnológica, mas na capacidade de mensurar, integrar e interpretar os dados de uso em escala nacional.

Nesse sentido, o artigo demonstra que o fortalecimento de bases como o painel de Bioinsumos do Plano ABC+, aliado à estruturação de dados do setor produtivo, é condição necessária para qualificar o diagnóstico e orientar políticas públicas mais precisas, especialmente em um contexto de crescente demanda por sustentabilidade e eficiência produtiva.

Além disso, a consolidação de sistemas integrados de informação pode contribuir diretamente para a inserção dos bioinsumos em mecanismos de financiamento climático e mercados de carbono, ao permitir a mensuração mais precisa de seus impactos na redução de emissões e no sequestro de carbono no solo (IPCC, 2021; FAO, 2022). Esse avanço amplia o papel dos bioinsumos de uma inovação agrônômica para um instrumento estratégico de política climática.

Para ampliar a difusão tecnológica, recomenda-se a implementação de programas de capacitação técnica regionais, integração com sistemas de crédito rural sustentável e incorporação de bioinsumos em mecanismos de financiamento climático, permitindo que dados sobre redução de emissões e produtividade sejam monetizados como ativos ambientais.

Como próximos passos, propõe-se o aprofundamento da cooperação entre MAPA e ANPPI Bio para a construção de indicadores público-privados padronizados, capazes de refletir com maior acurácia o uso efetivo dos bioinsumos no território. Essa integração deve evoluir para análises que conectem adoção tecnológica com resultados produtivos, econômicos e ambientais, permitindo avançar na compreensão do papel dos bioinsumos na redução de



emissões, no aumento da autonomia nacional e na diminuição da dependência de fertilizantes sintéticos.

A consolidação dessa agenda representa uma oportunidade estratégica para posicionar o Brasil na liderança da bioeconomia agrícola, com base em evidências e governança orientada por dados.

6. Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PROMOÇÃO E INOVAÇÃO DA INDÚSTRIA DE BIOLÓGICOS (ANPII-Bio). Estatísticas do setor de bioinsumos. Disponível em: <https://anpiibio.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 23 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Painel de dados de bioinsumos – Plataforma SERPRO. Disponível em: <https://dd.serpro.gov.br/publico/sense/app/52863857-0603-4dd9-83bb-e171d467adc3/sheet/14d6f742-7347-4468-9d2f-8acc05b6ad16/state/analysis>. Acesso em: 23 mar. 2026.

CRUZ, Dennis Ricardo Cabral; SANTOS, Felon Lourenço De Sousa; SANCHES, Danilo De Souza. O uso de bioinsumos na agricultura brasileira: uma revisão sobre impactos ambientais e econômicos. *Revista Mirante* (ISSN 1981-4089), v. 18, n. 3, p. 110-130, 2025.

EMBRAPA. Manual de análises de bioinsumos para uso agrícola: inoculantes. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2024. Esse manual descreve tecnologia e análises de inoculantes, reforçando avanços em microbiologia agrícola e fixação biológica de nitrogênio para redução de insumos químicos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1163171/manual-de-analises-de-bioinsumos-para-uso-agricola-inoculantes>. Acesso em: 06 abr. 2026.

FAO. FAO Guidelines on Carbon Sequestration and ClimateSmart Agriculture 2022. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/publications>. Acesso em: 06 abr. 2026. FAO. The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture 2024. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/publications>. Acesso em: 06 abr. 2026.

IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 06 abr. 2026.

OECD. Agricultural Outlook 2025. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2025. Disponível em: <https://www.oecd.org/agriculture/outlook>. Acesso em: 06 abr. 2026.

POLICARPO, Mariana Aquilante et al. O Programa Nacional de Bioinsumos no âmbito da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica: origem, contribuições e potencialidades. Texto para Discussão, 2023.

RANGEL, Luis Eduardo Pacifici; LIMA, Juliana Lopes; PENA JUNIOR, Marcos Antônio Gomes; DA SILVA, Warley Henrique. Bioinsumos e sustentabilidade: evidências empíricas sobre adoção e políticas públicas. Brasília: IDS Brasil, 2025. Disponível em: https://www.idsbr.org/_files/ugd/21e8c4_1926f4521ba641db94f423e4729ccca4.pdf. Acesso em: 23 mar. 2026.

SANTOS, Paraguassu Menezes dos; SCHULTZ, Glauco; OLIVEIRA, Carlos Alberto Oliveira de. Desafio em gestão da informação: sistemas integrados de produção agropecuária e performance. Anais do X Simpósio da Ciência do Agronegócio. Porto Alegre CEPAN/UFRGS, 2022.



XVI World Congress of Rural Sociology
64th Congress of the Brazilian Society of Rural
Economics, Management and Sociology
JULY 19 - 23, 2026 | PORTO ALEGRE/RS | BRAZIL | UFRGS

VIDAL, Mariane Carvalho et al. Bioinsumos: a construção de um Programa Nacional pela Sustentabilidade do Agro Brasileiro. *Economic Analysis of Law Review*, v. 12, n. 3, p. 557-574, 2021.