

Desenvolvimento e utilização de bioinsumos no estado de Goiás: situação atual e perspectivas

RESUMO

O artigo analisa a situação atual do desenvolvimento e do uso de bioinsumos em Goiás, identificando os principais avanços, desafios e perspectivas do setor, com base em dados de mercado, políticas regulatórias e inovações tecnológicas. A metodologia consistiu em um diagnóstico setorial realizado entre 2023 e 2025, com uso de formulários on-line e amostragem por conveniência, por meio da estratégia de “bola de neve”. Os dados coletados foram submetidos à análise de frequência para avaliar os efeitos sinérgicos no ecossistema de inovação. Os resultados demonstram um forte protagonismo de universidades e institutos de pesquisa, porém, a maioria das tecnologias encontra-se em níveis iniciais de maturidade. O desenvolvimento foca prioritariamente em fungos e bactérias para controle de pragas. Identificou-se que a carência de informações técnicas é o principal obstáculo à adoção pelos produtores rurais. Conclui-se que, apesar do potencial institucional, Goiás necessita de políticas públicas que fomentem a transição tecnológica para o mercado e de programas de capacitação sobre o uso de bioinsumos.

PALAVRAS-CHAVE: Agronegócio sustentável. Inovação tecnológica. Manejo biológico. Maturidade tecnológica. Políticas públicas.

Alcido Elenor Wander
Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antonio de Goiás, Goiás,
Brasil
alcido.wander@embrapa.br

Stella Miranda Menezes
Secretaria de Agricultura, Pecuária
e Abastecimento do Estado de
Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil
stella.menezes@goias.gov.br

João Asmar Júnior
Secretaria de Agricultura, Pecuária
e Abastecimento do Estado de
Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil
joao.asmar@gmail.com

Renato de Sousa Faria
Secretaria de Agricultura, Pecuária
e Abastecimento do Estado de
Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil
renatosousafaria@gmail.com

INTRODUÇÃO

O uso de bioinsumos na agricultura emerge como uma estratégia fundamental para a sustentabilidade e a otimização dos sistemas produtivos, oferecendo alternativas aos insumos químicos convencionais (Almeida et al., 2022; Conti et al., 2026).

Os bioinsumos destinados ao controle biológico, inseridos no mercado de insumos agrícolas, constituem tecnologias de base biológica que utilizam microrganismos, como fungos e bactérias, e macrorganismos, como vespas, ácaros e outros inimigos naturais, como ingredientes ativos no controle de pragas e doenças que afetam as culturas agrícolas. Essas tecnologias têm potencial para promover a sustentabilidade dos sistemas produtivos, uma vez que contribuem para reduzir a dependência de agrotóxicos químicos e, consequentemente, os impactos ambientais associados ao seu uso intensivo. Entretanto, apesar de seus benefícios, os bioinsumos para controle biológico ainda enfrentam desafios relacionados ao seu desenvolvimento, produção, regulamentação e adoção em larga escala (Bortolotti; Sampaio, 2024).

Junto com os EUA e a China, o Brasil é um dos líderes mundiais na produção e no uso de bioinsumos. Em 2020 foi instituído o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB) (Brasil, 2020). Essa liderança se manifesta na crescente adoção de microrganismos, biofertilizantes e defensivos biológicos, visando à redução do impacto ambiental e à promoção da saúde do solo (Perina et al., 2025). Essa transição é crucial para atender à demanda global crescente por alimentos, que prevê um aumento de 70% na produtividade agrícola até 2050, o que exige a diversificação e o aprimoramento dos insumos agrícolas disponíveis (Oliveira, 2024).

O Estado de Goiás, com sua significativa vocação agrícola, desempenha um papel estratégico nesse cenário, apresentando grande potencial para o desenvolvimento e a implementação desses produtos biológicos (Sambuichi et al., 2024). Entretanto, a expansão do setor de bioinsumos em Goiás e no Brasil ainda enfrenta desafios consideráveis, como a necessidade de um marco regulatório mais robusto e de incentivos à produção e à pesquisa, apesar do aumento no número de registros de produtos após a criação de programas específicos (Faria; Wander, 2024; Policarpo et al., 2025).

A integração desses atores é vital para fomentar o avanço tecnológico e a disseminação de práticas sustentáveis no agronegócio goiano, setor de grande relevância econômica para o estado (Malafaia et al., 2021). A implementação de bioinsumos na agricultura familiar, por exemplo, pode ser significativamente impulsionada por políticas públicas que facilitem o acesso a essas tecnologias e o conhecimento sobre elas (Lima et al., 2025).

A colaboração entre os setores público, privado e academia é essencial para impulsionar a inovação e o desenvolvimento de bioinsumos, como preconiza a teoria da Hélice Tríplice, fomentando ecossistemas de inovação que geram conhecimento coletivo e avanços econômicos (Vieira et al., 2024).

A ausência de uma interação coordenada entre os agentes da sociedade tem sido apontada como uma causa de falhas na eficiência na criação e no desenvolvimento de programas públicos, o que ressalta a necessidade de

abordagens interdisciplinares que envolvam especialistas de diversas áreas, o setor produtivo e o governo (Souza et al., 2022).

Nesse contexto, o presente artigo teve como objetivo analisar a situação atual do desenvolvimento e do uso de bioinsumos em Goiás, identificando os principais avanços, desafios e perspectivas do setor, com base em dados de mercado, políticas regulatórias e inovações tecnológicas. De forma específica, buscou identificar os principais atores da cadeia de suprimentos de bioinsumos para a agricultura no Estado de Goiás, bem como suas capacidades e os aspectos relacionados à utilização desses bioinsumos pelos agricultores goianos.

METODOLOGIA

Este estudo buscou reunir um conjunto de informações acerca dos principais agentes que compõem a cadeia de suprimentos e da utilização de bioinsumos de diversas naturezas em Goiás, incluindo a pesquisa, a produção e a comercialização de bioinsumos, bem como os produtores que os utilizam, suas respectivas capacidades instaladas e os volumes gerados e utilizados, a fim de identificar e priorizar oportunidades e demandas ligadas à pesquisa agropecuária e ao ambiente rural do Estado de Goiás.

Foi realizado um diagnóstico do setor de bioinsumos em Goiás para alcançar o objetivo do estudo. Foram analisadas as capacidades instaladas para o desenvolvimento de novos bioinsumos, com o objetivo de identificar e priorizar oportunidades e demandas relacionadas à pesquisa agropecuária e ao ambiente rural de Goiás. Para tanto, foram utilizados dois questionários on-line:

- Questionário 1: Capacidades de Desenvolvimento de Bioinsumos em Goiás¹; e
- Questionário 2: Percepção dos Atores da Cadeia Produtiva sobre o Desenvolvimento e a Utilização de Bioinsumos em Goiás².

Estes dois formulários foram traduzidos para o português e adaptados para o levantamento de dados primários, em um esforço compartilhado entre a Embrapa Arroz e Feijão e a Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás (SEAPA). A escolha destes questionários se deve ao fato de que também foram usados por outras equipes em diversos países da América Latina. Isso permitirá a realização de análises regionais integradas, uma vez que os dados coletados se tornarão comparáveis em nível de subcontinente.

O levantamento de informações foi realizado entre 2023 e 2025, totalizando 24 meses. A amostragem foi por conveniência, utilizando a estratégia “bola de neve”, a partir dos próprios participantes do levantamento. Os questionários foram distribuídos por e-mail e WhatsApp, além de estarem disponíveis nos sites institucionais da Embrapa Arroz e Feijão e da Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Goiás (Seapa). Para os desenvolvedores de bioinsumos (questionário A), foi considerada a totalidade das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) em Goiás que, realizavam pesquisas com bioinsumos, identificadas a partir dos registros oficiais e informantes qualificados (especialistas no tema bioinsumos). Para os desenvolvedores de bioinsumos, além dos princípios ativos com os quais trabalham, também foi identificado o nível de maturidade da tecnologia (até qual nível de maturidade, desde a pesquisa básica até a adoção pelo mercado) que cada desenvolvedor consegue atuar. Para tanto, considerou-se

a Escala de Maturidade Tecnológica (*Technology Readiness Level* – TRL), desenvolvida pela Agência Espacial Americana (*North American Space Agency* – NASA). Já para o conjunto de atores que responderam ao questionário B, seguindo a estratégia “bola de neve”, onde um respondente sugeria outros, o total foi de 168 respondentes, sendo 54 produtores agrícolas individuais (pessoas físicas), 20 consultores agrônômicos, 5 empresas de insumos agrícolas (revendas), 8 cooperativas agrícolas, 8 empresas de produção agrícola (pessoas jurídicas) e 73 outras organizações que atuam em apoio à agricultura de forma ampla, incluindo ensino, pesquisa, extensão e fomento. Os dados coletados abrangeram aspectos como o perfil dos produtores, os tipos de bioinsumos desenvolvidos ou utilizados, as barreiras e os facilitadores à adoção e o nível de conhecimento das regulamentações vigentes. Cabe ressaltar que a obtenção de respostas só foi possível a partir de interlocuções (abordagens) diretas com alguns respondentes, a partir de sua identificação.

Os dados tabulados foram submetidos à análise de frequência para facilitar a sua visualização e compreensão. A análise subsequente desses dados buscou identificar as sinergias entre as instituições de pesquisa, o setor produtivo e o governo, elementos cruciais para o ecossistema de inovação agrícola em Goiás (Silva, 2024).

DESENVOLVIMENTO (RESULTADOS E DISCUSSÕES)

A partir das respostas obtidas, foi possível levantar os principais aspectos relacionados ao desenvolvimento e à utilização de bioinsumos em Goiás, apresentados no Quadro 1 e nas Figuras 1 e 2. Estes dados elucidam as motivações e os obstáculos enfrentados pelos produtores rurais na adoção de bioinsumos, indicando a necessidade de políticas de fomento e de programas de capacitação para superar as barreiras de conhecimento e de infraestrutura (Cerveira et al., 2025b).

O Quadro 1 apresenta as Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) que desenvolvem algum tipo de bioinsumos em Goiás. Entre estas ICTs há uma forte presença de universidades e institutos federais, além da Embrapa.

Quadro 1 – Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) que desenvolvem bioinsumos em Goiás, respectivos princípios ativos e Escalas de Maturidade Tecnológica (TRL)* alcançadas, 2023

ICT	Princípios ativos	TRL								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Agro Carregal	<i>Trichoderma</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., Harpin, Cerevisane e extratos de algas		x			x	x	x	x	
Emater-GO	Biossólido		x			x		x		
Embrapa Arroz e Feijão	Lalguard Java - fungo: <i>Cordyceps</i> (= <i>Isaria</i>) <i>javanica</i> - Controle da mosca branca, <i>Trichoderma</i> sp., <i>Phanerochaete australiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Beauveria</i>	x	x		x	x	x	x	x	x

ICT	Princípios ativos	TRL								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<i>bassiana</i> ; Bactérias: <i>Bacillus</i> sp., <i>Rhizobium</i> sp., <i>Serratia</i> sp., <i>Azospirillum brasilense</i> ; Metabólitos secundários de plantas (extratos vegetais) e microrganismos; Actinomicetos.									
FACEG	Fungos Micorrízicos Arbusculares – <i>Glomus</i> spp.	x	x	x		x	x			
IF Goiano	Controle biológico, estimulantes de crescimento, extratos vegetais de plantas nativas do Cerrado; bacteriófagos, <i>Trichoderma</i> sp.; <i>Beauveria bassiana</i> / <i>Isaria fumosorosea</i> /ácido riconoleico	x	x	x		x	x	x	x	
IFG	<i>Paecilomyces lilacinus</i> ; mono-sesquiterpenos; lodo de esgoto	x	x	x		x				
Nanoterra	<i>Curcuma longa</i> (Açafrão-da-terra)		x	x	x		x		x	
PUC Goiás	Biofertilizantes	x	x							
UEG	Microrganismos: <i>Pseudomonas</i> ; <i>Azospirillum</i> ; <i>Acetobacter</i> ; Cepas de Bactérias Fixadoras de Nitrogênio; <i>Bradyrhizobium</i> ; <i>Bacillus subtilis</i> ; <i>Bacillus megaterium</i> ; Fungo Micorrízico; <i>Trichoderma</i> spp.; Metabólitos secundários vegetais (fenólicos, taninos, flavonoides, alcalóides, terpenos, óleos essenciais, entre outros); Amidos modificados, Carboximetilcelulose de resíduos agrícolas, acetatos de celulose; Biofertilizantes; Pó de rocha; Algas e Micro algas (consórcios de microalga-fungo, sistemas de fungos aprisionados a matrizes poliméricas); Naftoquinonas.	x	x	x	x	x	x	x	x	
UFG	Desenvolvimento de bacteriófagos para controle de tomateiros, óleos essenciais; Extratos de plantas do Cerrado, Abv5 e Abv6 <i>Azospirillum</i> ; Biofertilizantes com uso de <i>Bacillus subtilis</i> e <i>Azospirillum brasiliensis</i> ; Bactérias; fungos; peptídeos; <i>Bacillus</i> sp. e <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , fungo micorrízico de orquídea: <i>Waitea circinata</i> ; <i>Trichoderma</i> ; <i>Bacillus</i> ; e <i>Streptomyces</i> .	x	x	x	x	x	x		x	x
UniEvangélica	Bactérias (<i>Bacillus subtilis</i>) e fungos (<i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Trichoderma</i> sp.)	x	x		x	x				

ICT	Princípios ativos	TRL								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
UniRV	Biofertilizantes; Ácidos húmicos; Bactérias (<i>Bacillus subtilis</i> ; <i>Bacillus megaterium</i> ; <i>Bacillus mucilaginosus</i>); e Fungos: (<i>Aspergillus nidulans</i> ; <i>Penicillium</i> spp.); <i>Priestia megatelium</i> ; <i>Exiguobacterium sibiricum</i> ; <i>Pantoea vagans</i> .	x	x	x	x	x	x	x		

TRL refere-se ao Nível de Maturidade da Tecnologia (*Technology Readiness Level*).

Fonte: Dados da pesquisa

A predominância de universidades e institutos federais e estaduais no desenvolvimento de bioinsumos evidencia a relevância do setor acadêmico goiano no fomento à pesquisa e inovação, alinhada à capacidade do ecossistema de inovação local, conforme já havia sido identificado por Santos e Nascimento (2020). No entanto, a translação desse conhecimento científico para aplicações comerciais em larga escala ainda enfrenta desafios, o que sugere a necessidade de fortalecer a interação entre universidades, empresas e governo, conforme os princípios da Hélice Tríplice (Dumont et al., 2025; Bortoli et al., 2026).

O Quadro 1 também apresenta o nível de maturidade tecnológica dos desenvolvimentos de bioinsumos em andamento nas ICTs de Goiás. Nota-se uma forte presença e atuação nas TRLs mais baixas e apenas algumas ICTs conseguem alcançar o mercado (uso comercial dos bioinsumos pelos agricultores).

Essa heterogeneidade na aplicação do conhecimento gerado pelas instituições de pesquisa, bem como a ausência de um ecossistema robusto que catalise essa transição, representam um gargalo significativo para a plena materialização do potencial dos bioinsumos em Goiás. Observam-se muitas pesquisas de caráter acadêmico (TRLs 1-5), que raramente avançam para o registro efetivo de um novo bioinsumo (TRL 6) ou para a transferência ao setor produtivo (TRL 7 em diante). O sistema nacional de ciência e tecnologia, além das regras de avaliação dos programas de pós-graduação, por meio de suas métricas que historicamente privilegiaram a pesquisa acadêmica, certamente tem uma contribuição neste cenário.

A Lei nº 21.005/2021, que instituiu o Programa Estadual de Bioinsumos do Estado de Goiás, demonstra alinhamento com a política agrícola estadual e capacidade de engajamento em sua implementação (Goiás, 2021; Faria; Wander, 2024).

Ainda que o arcabouço regulatório atual apresente vínculo com as características dos agroquímicos, há iniciativas efetivas para adaptar as estruturas institucionais às particularidades dos bioinsumos, embora ainda existam lacunas no fomento e na interação entre o desenvolvimento tecnológico e o registro (Bortoloti; Sampaio, 2022).

Essa adaptação é crucial, visto que a complexidade dos bioinsumos, como micro-organismos vivos, exige abordagens regulatórias e de avaliação de risco distintas das dos defensivos químicos convencionais, o que impacta diretamente a agilidade na sua disponibilização ao mercado (Xavier; Rodrigues, 2024).

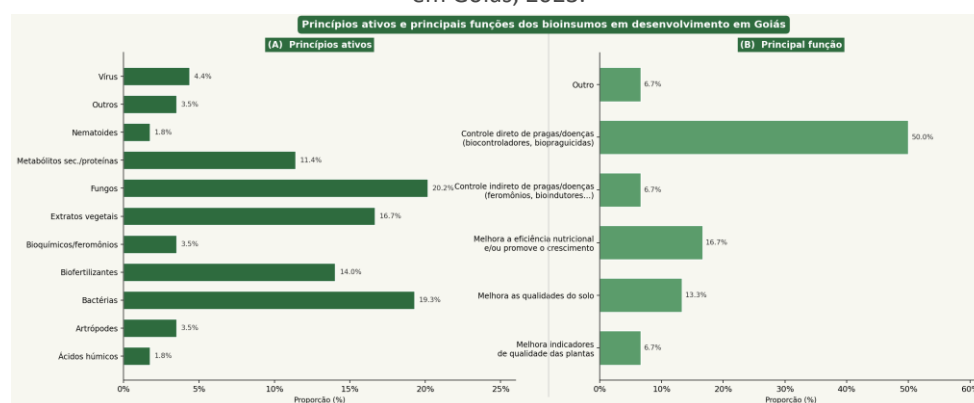
Além disso, a natureza complexa e variável dos produtos biológicos, frequentemente composta por misturas de compostos naturais, demanda protocolos de teste mais flexíveis e novas abordagens de avaliação de risco que reconheçam essa variabilidade inerente, ao contrário dos produtos químicos, cujos ingredientes ativos são bem definidos (Priya et al., 2023).

Além disso, a baixa produção e disseminação de informações relevantes, especialmente para o setor empresarial, dificultam a articulação de um sistema de inovação minimamente sustentado (Vefago et al., 2020).

Na realidade goiana, fungos, bactérias e extratos vegetais constituem os principais princípios ativos no desenvolvimento de bioinsumos em Goiás (Figura 1).

A principal função dos bioinsumos em desenvolvimento em Goiás é o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, na forma de biocontroladores ou biopraguicidas (Figura 1).

Figura 1 - Princípios ativos (A) e principal função (B) dos bioinsumos em desenvolvimento em Goiás, 2023.

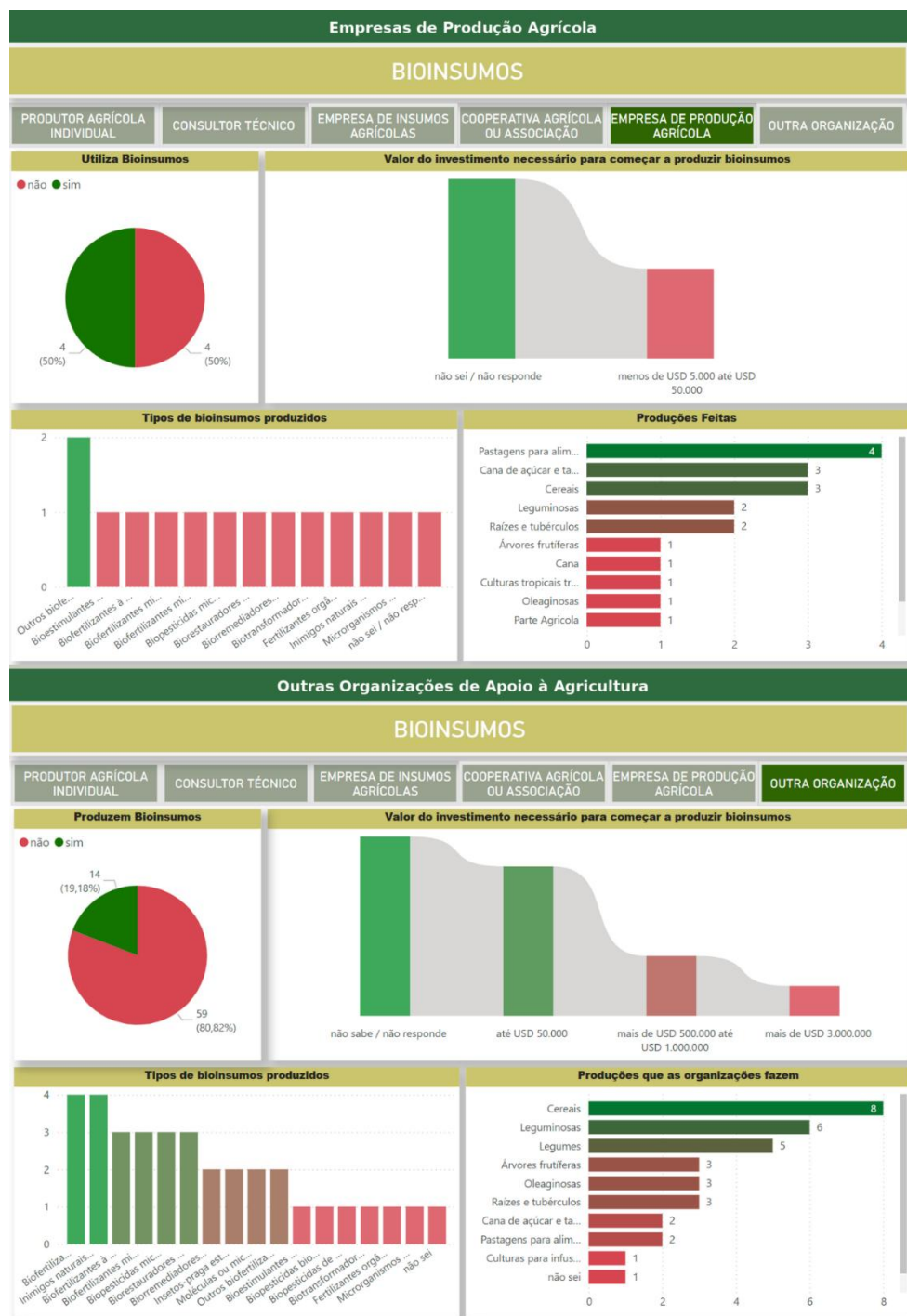


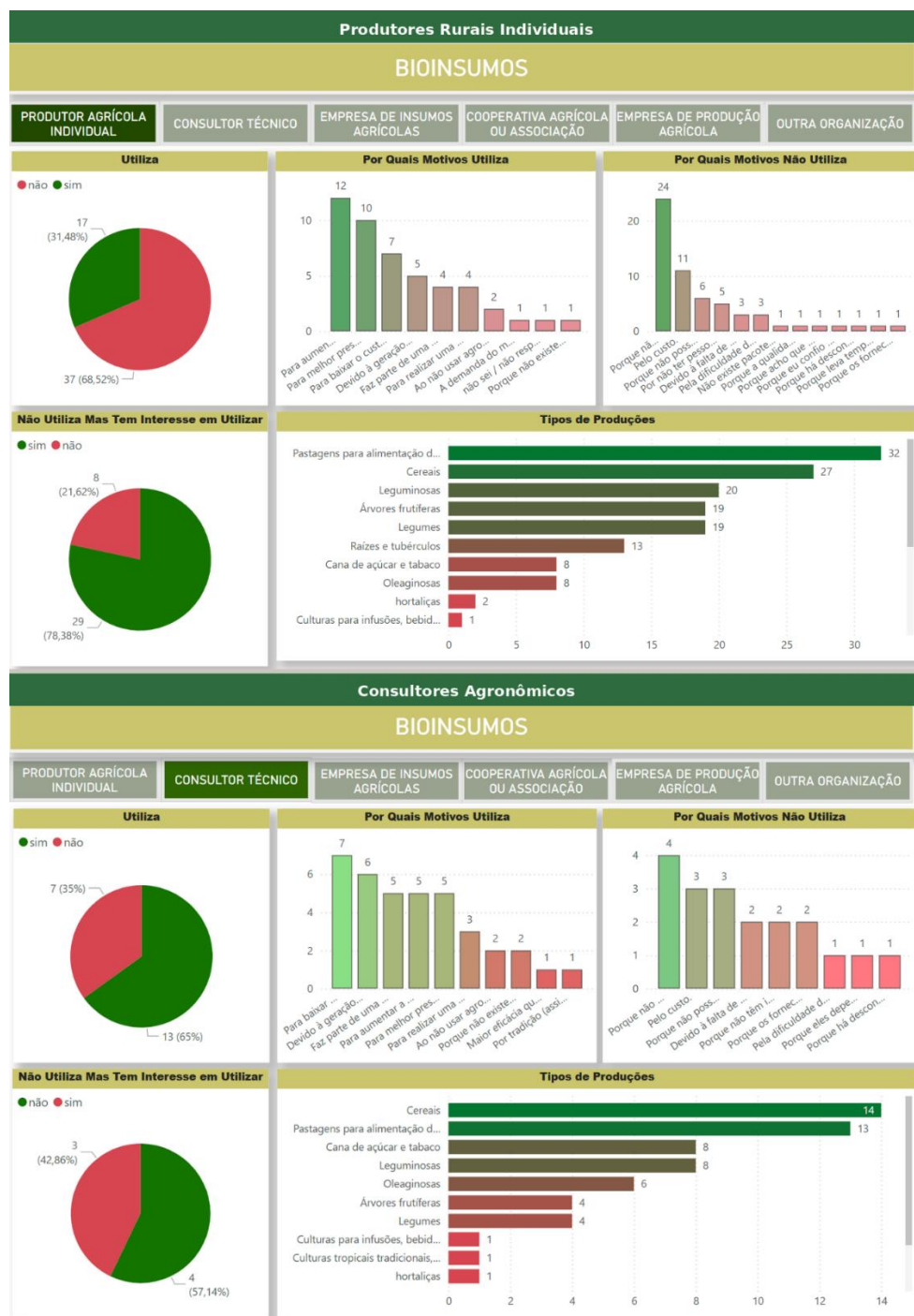
Fonte: Dados da pesquisa.

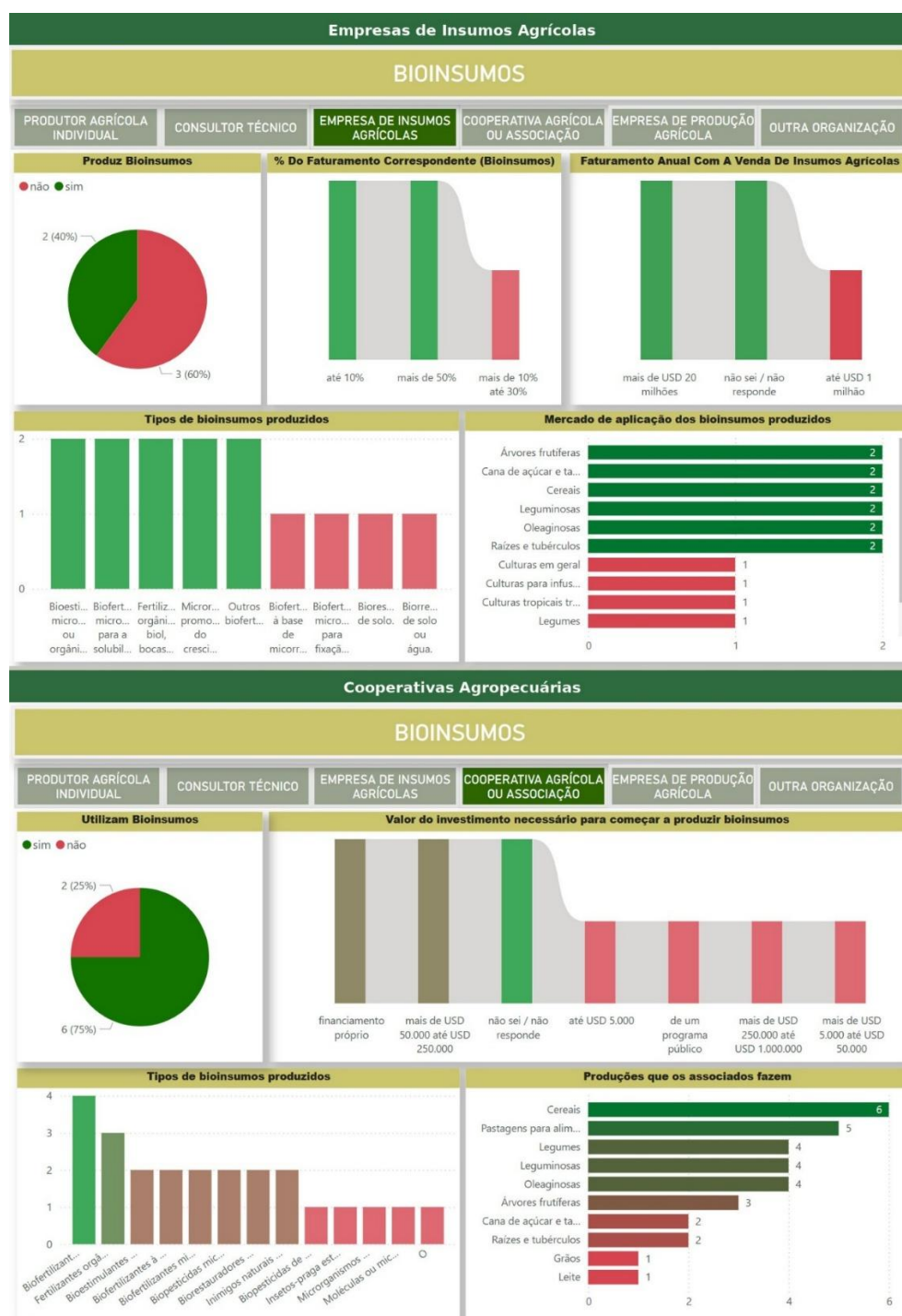
A carência de informações estratégicas e acessíveis restringe a capacidade do setor privado de identificar oportunidades de investimento e integrar as inovações acadêmicas às suas cadeias produtivas, perpetuando o hiato entre a pesquisa e a aplicação no mercado (Leite et al., 2023; Araújo et al., 2025).

Conforme a Figura 2, os produtores rurais já utilizam bioinsumos, principalmente para aumentar a produtividade. Entre os produtores que ainda não usam bioinsumos, a falta de informação é um fator relevante. Se estas informações chegarem aos produtores, há uma grande possibilidade de virem a utilizar bioinsumos num futuro próximo.

Figura 2 - Principais percepções dos diferentes atores da cadeia produtiva acerca da utilização de bioinsumos em Goiás: produtores rurais individuais (A), consultores agrônômicos (B), empresas de insumos agrícolas (C), cooperativas agropecuárias (D), empresas de produção agrícola (E) e organizações de apoio à agricultura (F), 2024-2025.







Fonte: Dados da pesquisa.

A falta de conhecimento dos produtores rurais, a concorrência com grandes agroindústrias e a comercialização de produtos também constituem desafios significativos para a adoção generalizada de bioinsumos, o que indica a necessidade de programas de capacitação e de suporte institucional (Batista et al., 2021).

A superação desses obstáculos exige, portanto, uma abordagem multifacetada que inclua políticas públicas de incentivo à pesquisa aplicada,

desburocratização dos processos de registro e a criação de canais eficazes de transferência de tecnologia (Bortoloti; Sampaio, 2024).

A reformulação dos marcos regulatórios, historicamente concebidos para insumos químicos, é imperativa para acomodar as especificidades dos bioinsumos, garantindo que sua avaliação e aprovação não sejam inibidas por critérios inadequados (Goulet, 2021).

A simplificação do processo de registro, por exemplo, que leva, em média, 65,7 meses na União Europeia, em contraste com 25,7 meses nos EUA, é fundamental para acelerar a inovação e a disponibilidade de novos produtos biológicos no mercado (Lankinen et al., 2024).

No Brasil, apesar dos avanços na diferenciação regulatória de bioinsumos em 2020, o processo de registro ainda é considerado complexo pelas empresas (Albuquerque, 2025). Tal complexidade regulatória atua como uma barreira à entrada de novos produtos e de novos desenvolvedores, desencorajando o investimento na comercialização de bioinsumos, frequentemente produtos de nicho de mercado (Chandler et al., 2011).

Na visão dos consultores técnicos, a principal função dos bioinsumos é reduzir os custos de produção. Porém, concordam com os produtores de que a principal razão para a não utilização continua sendo a falta de informação sobre os benefícios de sua utilização (Figura 2).

A Figura 2 apresenta uma visão integrada dos diferentes atores da cadeia produtiva de bioinsumos em Goiás. Observa-se que produtores rurais, consultores agrônômicos, empresas de insumos, cooperativas, empresas agrícolas e organizações de apoio apresentam diferentes níveis de utilização, conhecimento e interesse em relação aos bioinsumos, o que permite uma análise sistêmica do ecossistema estadual de inovação.

Empresas de produção agrícola já utilizam bioinsumos, principalmente biofertilizantes, enquanto organizações de apoio à agricultura atuam predominantemente na difusão do conhecimento técnico e na promoção dessas tecnologias. Em conjunto com revendas e cooperativas, esses atores desempenham um papel estratégico na ampliação da adoção de bioinsumos e na consolidação do ecossistema de inovação agrícola em Goiás.

A análise dos dados revelou que, embora Goiás apresente um crescimento notável na adoção de bioinsumos, especialmente impulsionado pela percepção dos agricultores sobre os benefícios ambientais e as estratégias de produção (Cerveira et al., 2025a), ainda persistem lacunas significativas na articulação entre as esferas governamentais, acadêmicas e empresariais (Freitas et al., 2024).

A complexidade e a ineficiência nos processos de registro de bioinsumos, muitas vezes baseados em modelos desenvolvidos para agroquímicos sintéticos, elevam os custos de entrada no mercado e desestimulam a inovação (Bale et al., 2008).

A burocracia excessiva e a falta de padronização dos requisitos regulatórios entre diferentes jurisdições são frequentemente citadas como impedimentos substanciais à introdução e à adoção de biopesticidas, relegando-os, em muitos casos, a mercados de nicho (Baş, 2024; Colmenárez; Vásquez, 2024; Poli; Fontefrancesco, 2024).

Para mitigar esse cenário, estratégias de redução dos custos de produção, parcerias público-privadas e a otimização dos processos de fabricação são essenciais para tornar os bioinsumos mais competitivos e acessíveis (Fenibo; Matambo, 2025).

Esta rigidez regulatória não apenas retarda o acesso a soluções biológicas mais sustentáveis, mas também pode ser caracterizada como uma falha governamental que impede a plena materialização dos benefícios ambientais e econômicos associados a esses produtos (Chandler et al., 2008).

A burocracia complexa e os requisitos de documentação rigorosos impostos por organismos internacionais, como a Organização Mundial do Comércio, limitam a produção e a importação de produtos de controle biológico, ao passo que a ausência de expertise biológica entre os reguladores agrava essa barreira (Lacey et al., 2015; Falahzadah et al., 2020).

Essa limitação é agravada pela ausência de programas demonstrativos que evidenciem os benefícios financeiros e ambientais da utilização de bioinsumos, o que dificulta sua adoção em larga escala pelos produtores rurais (Jiao et al., 2021).

Tal cenário aponta para a necessidade premente de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, bem como na disseminação de conhecimento técnico-científico que possa subsidiar a formulação de políticas públicas mais eficazes e adaptadas às particularidades dos bioinsumos (Fenibo et al., 2021).

A heterogeneidade regulatória e a falta de padronização nos requisitos de registro entre diferentes regiões são desafios adicionais que inibem a expansão do mercado de bioinsumos (Aramendis et al., 2023).

A divergência nas normativas regulatórias entre países e até mesmo dentro de um mesmo território pode criar entraves significativos para empresas que buscam comercializar seus produtos em múltiplos mercados (Dougoud et al., 2018; Bernardo et al., 2019).

Isso sublinha a urgência de harmonização regulatória internacional para facilitar o comércio e a adoção de bioinsumos (Bolzan et al., 2019; Jaiswal et al., 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa permitiu uma análise aprofundada do ecossistema de bioinsumos no Estado de Goiás, revelando um cenário de intenso potencial institucional e acadêmico, mas que ainda enfrenta barreiras estruturais significativas à sua plena consolidação no mercado.

A investigação demonstrou que Goiás possui um protagonismo institucional relevante, com diversas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) — como a Embrapa Arroz e Feijão, a UEG, o IF Goiano e a UFG — dedicadas ao desenvolvimento de bioinsumos. O foco principal dessas pesquisas está em fungos e bactérias, voltado majoritariamente para o controle de pragas e doenças (biocontroladores) e, em menor escala, para o aumento da produtividade (biofertilizantes).

Contudo, um ponto crítico identificado foi o hiato de maturidade tecnológica. A maior parte das inovações encontra-se em níveis iniciais (TRLs 1 a 5), o que indica uma forte base de pesquisa acadêmica que raramente atravessa o "vale da morte" para alcançar o registro comercial e a adoção pelo mercado (TRLs 7 a 9). Essa dificuldade de translação tecnológica é exacerbada por um sistema de ciência e tecnologia que, historicamente, priorizou métricas acadêmicas em detrimento da transferência efetiva para o setor produtivo.

Pelo lado da demanda, identificou-se que, embora os produtores rurais reconheçam os benefícios ambientais e produtivos, a carência de informações técnicas e estratégicas é o principal obstáculo à adoção em larga escala. A percepção dos consultores técnicos corrobora essa visão, destacando que a falta de conhecimento sobre o funcionamento e os benefícios dos bioinsumos impede que esses produtos deixem de ser vistos apenas como ferramentas de nicho.

Para superar o cenário de estagnação em níveis baixos de maturidade, é imperativo que o Estado de Goiás implemente políticas públicas de fomento à transição tecnológica. Sugere-se:

- Fortalecimento da Hélice Tríplice: Criar mecanismos que incentivem, de forma prática, a colaboração entre universidades, empresas e o governo, facilitando o licenciamento de tecnologias desenvolvidas nas ICTs.
- Revisão e Adaptação Regulatória: O marco regulatório atual, ainda muito atrelado ao modelo de agroquímicos sintéticos, precisa ser simplificado e adaptado às especificidades dos microrganismos vivos, visando reduzir custos e prazos de registro (atualmente um gargalo para a inovação).
- Programas de Capacitação e Difusão: É necessária a criação de unidades demonstrativas e de programas de extensão rural que comprovem os benefícios financeiros e ambientais no campo, desmistificando o uso de bioinsumos junto aos produtores e consultores.
- Incentivos Econômicos: Estabelecer parcerias público-privadas e linhas de crédito específicas para biofábricas e para a adoção de práticas biológicas, tornando esses insumos mais competitivos em relação aos insumos químicos convencionais.

Deve-se ressaltar que os resultados deste estudo restringem-se ao Estado de Goiás e à amostra pesquisada. A utilização da estratégia de amostragem por conveniência ("bola de neve") impossibilita a extrapolação estatística dos dados para outras realidades ou contextos nacionais. Além disso, a obtenção de dados dependeu da disposição voluntária dos respondentes, o que pode gerar vieses de percepção a favor do setor.

Para futuros estudos, recomenda-se:

- Análises Comparativas Regionais: Expandir a metodologia para outros estados brasileiros, permitindo uma visão integrada da cadeia de bioinsumos no país.
- Impacto Socioeconômico Longitudinal: Avaliar, ao longo do tempo, os efeitos da Lei estadual nº 21.005/2021 na prática, observando se houve aumento real no número de registros e na área cultivada com bioinsumos em Goiás.

- Estudos sobre Produção "On-Farm": Investigar mais a fundo os riscos biológicos e a viabilidade econômica da produção própria de bioinsumos nas fazendas, comparando-a aos produtos comerciais registrados.
- Avaliação da Eficiência da Hélice Tríplice: Pesquisar quais modelos de parceria entre ICTs e empresas privadas têm sido mais eficazes para levar o produto da TRL 5 à TRL 9 no setor de biotecnologia agrícola.

Development and use of bio-inputs in the State of Goiás: current situation and perspectives

ABSTRACT

This article analyses the current status of bio-input development and use in Goiás, identifying actors, advancements, and sector challenges. The methodology consisted of a sector diagnosis conducted between 2023 and 2025, using online forms and convenience sampling via a "snowball" strategy. The collected data were analyzed for frequencies to evaluate synergistic effects within the innovation ecosystem. Results demonstrate strong leadership from universities and research institutes, yet most technologies are at early maturity levels (TRLs 1-5) and have limited commercial insertion. Development focuses primarily on fungi and bacteria for pest control. It was identified that the lack of technical information is the main obstacle to adoption by rural producers. The study concludes that, despite institutional potential, Goiás requires public policies that promote the technological transition to the market and training programs to demystify the use of these products in the field.

KEYWORDS: Biological management. Public policies. Sustainable agribusiness. Technological innovation. Technology readiness level.

NOTAS

¹ Questionário online desenvolvido pela Agrosavia (Colômbia) para a América Latina (espanhol), traduzido e aplicado em português em Goiás, utilizando a plataforma Forms (Microsoft Office). Agradecimentos à Jenny Milena (Agrosavia) pelo compartilhamento do instrumento de coleta de dados.

² Questionário online desenvolvido pela FAO para a América Latina (espanhol), traduzido e aplicado em português em Goiás, utilizando a plataforma SurveyMonkey. Agradecimentos à FAO pelo compartilhamento do instrumento de coleta de dados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Agrosavia (Colômbia) e à Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) pela disponibilização de instrumentos de coleta de dados, desenvolvidos por estas entidades para países de língua espanhola na América Latina.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, N.S. **Políticas regulatórias para o registro de bioinsumos: uma análise comparativa entre Brasil e União Europeia**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/003239192>. Acesso em: 11 mai. 2026.

ALMEIDA, A.S.; ROSSETTI, C.; ROSA, G.F.; RODRIGUES, E.M.; TUNES, L.V.M. Biological inputs, more economy and greater sustainability. **Colloquium Agrariae**, v. 18, n. 4, p. 53-60, 2022. <https://doi.org/10.5747/ca.2022.v18.n4.a507>

ARAMENDIS, R.H.; MONDAINI, A.O.; RODRÍGUEZ, A.G. **Bioinsumos de uso agrícola: situación y perspectivas en América Latina y el Caribe**. 2023. <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/68714>

ARAÚJO, S.R.; SANTOS, S.S.; SANTOS, N.S.; RAMOS, A.; MALOSSO, T.G.; BARBOSA, E.P.; MALOSSOR, M.G. Da bancada ao mercado: uma análise crítica das inovações biotecnológicas na última década. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 18, n. 6, e18433, 2025. <https://doi.org/10.55905/revconv.18n.6-035>

BALE, J.S.; VAN LENTEREN, J.C.; BIGLER, F. Biological control and sustainable food production. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1492, p. 761-776, 2008. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2182>

BAŞ, B. Bioprotection by Natural Sources for Sustainable Agriculture. In: YILDIRIM, E.; ERMIS, S.; OZDEN, E. (eds.). **New Perspectives on Seed Germination**. IntechOpen. 2024. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1006648>

BATISTA, V.P.; MARQUES, M.L.S.; JESUS, J.M.I., VALE, L.S.R.; ROSA, E.V.; FÉLIX, M.J.D.; MARQUES, E.; SANTOS, W.M.; MARTINS, A.L.S.; MARQUES, V.S. Uso de

plantas como alternativa aos agrodefensivos sintéticos no cultivo de orgânicos em Goiás. **Research Society and Development**, v. 10, n. 4, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14191>

BERNARDO, J.T.; AGUILERA, J.G.; SILVA, R.B.; VIAN, R.; NIELLA, G.R.; ULHÔA, C.J.; MEDEIROS, Í.R.E. Isolamento on farm de Trichoderma: uma ferramenta no controle de doenças de solo para os agricultores no Brasil. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 5, n. 3, p. 263-270, 2019. <https://doi.org/10.21674/2448-0479.53.263-270>

BOLZAN, F.T.; FOLLMANN, D.N.; MENEGHETTI, C.B.; PICON, L.C.; RIBEIRO, A.L.P. Biological pest control in maize crop in Brazil: A review. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 18, p. 187, 2019. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n18p187>

BORTOLOTI, G.; SAMPAIO, R. M. Demandas tecnológicas: os bioinsumos para controle biológico no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 39, n.1, e26927, 2022. <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2022.v39.26927>

BORTOLOTI, G.; SAMPAIO, R. M. Desafios e estratégias no desenvolvimento dos bioinsumos para controle biológico no Brasil. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 20, n. 60, p. 291-307. 2024. <https://doi.org/10.3895/rts.v20n60.15792>

BORTOLOTI, G.; SAMPAIO, R.M.; DE ALMEIDA, T.F. Ecossistema de inovação de extratos vegetais no contexto de desenvolvimento dos bioinsumos agrícolas no Brasil. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 15, n. 1, e3026, 2026. <https://doi.org/10.23900/2359-1552v15n1-52-2026>

BRASIL. Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020. **Institui o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10375.htm. Acesso em: 11 mai. 2026.

CERVEIRA, R.; POMPEU, G.B.; DA CUNHA, C.F. Percepção sobre adoção de tecnologia dos bioinsumos dos produtores rurais de grãos da região do Cerrado Brasileiro. **Revista Delos**, v. 18, n. 63, e3546, 2025a. <https://doi.org/10.55905/rdelosv18.n63-058>

CERVEIRA, R.; POMPEU, G.B.; DA CUNHA, C.F. Perception of grain farmers in the Brazilian Cerrado region regarding the adoption or non-adoption of bioinputs. **Contextus: Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v. 23, p. 1, 2025b. <https://doi.org/10.36517/contextus.2025.94664>

CHANDLER, D.; BAILEY, A.; TATCHELL, G.M.; DAVIDSON, G.; GREAVES, J.; GRANT, W.P. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 366, n. 1573, p. 1987-1998, 2011. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0390>

CHANDLER, D.; DAVIDSON, G.; GRANT, W.P.; GREAVES, J.; TATCHELL, G.M. Microbial biopesticides for integrated crop management: an assessment of environmental and regulatory sustainability. **Trends in Food Science &**

Technology, v. 19, n. 5, p. 275-283, 2008.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.12.009>

COLMENÁREZ, Y.C.; VASQUEZ, C. Benefits associated with the implementation of biological control programmes in Latin America. **BioControl**, v. 69, n. 3, p. 303-320, 2024. <https://doi.org/10.1007/s10526-024-10260-7>

CONTI, P.N.; TANARO, L.F.; CHRISTOFARI, L.F.; GARLET, T.M.B.; PINTO, N.G.M.; VELHO, J.P. Bioinsumos: Uma Alternativa Viável. **Revista DCS**, v. 23, n. 86, e3870, 2026. <https://doi.org/10.54899/dcs.v23i86.3870>

DOUGOUD, J.; COCK, M.J.W.; EDGINGTON, S.; KUHLMANN, U. A baseline study using Plantwise information to assess the contribution of extension services to the uptake of augmentative biological control in selected low-to lower-middle-income countries. **BioControl**, v. 63, n. 1, p. 117-132, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9823-y>

DUMONT, H.C.S.; FERREIRA, P.O.; MENEZES, R.S.S. Hélice Tríplice no Alto Paranaíba: Uma Aliança pela Inovação e Desenvolvimento Regional. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Micro e Pequenas Empresas**, v. 10, n. 1, p. 179-207, 2025. <https://doi.org/10.29327/237867.10.1-5>

FALAHZADAH, M.H.; KARIMI, J.; GAUGLER, R. Biological control chance and limitation within integrated pest management program in Afghanistan. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 30, n. 1, p. 86, 2020. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00264-7>

FARIA, R.S.; WANDER, A.E. Bio-Inputs in Brazilian Agriculture: Public Policies and Regulatory Framework. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 18, n. 10, 2024. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n10-255>

FENIBO, E.O.; IJOMA, G.N.; MATAMBO, T. Biopesticides in sustainable agriculture: A critical sustainable development driver governed by green chemistry principles. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, 619058, 2021. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.619058>

FENIBO, E.O.; MATAMBO, T. Biopesticides for sustainable agriculture: feasible options for adopting cost-effective strategies. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 9, 1657000, 2025. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1657000>

FREITAS, R.A.B.; SILVA, I.P.; LEITE, R.A.S.; MELO, H.C.S. Instituições Públicas, Empresas e Governo: uma análise dos acordos de parceria no contexto no agronegócio nos moldes da Hélice Tríplice. **Cadernos de Prospecção**, v. 17, n. 3, p. 815-827, 2024. <https://doi.org/10.9771/cp.v17i3.59212>

GOIÁS. Lei nº 21.005, de 14 de maio de 2021. **Institui o Programa Estadual de Bioinsumos**. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/103967/pdf>. Acesso em: 11 mai. 2026.

GOULET, F. Biological inputs and agricultural policies in South America: between disruptive innovation and continuity. **Perspective**, n. 55, p. 1-4, 2021. <https://doi.org/10.19182/perspective/36383>

JAISWAL, D.K.; GAWANDE, S.; SOUMIA, P.S.; KRISHNA, R.; VAISHNAV, A.; ADE, A.B. Biocontrol strategies: an eco-smart tool for integrated pest and diseases management. **BMC Microbiology**, v. 22, n. 1, article 324, 2022. <https://doi.org/10.1186/s12866-022-02744-2>

JIAO, X.; TAKISHITA, Y.; ZHOU, G.; SMITH, D.L. Plant associated rhizobacteria for biocontrol and plant growth enhancement. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, 634796, 2021. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.634796>

LACEY, L.A.; GRZYWACZ, D.; SHAPIRO-ILAN, D.I.; FRUTOS, R.; BROWNBRIDGE, M.; GOETTEL, M.S. Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 132, p. 1-41, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.07.009>

LANKINEN, Å.; WITZELL, J.; ALEKLETT, K.; FURENHED, S.; GREEN, K.K.; LATZ, M.; LILJEROTH, E.; LARSSON, R.; LÖFKVIST, K.; MEIJER, J.; MENKIS, A.; NINKOVIC, V.; OLSON, Å.; GRENVILLE-BRIGGS, L.J. Challenges and opportunities for increasing the use of low-risk plant protection products in sustainable production. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 44, article 21. 2024. <https://doi.org/10.1007/s13593-024-00957-5>

LEITE, A.C.; MENDONÇA, C.M.C.; OLIVEIRA, W.D. Gestão da inovação: um olhar sobre os núcleos de inovação e tecnologia do Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 40, e27229, 2023. <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2023.v40.27229>

LIMA, G.L.C.; LUZ, R.S.; VIEIRA, W.C.S.; SOUSA, M.P.; QUADROS, H.S.; SANTOS, S.G. Bioinsumos: uma percepção a partir dos agricultores familiares. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 17, n. 3, e7769, 2025. <https://doi.org/10.55905/cuadv17n3-057>

MALAFIA, G.C.; FRAINER, D.M.; CASAGRANDA, Y.G.; AZEVEDO, D.B. A Mensuração do Produto Interno Bruto do Complexo Agroindustrial do Agronegócio de Goiás. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e9510514668, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14668>

OLIVEIRA, A.C.S. **Produção on farm de bioinsumos: um estudo de caso no cerrado brasileiro**. 2024. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios), Universidade de Brasília, Brasília, 2024. <http://repositorio.unb.br/handle/10482/53650>

PERINA, P.O.; SILVA, J.C.S.; SHIMADA, J.; AZENHA, R.A.; SILVA, A.O.; SILVA, A.O.; LEÃO, E.P.; SILVA, D.A.S.; REIS, L.O.D.; SANTOS, G.G. Bioinsumos: uso e aplicação na agricultura brasileira. In: SANTOS, I.L.V.L.; SILVA, C.R.C. **O Universo das Ciências Agrárias**. 1ª ed. Campina Grande: Editora Science, 2025. pp. 74–88. <https://doi.org/10.56001/25.9786501378923.06>

POLI, E.F.; FONTEFRANCESCO, M.F. Trends in the implementation of biopesticides in the Euro-Mediterranean region: a narrative literary review. **Sustainable Earth Reviews**, v. 7, article 14, 2024. <https://doi.org/10.1186/s42055-024-00085-8>

POLICARPO, M.A.; SAMBUICHI, R.H.R.; ALVES, F.L.L.; PACÍFICO, D.A.; GUALDANI, C.; BRATZ, F. **Desafios e oportunidades para o avanço da produção de bioinsumos no Brasil**. Brasília, DF: IPEA, 2025. (Texto para Discussão, n. 3133). <https://dx.doi.org/10.38116/td3133-port>

PRIYA, A.K.; ALAGUMALAI, A.; BALAJI, D.; SONG, H. Bio-based agricultural products: a sustainable alternative to agrochemicals for promoting a circular economy. **RSC Sustainability**, v. 1, n. 4, p. 746-762, 2023. <https://doi.org/10.1039/d3su00075c>

SAMBUICHI, R.H.R.; POLICARPO, M.A.; ALVES, F.L.L. A Produção de bioinsumos no Brasil: desafios e potencialidades. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, v. 32, p. 57-65. 2024. <https://doi.org/10.38116/brua32art5>

SANTOS, B.O.; NASCIMENTO, P.G.B.D. Indicadores de Inovação no Plano de Desenvolvimento Institucional do IF Goiano. **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n. 4, p. 938. 2020. <https://doi.org/10.9771/cp.v13i4.32437>

SILVA, L.T. **Ecossistema de inovação do Estado de Goiás: panorama das agtechs na promoção de agropecuária sustentável**. 2024. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável e Extensão) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. <https://repositorio.ufla.br/handle/1/59359>

SOUZA, F.P.; CASTILHO, T.P.R.; MACEDO, L.O.B. An institutional framework for Bioinputs in Brazilian agriculture based on Ecological Economics. **Sustainability in Debate**, v. 13, n. 1, p. 247. 2022. <https://doi.org/10.18472/sustdeb.v13n1.2022.40820>

VEFAGO, Y.B.; TRIERWEILLER, A.C.; PAULA, L.B. The third mission of universities: the entrepreneurial university. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 4, p. 1-9, 2020. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2020.042>

VIEIRA, A.C.P.; LUNAS, D.A.L.; GARCIA, J.R.; BUAINAIN, A.M. Ecossistema de inovação na cadeia do agronegócio no polo de Rio Verde – GO. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 1, p. 9174-9199, 2024. <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.1-554>

XAVIER, V.L.; RODRIGUES, R.W.S. Perfil das biofábricas on farm e levantamento dos perigos biológicos potenciais na produção de bioinsumos. **Vigilância Sanitária em Debate**, Rio de Janeiro, v. 12, e02272, 2024. <https://doi.org/10.22239/2317-269x.02272>

Recebido: 10/06/2026
Aprovado: 09/07/2026
DOI: 10.3895/rts.v22n70.22091

Como citar:

WANDER, Alcido Elenor; MENEZES, Stella Miranda; JÚNIOR, João Asmar; FARIA, Renato de Souza. Desenvolvimento e utilização de bioinsumos no estado de Goiás: situação atual e perspectivas. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 22, n. 70, p.78-97, jul./set., 2026.

Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/22091>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

