

INSTITUTO FEDERAL GOIANO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
CENTRO DE EXCELÊNCIA EM BIOINSUMOS
COORDENAÇÃO DE CAPACITAÇÃO EM BIOINSUMOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *lato sensu* EM BIOINSUMOS
IF GOIANO CAMPUS MORRINHOS

BOAS PRÁTICAS NA PRODUÇÃO DE BIOINSUMOS *ON FARM*.

BRUNA REIS PAIVA CUNHA

MORRINHOS, GO

2025

BRUNA REIS PAIVA CUNHA

BOAS PRÁTICAS NA PRODUÇÃO DE BIOINSUMOS *on farm*.

Monografia apresentada à Banca Examinadora do
Curso de pós-graduação em Bioinsumos Instituto
Federal Goiano como exigência parcial para obtenção
do título de especialista.

Orientador: Dra. Tenille Ribeiro de Souza.

Coorientador: Dr. Renato Carrer Filho.

MORRINHOS, GO

2025

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local

/ /
Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Regulamento de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) 3 CEBIO/IF Goiano

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos treze dias do mês de setembro de dois mil e vinte e cinco, às 9 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Dra Tenille Ribeiro de Souza (orientadora), Dr Renato Carrer Filho (coorientador) , Dra Aline Brito Vaz (membro interno) e Dr. Erasmo Ribeiro da Paz Filho (membro interno), para examinar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado BOAS PRÁTICAS NA PRODUÇÃO DE BIOINSUMOS *on farm.* de BRUNA REIS PAIVA CUNHA, estudante do curso de Especialização em Bioinsumos do IF Goiano – Campus Morrinhos, sob Matrícula nº 2024104304260003. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Campus, 13 de setembro de 2025.

(Assinado eletronicamente)

Tenille Riberio de Souza

Orientadora

(Assinado eletronicamente)

Renato Carrer Filho

Co orientador

(Assinado eletronicamente)

Aline Brito Vaz

Membro da Banca Examinadora

(Assinado eletronicamente)

Erasmo Ribeiro da Paz Filho

Membro da Banca Examinadora

Ficha Catalográfica

Reis Paiva Cunha, Bruna

C972 Boas Práticas na Fabricação de Bioinsumos on farm / Bruna Reis
Paiva Cunha. Morrinhos 2025.

44f. il.

Orientadora: Prof^a. Dra. Tenille Ribeiro de Souza.

Coorientador: Prof. Dr. Renato Carrer Filho.

Monografia (Especialista) - Instituto Federal Goiano, curso de
0430426 - Especialização em Bioinsumos - Morrinhos (Campus
Morrinhos).

I. Título.

ERRATA

PAGINA	NOME CIENTÍFICO	SINONÍMIA
20	<i>Bacillus aryabhattai</i>	<i>Priestia aryabhattai</i>
19	<i>Bacillus megaterium</i>	<i>Priestia megaterium</i>

Dedico...

*A Deus, aos meus pais, à minha companheira e aos
meus irmãos.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde e pela força concedida em todos os momentos desta jornada acadêmica. Ao Programa de Pós-Graduação em Bioinsumos do Instituto Federal Goiano, pela oportunidade de aprendizado e crescimento científico.

À minha família, em especial aos meus pais Elvislaine e Alessandro e a minha namorada Flávia, pelo amor, incentivo e apoio incondicional em todas as etapas da minha formação.

À minha orientadora, Dra. Tenille Ribeiro de Souza e ao Dr. Renato Carrer Filho, pela dedicação, paciência e valiosa orientação no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores e colegas do programa, pela contribuição no processo de construção do conhecimento e pela amizade durante essa caminhada.

Às instituições de apoio FAPEG, FUNAPE, IF Goiano e CEBIO, cujo suporte foi fundamental para a execução deste trabalho.



LISTA DE SIMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACOES E UNIDADES

SIGLA	SIGNIFICADO	QUANTIDADE
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária	8
BPF	Boas Práticas de Fabricação	15
BPL	Boas Práticas de Laboratório	20
CEBIO	Centro de Excelência em Bioinsumos	2
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil	1
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	35
EPI	Equipamento de Proteção Individual	3
FPA	Frente Parlamentar da Agropecuária	1
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis	17
IFGoiano	Instituto Federal Goiano	2
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária	17
MPB	Mudas Pr Brotadas	2
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	1
PNB	Programa Nacional de Bioinsumos	5
POP	Procedimentos Operacionais Padrão	4
RenovaBIO	Política Nacional de Biocombustíveis	1
RIB	Rede de Inovação em Bioinsumos	6
SDA	Secretaria de Defesa Agropecuária	5
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso	2
UFG	Universidade Federal de Goiás	5
UNIGOIAS	Centro Universitário de Goiás	1

BIOGRAFIA DO ALUNO

Bruna Reis Paiva Cunha, natural de Goiânia, Goiás, filha de Elvislaine Ferreira dos Reis e Alessandro Paiva da Cunha. Iniciou seus estudos no curso de Agronomia em outubro de 2012 na Universidade Federal de Goiás – UFG, campus Samambaia. Durante sua trajetória na UFG foi bolsista PIBIC duas vezes, primeiro na Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás, com pesquisa voltada para a fitossanidade da cultura do algodão, segundo na Ridesa Goiás, participando na pesquisa do melhoramento genético da cultura da cana-de-açúcar e organização de eventos voltados para o setor sucroenergético. Também durante a permanência na UFG foi coordenadora do Grupo de Estudos Agrônomo da Cana-de-açúcar (GEACANA). Interrompeu seus estudos na UFG no ano de 2019 por motivos de saúde. Mas retornou os estudos no ano de 2020 no Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS e formou-se em Agronomia em dezembro de 2022. Durante seus estudos na UNIGOIÁS, fez seu estágio obrigatório na Agroconecta Laboratório de Análises Clínicas de Sementes e Plantas, onde teve a oportunidade de trabalhar na prática com os microrganismos, fazendo análises de viabilidade de produtos biológicos, análises de fitopatógenos, análises de fitonematóides e outras coisas. Em janeiro de 2023 entrou para o mercado de trabalho na cidade de Itumbiara – GO, na empresa STA TECHCANA, um viveiro de Mudas Pré Brotadas (MPB) de cana-de-açúcar. Logo depois teve a oportunidade de trabalhar na área comercial com produtos biológicos e tecnologia *on farm* na Forteagro, atuando no sul e sudoeste goiano. Iniciou na primeira turma da Especialização em Bioinsumos do IFGoiano de Morrinhos em maio de 2024 e agora em setembro de 2025 irá defender seu Trabalho de Conclusão de Curso. Não parando por aí, pretende iniciar um mestrado na área de fitopatologia em breve.

RESUMO

A crescente busca por alternativas sustentáveis para reduzir agroquímicos levou ao estabelecimento do Programa Nacional de Bioinsumos (PNB) e culminou na Lei nº 15.070/2024, que regula a produção de bioinsumos para uso próprio e introduz um manual orientador de boas práticas. Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) reúne e discute informações científicas e legais sobre bioinsumos, com foco nas Boas Práticas de Fabricação (BPF) em unidades *on farm*. O objetivo foi compreender os fundamentos conceituais, o marco regulatório brasileiro e os aspectos técnicos e sanitários que garantem qualidade e segurança. O estudo ressalta que bioinsumos são produtos ou processos derivados de enzimas, extratos vegetais ou microbianos, microrganismos e macroorganismos utilizados para controle biológico, nutrição e crescimento vegetal. Destaca-se também que o setor movimentou cerca de um bilhão de reais entre 2020 e 2021 e apresenta ritmo de crescimento acelerado, estimulando pesquisas e investimentos. A revisão expõe os três princípios recomendados pela Embrapa para a produção de bioinsumos *on farm*: multiplicar apenas microrganismos listados e adquiridos de bancos de germoplasma credenciados, cadastrar a unidade produtora junto ao Ministério da Agricultura e contar com profissional responsável habilitado. Ao final, conclui-se que a adoção dessas práticas, associada à observância das normas legais, fortalece a sustentabilidade da agricultura e possibilita inovação no campo.

Palavras-chave: bioinsumos, produção *on farm*, boas práticas, legislação, sustentabilidade.

ABSTRACT

This final paper compiles and discusses scientific and legal information on bioinputs, focusing on Good Manufacturing Practices (GMP) in *on farm* units. The aim was to understand the conceptual foundations, the Brazilian regulatory framework, and the technical and sanitary aspects that ensure quality and safety. The increasing demand for sustainable alternatives to reduce agrochemicals has led to the establishment of the National Bioinputs Program and culminated in Law No. 15,070/2024, which regulates bioinput production for own use and introduces a manual of good practices. The study emphasizes that bioinputs are products or processes derived from enzymes, plant or microbial extracts, microorganisms, and macroorganisms used for biological control, nutrition, and plant growth. It also notes that the sector generated about one billion reais in 2020–2021 and has been growing rapidly, driving research and investment. The review highlights three principles recommended by Embrapa for *on farm* bioinput production: multiplying only microorganisms listed and obtained from accredited germplasm banks, registering the production unit with the Ministry of Agriculture, and having a qualified technical professional. It concludes that adopting these practices, in line with legal norms, strengthens agricultural sustainability and fosters innovation in the field.

Keywords: bioinputs, *on farm* production, best practices, legislation, Sustainability

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
OBJETIVOS	13
OBJETIVO GERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
REVISÃO DE LITERATURA	14
FUNDAMENTOS DOS BIOINSUMOS	14
TRAJETÓRIA HISTÓRICA DOS BIOINSUMOS NO BRASIL.....	15
PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA PRODUÇÃO <i>on farm</i>	17
BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPF)	19
BOAS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO (BPL)	20
PRODUÇÃO DE BIOINSUMOS <i>on farm</i>	22
ASPECTOS TÉCNICOS E SANITÁRIOS	26
MARCO LEGAL E ATUALIZAÇÕES	29
SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO NO CAMPO	32
CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS.....	37

INTRODUÇÃO

A agricultura contemporânea passa por intensa transformação em busca de sistemas produtivos mais sustentáveis, capazes de atender às exigências ambientais e à segurança alimentar. Os bioinsumos, insumos biológicos produzidos a partir de microrganismos, extratos vegetais, enzimas ou macroorganismos, emergem como uma estratégia tecnológica promissora para promover a sustentabilidade dos sistemas agroalimentares (SAMBUICHI; POLICARPO; ALVES, 2024). Estudos recentes confirmam que o uso de bioinsumos pode reduzir a dependência de fertilizantes e pesticidas sintéticos, diminuindo a poluição ambiental e melhorando a saúde do solo e das plantas cultivadas (ONU, 2022). Em âmbito global, organizações internacionais também incentivam a adoção de biofertilizantes e outras inovações ecológicas como parte de uma produção agrícola mais sustentável e resiliente (ONU, 2022).

No Brasil, o interesse por bioinsumos cresceu significativamente na última década, acompanhando o movimento mundial por práticas agrícolas mais sustentáveis. O país instituiu em 2020 o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB), que estimulou pesquisas, inovação e políticas de incentivo na área (BRASIL, 2020). Em 2024 foi sancionada a Lei nº 15.070/2024, que estabeleceu um novo marco legal para a produção, comercialização e uso de bioinsumos em agricultura, pecuária, aquicultura e silvicultura (BRASIL, 2025). Essa lei autorizou explicitamente a produção *on farm* de bioinsumos para uso próprio, sob condições simplificadas de cadastro e adoção de Boas Práticas de Fabricação (BPF) (EMBRAPA, 2021). Especialistas consideram essa legislação um avanço histórico, pois centraliza e simplifica normas antes dispersas e incentiva a inovação no setor. Ao mesmo tempo, análises apontam desafios a serem regulamentados, como critérios para definir “uso próprio” e a necessidade de controle de qualidade rigoroso nas unidades *on farm* (MARCO DOS BIOINSUMOS, 2025).

Diante desse panorama, este trabalho apresenta uma revisão de literatura sobre bioinsumos e Boas Práticas de Fabricação (BPF) em unidades *on farm*, abordando fundamentos teóricos, legislação vigente, aspectos técnicos e sanitários, sustentabilidade e inovação. Pretende-se, com isso, consolidar conhecimentos e orientar produtores, técnicos e formuladores de políticas sobre as responsabilidades e benefícios associados ao uso de bioinsumos na agricultura sustentável.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Compilar e analisar os fundamentos científicos e normativos relacionados às Boas Práticas de Fabricação de Bioinsumos *on farm*, apresentando subsídios teóricos e práticos para produtores e pesquisadores.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar a literatura sobre o conceito de bioinsumos, suas aplicações e importância para a agricultura sustentável;
- Descrever os princípios recomendados pela Embrapa para produção de bioinsumos *on farm* e discutir sua incorporação na legislação vigente;
- Analisar o marco legal brasileiro (Decreto 10.375/2020, Lei 15.070/2024 e normas correlatas) e suas implicações para produtores e pesquisadores;
- Avaliar os aspectos técnicos e sanitários que garantem qualidade, segurança e rastreabilidade na fabricação *on farm* de bioinsumos;
- Evidenciar a relação entre bioinsumos, sustentabilidade e inovação, destacando programas e políticas públicas que incentivam essa prática.

REVISÃO DE LITERATURA

FUNDAMENTOS DOS BIOINSUMOS

Os bioinsumos são definidos na Lei nº 15.070/2024 como produtos, processos ou tecnologias de origem vegetal, animal ou microbiana (incluindo processos biotecnológicos) que podem ser aplicados na produção, proteção, armazenamento ou beneficiamento de produtos agropecuários ou sistemas aquícolas/florestais. Eles devem interferir no crescimento e no desenvolvimento de plantas, animais e microrganismos, bem como no solo e em substâncias derivadas, interagindo com processos físicos, químicos e biológicos.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), os bioinsumos são “produtos baseados em componentes biológicos, como microrganismos e extratos vegetais”, destinados a etapas diversas da cadeia agropecuária. Entre as funções destacadas pelo MAPA estão o combate a pragas e doenças, o aumento da disponibilidade de nutrientes e a melhoria da fertilidade do solo; por serem biodegradáveis, contribuem para uma agricultura mais sustentável.

A regulamentação federal também classifica os bioinsumos conforme sua função ou composição (BRASIL, 2025). Por exemplo:

1. Bioestimulantes: produtos contendo substâncias naturais que podem ser aplicados a plantas, sementes ou solo; visam incrementar a produção, melhorar a qualidade das sementes, estimular o crescimento radicular e equilibrar a fisiologia vegetal.
2. Biofertilizantes: produtos compostos por componentes ativos ou substâncias orgânicas obtidas de microrganismos, ou de origem vegetal e animal, capazes de atuar direta ou indiretamente nas plantas, aumentando a produtividade ou melhorando a qualidade.
3. Inoculantes: produtos ou tecnologias que contêm microrganismos benéficos capazes de favorecer o desenvolvimento das plantas.
4. Agentes biológicos de controle: organismos (bactérias, fungos, vírus, insetos, etc.) ou seus derivados usados para controlar pragas e doenças; incluem semioquímicos (feromônios e aleloquímicos) e outros bioquímicos mencionados na lei.

5. Condicionadores de solo: produtos, processos ou tecnologias destinados a melhorar as propriedades físicas, físicoquímicas ou a atividade biológica do solo; por exemplo, compostos fermentados que revitalizam a biota do solo.
6. Condicionadores biológicos de ambientes: substâncias simples ou compostas obtidas por fermentação que aumentam a diversidade e a atividade microbiológica de ambientes produtivos, melhorando a sanidade e reduzindo a presença de microrganismos indesejáveis.
7. Outras categorias citadas na lei: semioquímicos, bioquímicos, fitoquímicos, metabólitos e macromoléculas orgânicas são classes de produtos de base biológica (como feromônios ou moléculas naturais) utilizados para regular crescimento ou desempenho, alterar a composição da flora ou fauna, ou funcionar como ingredientes ativos nas culturas leguminosas, por exemplo, eles são usados para fixação biológica de nitrogênio.

Essa diversidade de produtos reflete um conceito amplo: bioinsumos podem incluir microrganismos vivos, extratos de plantas, compostos orgânicos e tecnologias de fermentação. Sua adoção busca reduzir o uso de insumos sintéticos, melhorar a saúde do solo e oferecer alternativas de manejo mais sustentáveis.

TRAJETÓRIA HISTÓRICA DOS BIOINSUMOS NO BRASIL

DÉCADA DE 1950 – FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

As primeiras pesquisas sobre inoculantes iniciaram-se nos anos 1950, lideradas pela engenheira agrônoma Johanna Döbereiner e por Ruy Jardim Freire, da Embrapa. Esses cientistas demonstraram que bactérias rizóbias poderiam fixar o nitrogênio atmosférico em simbiose com a soja, reduzindo a necessidade de adubos nitrogenados. Naquela época havia resistência à tecnologia porque o padrão era empregar adubação mineral, mas o sucesso comercial da soja brasileira foi atribuído a essas investigações sobre FBN (JONES, 2019).

ANOS 1960 – USO COMERCIAL DE INOCULANTES

Na década seguinte, os inoculantes passaram a ser usados em larga escala na cultura da soja. A ampliação ocorreu graças ao trabalho da Embrapa na seleção de estirpes de *Rhizobium/Bradyrhizobium* adaptadas aos solos e genótipos brasileiros. Esses

produtos, suspensões de bactérias que absorvem o nitrogênio do ar e o transferem às raízes, diminuíram a dependência de fertilizantes químicos, tornando a FBN (Fixação Biológica de Nitrogênio) economicamente viável (JONES, 2019).

A PARTIR DOS ANOS 2000 – NOVOS MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO

Pesquisas recentes identificaram outras bactérias diazotróficas não nodulantes capazes de estimular o crescimento vegetal. A Embrapa Soja passou a fornecer inoculantes contendo *Azospirillum brasilense*, que, além de fixar nitrogênio, produz fitohormônios e aumenta a formação de raízes, melhorando a absorção de água e nutrientes. Esses inoculantes ampliam a produtividade e reduzem ainda mais o uso de fertilizantes (JONES, 2019).

2014 – COINOCULAÇÃO

Em 2014, a Embrapa lançou a tecnologia de coinoculação, combinando espécies de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. A aplicação simultânea das duas bactérias nas sementes de soja aumenta o rendimento médio em 16 % em comparação com o uso apenas de *Bradyrhizobium* (JONES, 2019).

2020 – INSTITUCIONALIZAÇÃO

O governo federal instituiu o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB) (Decreto nº 10 375/2020) para ampliar e fortalecer a utilização desses insumos biológicos. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o programa tem por objetivo “ampliar e fortalecer a utilização de bioinsumos para promoção do desenvolvimento sustentável da agropecuária brasileira”. Essa iniciativa estabeleceu diretrizes para pesquisa, produção, registro e uso de bioinsumos, incentivando a inovação e a sustentabilidade.

2024 – MARCO LEGAL

A Lei nº 15.070/2024 consolidou o marco regulatório, definindo bioinsumos como produtos, processos ou tecnologias de origem vegetal, animal ou microbiana, inclusive biotecnológicas, destinados à produção, proteção e beneficiamento de produtos agropecuários. A lei também classificou as principais categorias de bioinsumos e reforçou a importância do responsável técnico habilitado (BRASIL, 2025).

Esse panorama mostra que o Brasil tem mais de setenta anos de experiência com bioinsumos, partindo da fixação biológica de nitrogênio na soja para tecnologias mais complexas de coinoculação, culminando com a criação de um programa nacional e um marco legal específico.

PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA PRODUÇÃO *on farm*

O crescimento do mercado de insumos biológicos tem levado muitos agricultores a produzirem inoculantes e outros bioinsumos diretamente nas propriedades, prática chamada de produção *on farm*. Contudo, pesquisas mostram que esse método pode gerar produtos contaminados se não houver critérios rígidos de qualidade e biossegurança. Um estudo da Embrapa Milho e Sorgo avaliou a qualidade microbiológica de amostras de inoculantes à base de *Bacillus* produzidos *on farm* e constatou que mais de 90 % dos isolados eram de espécies potencialmente patogênicas; apenas quatro isolados correspondiam à espécie desejada (*Bacillus megaterium*), evidenciando alto índice de contaminação e risco à saúde humana e animal. Além disso, a publicação ressalta que, diferentemente dos produtos comerciais, a produção *on farm* não está sujeita a exigências legais de controle de qualidade ou fiscalização (Lana *et al.*, 2022).

Figura 1 — Identificação molecular baseada no sequenciamento parcial de isolados bacterianos presentes em amostras de inoculantes produzidos em sistema *on farm* com foco na multiplicação de *Bacillus megaterium* e *B. subtilis*, e potencial risco como patógeno humano e/ ou animal.

Amostra	Frag. ⁺ (pb)	Provável espécie	Cob. ⁺ (%)	Ident. ⁺ (%)	Acesso GenBank	Potencial patógeno humano e/ou animal	Referência
1A.1	907	<i>Bacillus megaterium</i>	100	99,89	CP009920.1	Não	Velloso et al. (2020)
1A.2	902	<i>Klebsiella quasipneumoniae</i>	100	99,78	KX611356.1	Sim	Xie et al. (2018)
1A.3	907	<i>B. megaterium</i>	100	99,89	CP009920.1	Não	Velloso et al. (2020)
1A.4	902	<i>Enterococcus faecalis</i>	100	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
1A.5	902	<i>E. faecalis</i>	100	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
1A.6	902	<i>K. quasipneumoniae</i>	100	99,67	CP014696.2	Sim	Xie et al. (2018)
1A.7	902	<i>E. faecalis</i>	100	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
1A.8	902	<i>E. faecalis</i>	100	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
1A.9	902	<i>E. faecalis</i>	100	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
1A.10	902	<i>E. faecalis</i>	100	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
1A.11	902	<i>E. faecalis</i>	100	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
1A.12	902	<i>E. faecalis</i>	100	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
2A.1	907	<i>B. megaterium</i>	100	99,89	CP009920.1	Não	Velloso et al. (2020)
2A.2	907	<i>B. megaterium</i>	100	99,89	CP009920.1	Não	Velloso et al. (2020)
2A.3	907	<i>E. faecalis</i>	99	99,78	MT158605.1	Sim	Golob et al. (2019)
2A.4	902	<i>E. faecalis</i>	100	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
2A.6	896	<i>Lactococcus garvieae</i>	99	99,78	LC145570.1	Sim	Choksi et al. (2017)
2A.7	902	<i>E. faecalis</i>	100	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
2A.8	902	<i>E. faecalis</i>	100	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
2A.10	902	<i>E. faecalis</i>	100	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
2A.11	896	<i>L. garvieae</i>	99	99,78	LC145570.1	Sim	Choksi et al. (2017)
2A.12	896	<i>L. garvieae</i>	99	99,78	LC145570.1	Sim	Choksi et al. (2017)
CA.1	897	<i>B. megaterium</i>	100	99,78	CP009920.1	Não	Velloso et al. (2020)
CA.2	897	<i>B. megaterium</i>	100	99,78	CP009920.1	Não	Velloso et al. (2020)
CA.3	897	<i>B. megaterium</i>	100	99,78	CP009920.1	Não	Velloso et al. (2020)
CA.4	897	<i>B. megaterium</i>	100	99,78	CP009920.1	Não	Velloso et al. (2020)
CA.5	888	<i>B. subtilis</i>	100	100	OM061702.1	Não	Spears et al. (2021)
CA.6	888	<i>B. subtilis</i>	100	100	OM061702.1	Não	Spears et al. (2021)

Fonte: (LANA *et al.*, 2022).

Figura 2 — Identificação molecular baseada no sequenciamento parcial de isolados bacterianos presentes em amostra de inoculantes produzidos em sistema *on farm* e comercial com foco na multiplicação de *Bacillus aryabhattai* e potencial risco como patógeno humano e/ou animal.

Amostra	Frag. (pb)	Provável espécie	Cob (%)	E-value	Ident (%)	Acesso GenBank	Potencial patógeno humano e/ou animal	Referência
1B.3	901	<i>Enterococcus faecalis</i>	100	0,0	99,78	NR_115765	Sim	Golob et al. (2019)
1B.4	901	<i>E. faecalis</i>	100	0,0	99,78	NR_115765	Sim	Golob et al. (2019)
1B.5	901	<i>E. faecalis</i>	100	0,0	99,78	NR_115765	Sim	Golob et al. (2019)
1B.7	902	<i>E. faecalis</i>	100	0,0	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
1B.8	902	<i>E. faecalis</i>	100	0,0	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
1B.9	902	<i>Klebsiella quasipneumoniae</i>	100	0,0	99,67	CP014696.2	Sim	Xie et al. (2018)
1B.10	902	<i>E. faecalis</i>	100	0,0	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
1B.11	902	<i>E. faecalis</i>	100	0,0	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
1B.12	902	<i>E. faecalis</i>	100	0,0	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
2B.1	907	<i>K. pneumoniae</i>	100	0,0	99,78	CP040993.1	Sim	Xie et al. (2018)
2B.2	907	<i>K. pneumoniae</i>	100	0,0	99,78	CP040993.1	Sim	Xie et al. (2018)
2B.3	901	<i>E. faecalis</i>	100	0,0	99,78	NR_115765	Sim	Golob et al. (2019)
2B.4	907	<i>K. pneumoniae</i>	100	0,0	99,78	CP040993.1	Sim	Xie et al. (2018)
2B.5	901	<i>E. faecalis</i>	100	0,0	99,78	NR_115765	Sim	Golob et al. (2019)
2B.7	902	<i>E. faecalis</i>	100	0,0	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
2B.9	902	<i>E. faecalis</i>	100	0,0	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
2B.10	902	<i>K. quasipneumoniae</i>	100	0,0	99,67	CP014696.2	Sim	Xie et al. (2018)
2B.11	902	<i>K. pneumoniae</i>	100	0,0	99,67	MN999954.1	Sim	Xie et al. (2018)
2B.12	902	<i>E. faecalis</i>	100	0,0	99,89	MN372133.1	Sim	Golob et al. (2019)
CB.1	902	<i>Bacillus aryabhattai</i>	100	0,0	100	OU707431.1	Não	Kavamura et al. (2013)
CB.2	902	<i>B. aryabhattai</i>	100	0,0	100	OU707431.1	Não	Kavamura et al. (2013)
CB.3	902	<i>B. aryabhattai</i>	100	0,0	100	OU707431.1	Não	Kavamura et al. (2013)
CB.4	902	<i>B. aryabhattai</i>	100	0,0	100	OU707431.1	Não	Kavamura et al. (2013)
CB.5	902	<i>B. aryabhattai</i>	100	0,0	100	OU707431.1	Não	Kavamura et al. (2013)
CB.6	902	<i>B. aryabhattai</i>	100	0,0	100	OU707431.1	Não	Kavamura et al. (2013)

Fonte: (LANA *et al.*, 2022).

Diante desses riscos, a Embrapa emitiu nota técnica apresentando três princípios básicos para assegurar a qualidade e a segurança da produção *on farm*:

ORIGEM DOS MICRORGANISMOS

Os microrganismos utilizados devem constar das listas oficiais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e ser adquiridos em bancos de germoplasma credenciados. Essa exigência reduz o risco de multiplicar organismos desconhecidos ou patogênicos.

CADASTRO DO PRODUTOR

O produtor de bioinsumos deve cadastrar-se junto ao MAPA. O cadastro permite ao órgão regulador monitorar as unidades produtoras, rastrear os produtos e orientar adequadamente os responsáveis.

RESPONSÁVEL TÉCNICO HABILITADO

A produção deve contar com um responsável técnico legalmente habilitado, ou seja, um profissional com formação de nível técnico ou superior, registrado no respectivo conselho e capacitado em bioinsumos (como determina a Lei nº 15.070/2024). Isso assegura que os procedimentos sigam normas científicas e legais.

A nota técnica enfatiza ainda a necessidade de adotar Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Boas Práticas de Laboratório (BPL) para garantir rastreabilidade e confiabilidade. Sem esses cuidados, a multiplicação de agentes biológicos pode gerar produtos de má qualidade, ameaçando a saúde humana, a fauna benéfica e o ambiente. Além das recomendações da Embrapa, a legislação brasileira (Lei nº 15.070/2024) define que bioinsumos só podem ser produzidos *on farm* se for possível rastrear sua origem, composição e métodos de produção, e exige que as unidades produtoras sejam cadastradas e possuam responsável técnico habilitado. Essas medidas visam harmonizar o crescimento do setor com a biossegurança e a proteção ambiental.

BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPF)

Para reduzir riscos, a Lei nº 15 070/2024 e a Embrapa estabeleceram princípios e práticas a serem observados.

SEGUIR INSTRUÇÕES DE BPF DO ÓRGÃO DE DEFESA AGROPECUÁRIA

A lei determina que a produção de bioinsumos *on farm* seja isenta de registro, desde que siga as instruções de BPF definidas pelo órgão federal de defesa agropecuária. Essas instruções deverão abranger procedimentos de higienização de ambientes, equipamentos esterilizados, uso de materiais descartáveis quando possível, controle da água e do meio de cultivo e medidas de biossegurança para evitar contaminação cruzada. O produtor deve implantar um manual de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) e treinar a equipe para garantir que cada etapa de preparação, inoculação, fermentação e armazenamento ocorra em condições assépticas.

USO DE MICRORGANISMOS AUTORIZADOS E RASTREÁVEIS

O isolado, linhagem ou estirpe usado como inóculo deve ser adquirido de bancos de germoplasma públicos ou privados credenciados no MAPA, ou a partir de inóculos de bioinsumos registrados para esse fim. A lei proíbe expressamente a multiplicação de produtos comerciais registrados para uso próprio. Ao selecionar microrganismos, o produtor deve verificar se constam nas listas oficiais e manter registro da origem, garantindo que materiais patogênicos não sejam propagados.

CONTROLE DOCUMENTAL E RASTREABILIDADE

Todo material transportado entre propriedades deve ser acompanhado de documentação indicando a natureza do produto, o destino e a unidade produtora. Além disso, os lotes produzidos devem ter relatórios contendo a data de fabricação, a quantidade produzida e a identificação e origem do isolado ou estirpe; esses relatórios devem ser armazenados pelo produtor por cinco anos. A rastreabilidade facilita a identificação de falhas, recolhimento de lotes e comprovação de origem em caso de contaminação.

RESPONSÁVEL TÉCNICO E CAPACITAÇÃO

O MAPA poderá exigir a presença de um responsável técnico habilitado para a produção *on farm*. Mesmo quando não houver obrigatoriedade formal, recomenda-se que um profissional com formação técnica em microbiologia ou agronomia supervisione o processo, verifique a correta preparação dos meios, o pH, a temperatura e a pureza das culturas, e conduza testes microbiológicos para atestar a qualidade dos bioinsumos. Todos os operadores devem receber treinamento em BPF e biossegurança.

INFRAESTRUTURA E HIGIENE

Embora a lei não detalhe as instalações, as BPF recomendam áreas específicas e limpas para cada etapa: preparação de meios, inoculação, incubação/fermentação e envase. Devem-se evitar fluxos cruzados de pessoas e materiais, utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPI), manter superfícies desinfetadas e descartar corretamente resíduos e efluentes. A água usada precisa ser potável ou tratada, e os insumos devem ser armazenados em condições adequadas de temperatura e proteção contra luz para preservar sua viabilidade.

A adoção dessas BPF reduz o risco de contaminação, assegura que o produto contenha o microrganismo desejado e atende às exigências legais. A combinação de orientação técnica, infraestrutura adequada e controle documental permitirá que os bioinsumos *on farm* contribuam de fato para uma agricultura mais sustentável.

BOAS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO (BPL)

A produção de bioinsumos em pequenas unidades exige mais que apenas multiplicar microrganismos; requer condições laboratoriais adequadas para garantir a qualidade e a segurança. As Boas Práticas de Laboratório (BPL) são definidas pelo Ibama como um sistema de qualidade que envolve a organização, as metodologias, os procedimentos e as condições sob as quais os estudos laboratoriais, semi campo e campo

são planejados, executados, monitorados e mantidos. Esse conjunto de princípios visa assegurar a confiabilidade dos laudos e a qualidade das informações apresentadas ao órgão regulador (IBAMA, 2022).

No contexto da produção *on farm*, a adoção de BPL visa minimizar riscos de contaminação e garantir que o insumo contenha apenas microrganismos desejados. Recomenda-se que as unidades *on farm* implementem os seguintes princípios laboratoriais:

ORGANIZAÇÃO E HIGIENE DO AMBIENTE

As instalações devem ser organizadas de forma a evitar contaminações cruzadas. O Ibama destaca que as BPL tratam da organização e das condições em que estudos são conduzidos; assim, as áreas de manipulação, incubação e embalagem devem ser separadas, com superfícies limpas e periódica desinfecção. Acesso restrito e controle de fluxo de pessoas ajudam a reduzir a entrada de contaminantes.

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS ESTERILIZADOS

Equipamentos como agitadores, incubadoras e frascos de cultivo precisam estar calibrados e esterilizados. O programa BPL do Ibama tem como um dos objetivos “promover a elevação do nível de qualidade e confiabilidade dos estudos”, o que inclui garantir que os instrumentos utilizados não sejam fontes de impurezas. A utilização de autoclaves e filtros adequados para esterilização, bem como a manutenção preventiva de equipamentos, é essencial.

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRONIZADOS (POPS)

A BPL exige metodologias claras para cada etapa: preparo de meios de cultura, inoculação, fermentação, envase e armazenamento. Esses procedimentos devem ser documentados e seguidos à risca para possibilitar replicabilidade e rastreabilidade. O Ibama destaca que as BPL abrangem as metodologias e procedimentos de estudo; portanto, o produtor *on farm* deve elaborar manuais de rotina e treinar os operadores para cumpri-los.

CONTROLE DE QUALIDADE E REGISTROS

Cada lote produzido deve ser submetido a análises microbiológicas para verificar pureza e concentração, registrando data, origem dos microrganismos e resultados analíticos. A Lei nº 15.070/2024, que regulamenta os bioinsumos, determina que os

produtores *on farm* mantenham relatórios com data de fabricação, quantidade produzida e identificação do isolado por cinco anos. Associar esses registros às BPL garante rastreabilidade e permite corrigir falhas.

CAPACITAÇÃO E RESPONSABILIDADE TÉCNICA

As BPL destacam a importância da formação de uma “massa crítica” de técnicos capacitados, ou seja, a criação de um contingente mínimo de profissionais qualificados capaz de sustentar as atividades de avaliação e controle de qualidade dos bioinsumos. Assim, as unidades *on farm* devem contar com um responsável técnico treinado em microbiologia e biossegurança para supervisionar a produção. Além disso, todos os operadores precisam ser orientados sobre higiene pessoal, uso de equipamentos de proteção individual, descarte de resíduos e conduta em caso de acidentes (IBAMA, 2022).

DOCUMENTAÇÃO E AUDITORIA

As BPL implicam manter documentação organizada, incluindo relatórios de produção, calibração de equipamentos, POPs e resultados de controle de qualidade. Essa documentação subsidia auditorias de órgãos reguladores e comprova a adoção de boas práticas. O Ibama ressalta que as BPL são um sistema de qualidade que deve ser monitorado pela entidade responsável.

A incorporação das BPL na produção *on farm* promove insumos mais seguros e eficazes, além de facilitar o registro ou a comercialização futura. Ao seguir padrões de organização, higiene, controle de processos e qualificação de pessoal, os produtores reduzem a probabilidade de contaminação e asseguram que seus bioinsumos contribuam positivamente para a sustentabilidade e a produtividade agrícola.

PRODUÇÃO DE BIOINSUMOS *on farm*

Nos últimos anos, cresceu o número de agricultores que fabricam inoculantes e outros bioinsumos diretamente em suas propriedades. Esse modelo de produção, chamado *on farm*, surgiu em resposta ao aumento da demanda por insumos biológicos e aos altos custos de produtos comerciais. A prática, contudo, ainda carece de regulamentação mais detalhada e de controle de qualidade rigoroso.

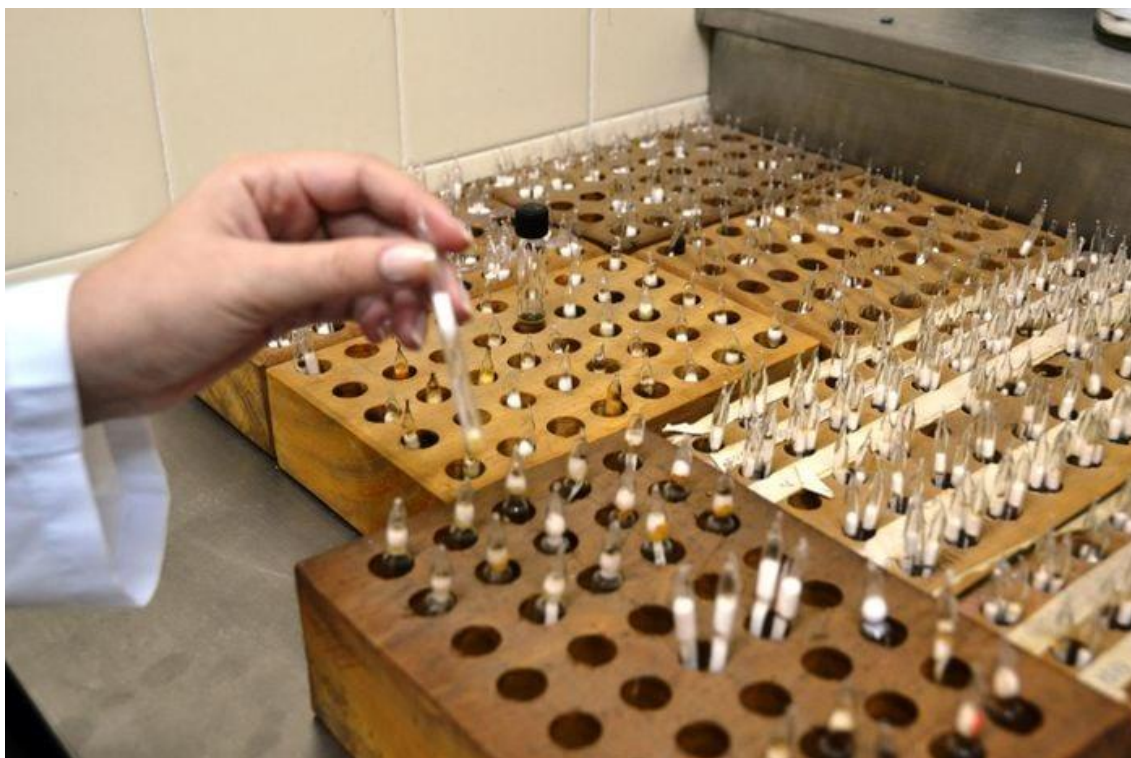
ETAPAS GERAIS DO PROCESSO

O processo de produção *on farm* envolve, em linhas gerais:

ESCOLHA DO MICRORGANISMO

A legislação exige que o produtor utilize apenas microrganismos autorizados pelo Ministério da Agricultura e obtidos de bancos de germoplasma credenciados ou de inoculantes registrados. A Lei nº 15.070/2024 proíbe expressamente o uso de produtos comerciais registrados como inóculo para multiplicação *on farm*.

Fotografia 1 — Coleção de cultura de bactéria diazotrófica.



Fonte: (PORPINO, 2015).

PREPARAÇÃO DE PRÉ INÓCULO E MEIO DE CULTURA

O produtor adquire um pré inóculo (cultura inicial) em laboratório credenciado ou prepara um a partir de microrganismo autorizado. Em seguida, prepara o meio de cultura estéril (líquido ou sólido), contendo nutrientes adequados ao crescimento da cepa escolhida.

REPLICAÇÃO/MULTIPLICAÇÃO

O pré inóculo é transferido para recipientes (biorreatores, bombonas ou tanques de fermentação) em condições controladas de temperatura, pH e oxigenação. Conforme descreve estudo da Embrapa Milho e Sorgo, muitos agricultores simplesmente replicam

produtos comerciais ou pré inóculos em recipientes improvisados, sem padrões de esterilização ou monitoramento.

Fotografia 2 — Biorreator Vortizon O3 - Biorreator



Fonte: (VÓTICE TECH, 2025).

MONITORAMENTO E CONTROLE

Durante a fermentação, é necessário monitorar o crescimento do microrganismo e evitar contaminações. Contudo, pesquisas mostram que, na prática, o monitoramento é precário: ao analisar inoculantes *on farm* à base de espécies de *Bacillus*, a Embrapa constatou que mais de 90 % dos isolados recuperados eram de espécies potencialmente patogênicas; apenas quatro isolados pertenciam à espécie desejada (*Bacillus megaterium*), indicando alto índice de contaminação (LANA *et al.*, 2022).

ENVASE E ARMAZENAMENTO

Após atingir a concentração desejada, o bioinsumo deve ser filtrado (quando necessário) e envasado em recipientes esterilizados. O armazenamento deve ocorrer em local refrigerado e protegido da luz para manter a viabilidade.

Fotografia 3 — Biofábrica *on farm* - FB Agropecuária - União de Minas, MG



Fonte: (A AUTORA, 2024).

REGISTRO E RASTREABILIDADE

A Lei 15.070/2024 estabelece que as unidades de produção *on farm* devem se cadastrar no MAPA e seguir as instruções de BPF do órgão de defesa agropecuária. Além disso, é obrigatório manter registros detalhados sobre a origem do inóculo, lotes produzidos, datas e procedimentos para garantir rastreabilidade.

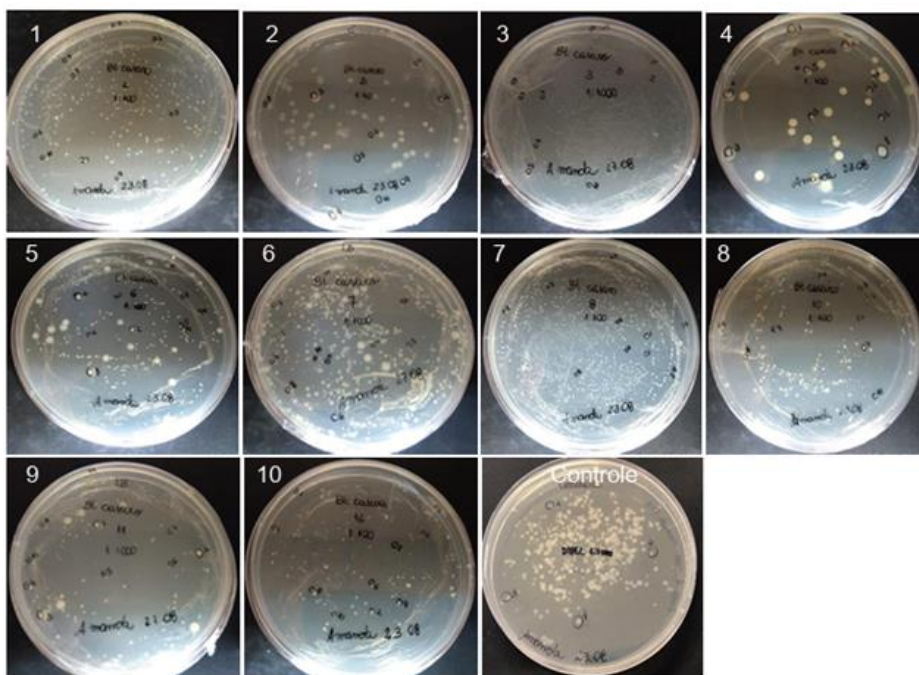
RISCOS E RECOMENDAÇÕES

A produção *on farm* oferece autonomia aos agricultores, mas apresenta riscos quando feita sem critérios técnicos. O estudo da Embrapa citado acima demonstra que a ausência de controle microbiológico permite a proliferação de microrganismos indesejáveis. Por isso, o órgão orienta que os produtores adotem BPF e BPL, contem com um responsável técnico habilitado e sigam as recomendações oficiais quanto à escolha de cepas, higienização, controle de fermentação e documentação. A observância dessas etapas é essencial para garantir que o insumo produzido tenha eficácia e não coloque em risco a saúde humana, animal ou ambiental.

ASPECTOS TÉCNICOS E SANITÁRIOS

A fabricação de bioinsumos nas propriedades rurais exige cuidados técnicos e sanitários para assegurar a eficácia e prevenir riscos à saúde humana, animal e ambiental. Pesquisadores da Embrapa alertam que a proliferação de unidades on farm não acompanhou a implementação de controles de qualidade: amostras de inoculantes produzidos em fazendas de Goiás contendo *Bacillus thuringiensis* mostraram que a maioria não continha o microrganismo alvo, mas sim patógenos como *Enterococcus faecalis* e *Acinetobacter baumannii*, este último responsável por infecções hospitalares multirresistentes (LANA *et al.*, 2019).

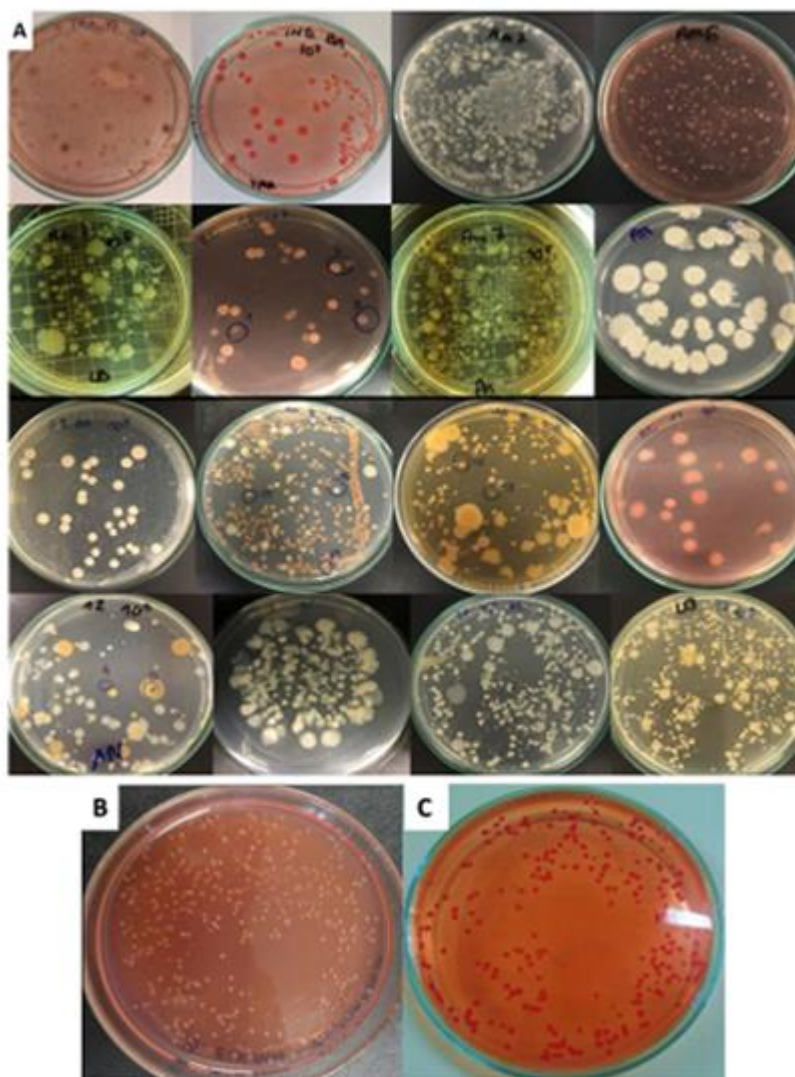
Fotografia 4 — Aspecto das colônias bacterianas presentes em 10 amostras de biopesticida à base de *Bacillus thuringiensis* produzidas em sistema “on farm” em propriedades rurais no município de Jataí-GO. A amostra controle refere-se ao biopesticida comercial Dipel WP® (Abbott Laboratories, EUA).



Fonte: (LANA *et al.*, 2019).

Outro levantamento com inoculantes de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* coletados em cinco estados revelou que os microrganismos desejados estavam ausentes ou em concentração mínima e que os inoculantes apresentavam ampla contaminação por microrganismos indesejados, um terço deles resistentes a múltiplos antibióticos (BOCATTI *et al.*, 2022).

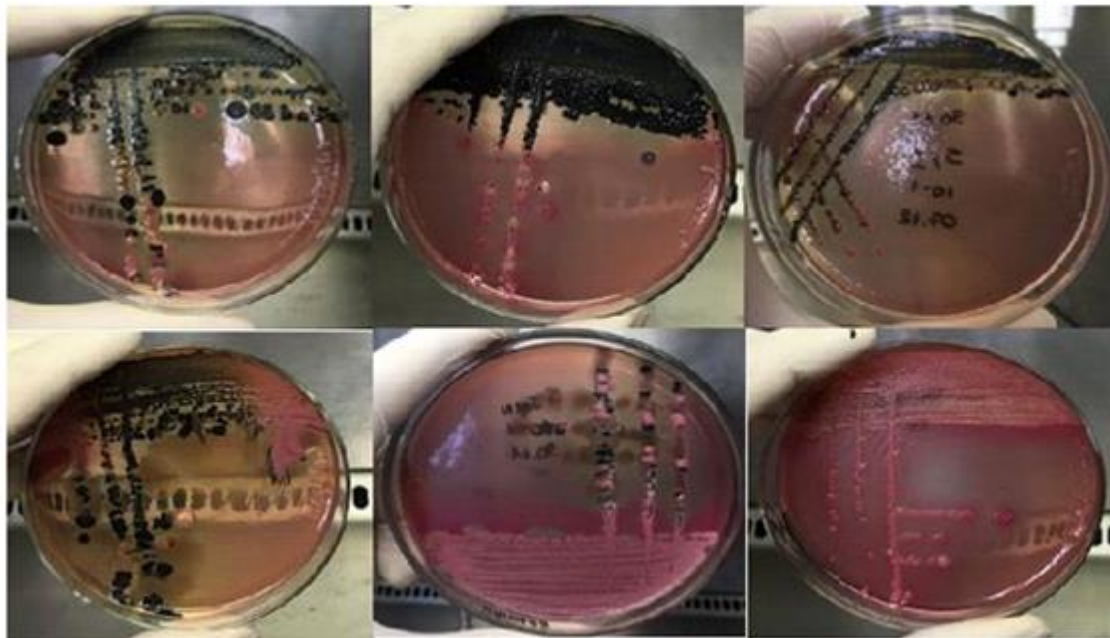
Fotografia 5 — Visão geral das placas de Petri contendo diferentes meios de cultura inoculados com amostras de inoculantes produzidos na fazenda na safra 2019/2020, com o objetivo da multiplicação de *Bradyrhizobium* spp. ou *Azospirillum brasilense*. Placas de Petri contendo colônias puras de *Bradyrhizobium* (B) e *Azospirillum* (C), cultivadas em meios de cultura YMA (Ágar Manitol com Levedura) e RC (Rojo Congo), respectivamente.



Fonte: (BOCATTI *et al.*, 2022).

Em estudo conduzido no Vale do São Francisco, 100 % das amostras produzidas *on farm* apresentaram contaminação; 84 % possuíam coliformes totais e 75 % continham *Salmonella sp.*, mostrando risco sanitário elevado (SANTOS; DINNAS; FEITOZA, 2020). Esses resultados demonstram que, sem medidas adequadas, a produção *on farm* pode gerar produtos de baixa qualidade e disseminar agentes patogênicos, comprometendo a saúde do produtor, dos consumidores e do meio ambiente.

Fotografia 6 — Determinação da presença de *Salmonella sp.* nas diferentes amostras de multiplicados *on farm*. As bactérias foram repicadas em meio Ágar Salmonella-Shigella (SS agar), o qual apresenta elevada seletividade para *Salmonella spp.*. Para o diagnóstico foi seguido determinação da ANVISA (2011), onde: colônias incolores com centro negro – suspeita de *Salmonella spp.*, colônia incolor – suspeita de *Shigella spp.* e colônias cor de rosa ou vermelho – suspeita de *Escherichia coli* ou *Klebsiella spp.*



Fonte: (SANTOS; DINNAS; FEITOZA, 2020).

Além de contaminações microbiológicas, há aspectos técnicos de rastreabilidade e legalidade. A Lei nº 15.070/2024 estabelece que a produção própria de bioinsumos deve seguir instruções de boas práticas definidas pelo órgão de defesa agropecuária. O uso de microrganismos comerciais como inóculo para multiplicação *on farm* é proibido; apenas estirpes autorizadas, adquiridas em bancos de germoplasma credenciados ou inoculantes registrados, podem ser utilizadas. O transporte de bioinsumos entre propriedades precisa de documentação com dados de origem, natureza e destino do produto, e os produtores devem manter relatórios sobre data de fabricação, quantidade e identificação das estirpes por cinco anos. A lei também prevê que, a critério da autoridade sanitária, a produção *on farm* seja acompanhada por um responsável técnico habilitado.

Em síntese, os aspectos técnicos e sanitários da produção *on farm* incluem:

- I. seleção de microrganismos certificados, com registro e origem rastreáveis;
- II. controle rigoroso de contaminação, com equipamentos esterilizados, condições assépticas e análises microbiológicas frequentes;
- III. documentação e rastreabilidade em todas as etapas;
- IV. responsabilidade técnica de profissionais capacitados;

- V. cumprimento das boas práticas de fabricação e laboratório, conforme normas legais.

A falta de controle e de boas práticas pode transformar os bioinsumos em veículos de patógenos e reduzir a eficiência agronômica; portanto, a observância dos requisitos legais e científicos é essencial para garantir produtos seguros e eficazes.

MARCO LEGAL E ATUALIZAÇÕES

INSTITUIÇÃO DO PROGRAMA NACIONAL DE BIOINSUMOS

(DECRETO Nº 10.375/2020)

O principal marco regulatório é o Decreto nº 10.375/2020, que instituiu o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB) no âmbito do Ministério da Agricultura. Esse decreto define bioinsumo como produto, processo ou tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana destinado ao uso na produção, no armazenamento ou no beneficiamento de produtos agropecuários. Entre as atribuições do programa estão a elaboração de manual de boas práticas para unidades produtoras de bioinsumos, a consolidação de um catálogo nacional de bioinsumos e a criação do Observatório Nacional de Bioinsumos para sistematizar dados de produção e mercado. O decreto também orienta a cooperação entre órgãos públicos e privados, incentiva a pesquisa, a inovação e o crédito para bioinsumos e estabelece diretrizes para práticas sustentáveis e valorização da biodiversidade.

LEI Nº 15.070/2024 E CLASSIFICAÇÃO DOS BIOINSUMOS

A Lei nº 15.070/2024, promulgada em abril de 2024, consolidou a definição de bioinsumos e classificou-os conforme a função e a composição (bioestimulantes, biofertilizantes, inoculantes, agentes de controle biológico, semioquímicos, bioquímicos, condicionadores de solo.). A lei estabelece que apenas microrganismos listados em bancos credenciados podem ser utilizados na produção on farm e que os produtores devem se cadastrar no Ministério da Agricultura e contar com responsável técnico habilitado.

PORTARIA CONJUNTA SDA/MAPA IBAMA ANVISA Nº 1/2023

Publicada em 10 de abril de 2023, essa portaria modernizou os procedimentos de registro de produtos microbiológicos empregados no controle de pragas, bem como de

produtos utilizados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores ou inibidores de crescimento. Segundo o Ministério da Agricultura e a Anvisa, a norma revogou a Instrução Normativa Conjunta nº 3/2006, trouxe mais clareza e objetividade aos processos de registro e criou uma estrutura específica de avaliação para produtos microbiológicos (BRASIL, 2023).

A portaria define “produtos microbiológicos” como aqueles à base de microrganismos vivos ou inativados (incluindo vírus) ou resultantes de técnicas que modifiquem o material genético, destinados a prevenir, destruir, repelir ou mitigar pragas ou a agir como reguladores, estimuladores, desfolhantes ou dessecantes de plantas (IBAMA, 2025).

Além de conceitos, a portaria estabelece exigências rigorosas para o registro:

- Arquivo de documentos por 5 anos
- Os documentos relativos ao processo de produção e ao controle de qualidade devem ser arquivados e estar disponíveis aos órgãos competentes por pelo menos cinco anos, com informações sobre a origem da matéria prima, estudos de estabilidade e controle de contaminantes.

PROIBIÇÃO DE MICRORGANISMOS DE RISCO

É proibido o registro de produtos que utilizem microrganismos classificados em nível de risco biológico 3 ou 4; aqueles enquadrados na classe 2 podem ter o pedido indeferido conforme critérios técnicos.

Art. 9º É proibido o registro de produtos com base em microrganismo que se enquadre nas classes de risco biológico 3 ou 4, conforme o disposto na Portaria GM/MS nº 3.398, de 7 de dezembro de 2021 e suas atualizações ou ainda conforme os critérios definidos por autoridades internacionais competentes.

Parágrafo único. Os produtos com base em microrganismos, enquadrados na classe de risco biológico 2, podem ter seu requerimento indeferido de acordo com critérios técnicos definidos pela Anvisa. (Brasil, 2023).

CLASSE DE RISCO 1 (BAIXO RISCO INDIVIDUAL E PARA A COMUNIDADE):
INCLUI OS AGENTES BIOLÓGICOS CONHECIDOS POR NÃO CAUSAREM DOENÇAS
NO SER HUMANO OU NOS ANIMAIS ADULTOS SADIOS. EXEMPLOS:

LACTOBACILLUS SPP. E BACILLUS SUBTILIS.

CLASSE DE RISCO 2 (MODERADO RISCO INDIVIDUAL E LIMITADO RISCO PARA A
COMUNIDADE): INCLUI OS AGENTES BIOLÓGICOS QUE PROVOCAM INFECÇÕES
NO SER HUMANO OU NOS ANIMAIS, CUJO POTENCIAL DE PROPAGAÇÃO NA
COMUNIDADE E DE DISSEMINAÇÃO NO MEIO AMBIENTE É LIMITADO, E PARA OS
QUAIS EXISTEM MEDIDAS PROFILÁTICAS E TERAPÊUTICAS CONHECIDAS
EFICAZES. EXEMPLOS: SCHISTOSOMA MANSONI E VÍRUS DA RUBÉOLA.

CLASSE DE RISCO 3 (ALTO RISCO INDIVIDUAL E MODERADO RISCO PARA A
COMUNIDADE): INCLUI OS AGENTES BIOLÓGICOS QUE POSSUEM CAPACIDADE
DE TRANSMISSÃO, EM ESPECIAL POR VIA RESPIRATÓRIA, E QUE CAUSAM
DOENÇAS POTENCIALMENTE LETAIS EM HUMANOS OU ANIMAIS, E PARA OS
QUAIS EXISTEM, USUALMENTE, MEDIDAS PROFILÁTICAS E TERAPÊUTICAS. SÃO
AGENTES BIOLÓGICOS QUE REPRESENTAM RISCO SE DISSEMINADOS NA
COMUNIDADE E NO MEIO AMBIENTE, PODENDO SE PROPAGAR DE PESSOA A
PESSOA. EXEMPLOS: BACILLUS ANTHRACIS E VÍRUS DA IMUNODEFICIÊNCIA
HUMANA (HIV).

CLASSE DE RISCO 4 (ALTO RISCO INDIVIDUAL E PARA A COMUNIDADE): INCLUI
OS AGENTES BIOLÓGICOS COM GRANDE PODER DE TRANSMISSIBILIDADE, EM
ESPECIAL POR VIA RESPIRATÓRIA, OU DE TRANSMISSÃO DESCONHECIDA. ATÉ
O MOMENTO, NÃO HÁ NENHUMA MEDIDA PROFILÁTICA OU TERAPÊUTICA
EFICAZ CONTRA INFECÇÕES OCASIONADAS POR ESSES AGENTES BIOLÓGICOS.
ELES CAUSAM DOENÇAS DE ALTA GRAVIDADE EM HUMANOS E ANIMAIS,
TENDO UMA GRANDE CAPACIDADE DE DISSEMINAÇÃO NA COMUNIDADE E NO
MEIO AMBIENTE. ESSA CLASSE INCLUI, PRINCIPALMENTE, OS VÍRUS.
EXEMPLOS: VÍRUS DO EBOLA E VÍRUS DA VARÍOLA (BRASIL, 2021).

DOSSIÊS E ESTUDOS TÉCNICOS

O requerente deve apresentar ao Ministério da Agricultura, à Anvisa e ao Ibama um conjunto de documentos, como relatórios de eficiência agronômica, dossiês

toxicológicos e ecotoxicológicos, estudos de estabilidade, avaliações de patogenicidade e relatórios com revisão bibliográfica, todos seguindo metodologias reconhecidas e os princípios de Boas Práticas de Laboratório.

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO

A portaria reforça a necessidade de elaborar testes de toxicidade, patogenicidade e ecotoxicidade em laboratórios credenciados, com declaração de concentração do microrganismo e responsabilidade do laboratório em verificar viabilidade e concentração nas amostras. Essa atualização demonstra a preocupação do governo em harmonizar a inovação com a segurança, garantindo que novos bioprodutos cheguem ao mercado com eficiência comprovada e sem risco à saúde humana ou ao ambiente. O conjunto de normas do decreto, da lei e da portaria forma a base do marco legal brasileiro sobre bioinsumos, oferecendo diretrizes claras para produção, registro e uso desses insumos e incentivando práticas sustentáveis e responsáveis no setor agrícola.

SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO NO CAMPO

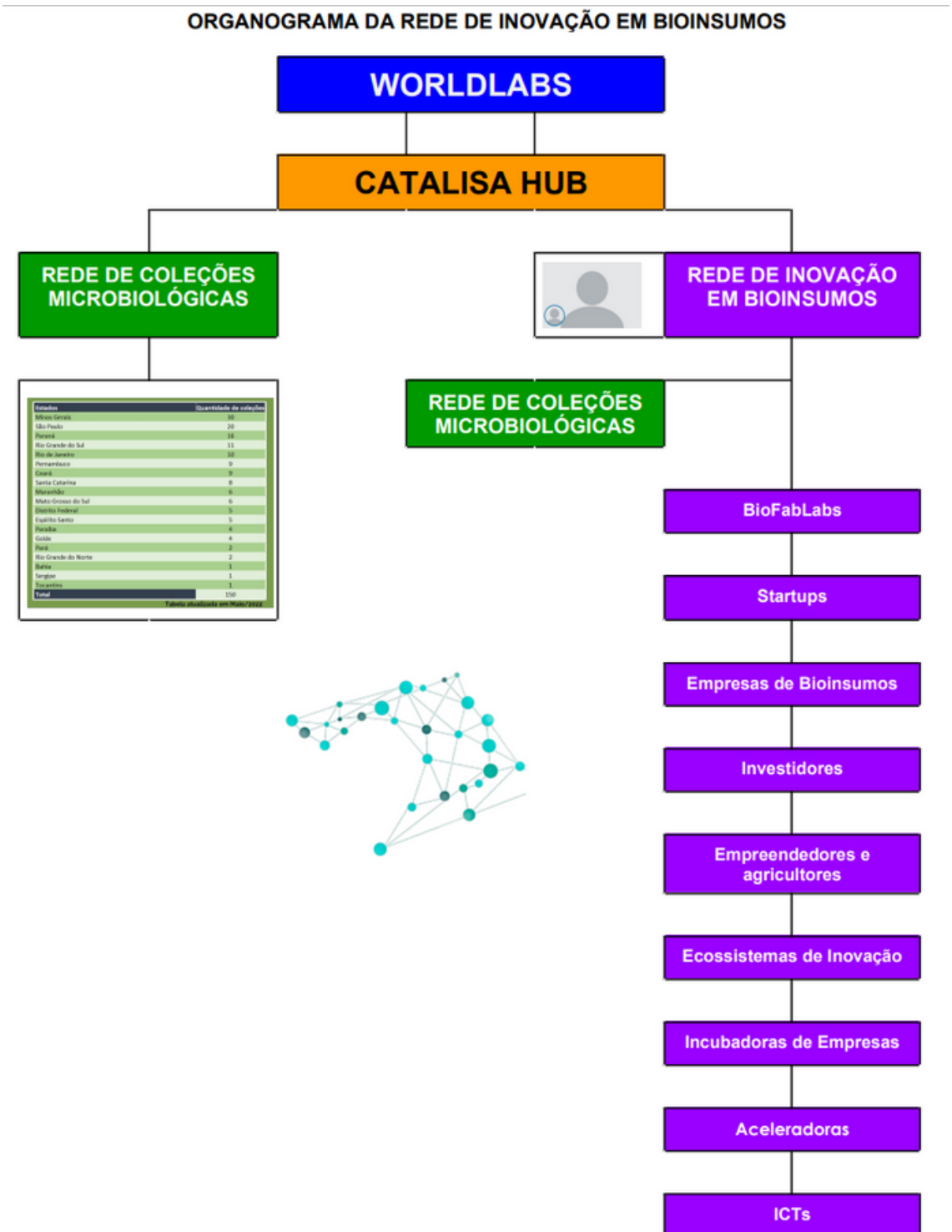
A adoção de bioinsumos é vista como uma estratégia chave para promover uma agricultura mais sustentável e inovadora no Brasil. Segundo a Embrapa Agroenergia, o desenvolvimento de biofertilizantes, bioestimulantes e biopesticidas a partir da seleção e caracterização de microrganismos melhora a produtividade agrícola e a saúde das plantas e do solo, ao mesmo tempo em que reduz o uso de insumos sintéticos. Nas pesquisas da unidade, esses produtos têm sido formulados também com extratos vegetais e de algas, e os bioprocessos são otimizados para incorporar resíduos agroindustriais como matéria prima, promovendo a circularidade e alinhando se ao conceito de biorrefinaria. Essa abordagem minimiza resíduos, aumenta a eficiência em toda a cadeia de valor agrícola e demonstra que os bioinsumos podem não só melhorar a sustentabilidade, mas também fomentar a inovação em setores como o da bioenergia.

A Embrapa destaca que os bioinsumos são tecnologias renováveis e não poluentes; seu emprego favorece a regeneração da biodiversidade, especialmente do solo. Além disso, a sinergia entre a Lei nº 15.070/2024 (Marco Legal dos Bioinsumos) e a Lei nº 14.993/2023 (Lei do Combustível do Futuro) contribui para reduzir a pegada de carbono. Culturas manejadas com bioinsumos tendem a apresentar menor emissão de gases de efeito estufa e fornecem matérias primas mais limpas para biocombustíveis;

desse modo, os biocombustíveis produzidos a partir dessas matérias primas possuem menor intensidade de carbono, alinhando se às metas de transição energética. Esse contexto evidencia que a regulamentação dos bioinsumos impulsiona simultaneamente a sustentabilidade ambiental e o avanço tecnológico na agropecuária.

Um passo importante nessa direção foi a criação da Rede de Inovação em Bioinsumos (RIB). Instituída em 2022 pelo Ministério da Agricultura e Pecuária, a RIB é um ecossistema colaborativo de inovação aberta que articula instituições públicas e privadas, pesquisadores, empreendedores, produtores rurais, startups e cooperativas para desenvolver soluções sustentáveis baseadas na biodiversidade dos biomas nacionais. Entre os pilares da RIB estão coleções microbiológicas, laboratórios multiusuários (BiofabLabs), projetos de inovação, eventos e plataformas de colaboração, que estimulam a formação de redes, o desenvolvimento de tecnologias e a promoção de parcerias. A rede convida interessados a se cadastrar e colaborar com ideias e pesquisas para tornar a agropecuária brasileira mais produtiva, regenerativa e de baixo carbono. Assim, a RIB complementa o marco legal ao promover a inovação aberta e a integração entre ciência, setor produtivo e sociedade, fortalecendo a bioeconomia brasileira.

Organograma 1 — Organograma da Rede de Inovação em Bioinsumos



Fonte: (BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de bioinsumos, ao aliar ciência e tradição, desponta como alternativa promissora para uma agricultura mais sustentável, resiliente e inovadora no Brasil. Este trabalho revisitou os fundamentos dos bioinsumos, resgatando sua trajetória histórica desde os pioneiros inoculantes de fixação biológica de nitrogênio até as modernas formulações com consórcios microbianos, extratos vegetais e organismos antagonistas. A evolução conceitual e técnica demonstra que esses insumos têm potencial para reduzir a dependência de fertilizantes sintéticos, melhorar a saúde dos solos e aumentar a eficiência produtiva, contribuindo para a regeneração da biodiversidade e a mitigação de impactos ambientais.

Entretanto, a crescente adoção de bioinsumos nas propriedades rurais traz desafios que não podem ser ignorados. A prática *on farm*, embora represente autonomia e economia aos agricultores, requer cuidados rigorosos de higiene, controle de qualidade e rastreabilidade. Diversos estudos apontam que a ausência de procedimentos padronizados e de análises microbiológicas expõe consumidores, animais e o ambiente a riscos de contaminação por microrganismos patogênicos. Por essa razão, as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e as Boas Práticas de Laboratório (BPL) devem ser encaradas como requisitos mínimos, assim como o uso de estirpes certificadas, o acompanhamento por responsável técnico habilitado e o cumprimento das determinações legais vigentes.

O arcabouço jurídico consolidado nos últimos anos, com destaque para o Programa Nacional de Bioinsumos, o marco legal de 2024 e a Portaria Conjunta nº 1/2023, oferece diretrizes claras para produção, registro e uso de bioinsumos, além de incentivar a pesquisa, a inovação e a criação de redes colaborativas. Essas normas, somadas aos investimentos em infraestrutura e capacitação, são fundamentais para que o Brasil consolide sua posição de liderança no setor. Paralelamente, iniciativas como a Rede de Inovação em Bioinsumos fortalecem a interação entre agricultores, pesquisadores, empresas e órgãos governamentais, promovendo soluções de baixo carbono e alinhadas à bioeconomia.

Para o futuro, é indispensável ampliar os esforços de investigação científica, desenvolver tecnologias acessíveis para pequenos e médios produtores, incentivar políticas públicas de fomento e sensibilizar a sociedade para os benefícios dos bioinsumos. Somente com uma abordagem integrada, que contemple aspectos técnicos,

sanitários, legais, econômicos e ambientais, será possível aproveitar plenamente o potencial desses insumos e contribuir para a transição para um modelo de agricultura mais sustentável e inovador.

REFERÊNCIAS

Bocatti , C. R., Ferreira, E., Ribeiro, R. A., Chueire, L. M., Delamuta, J. R., Kobayashi, R. K., . . . Nogueira, M. A. (2022). Análise da qualidade microbiológica de inoculantes à base de *Bradyrhizobium* spp. e *Azospirillum* brasileiro produzidos “on farm” revela alta contaminação por microrganismos não alvo. **Braz J Microbiol** , pp. 267–280.

BRASIL. **Decreto n. 10.375, de 25 de maio de 2020**. Brasília, 25 maio 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10375.htm. Acesso em: 1 jul. 2025.

BRASIL. Lei n. 15.070, de 19 de dezembro de 2024. **Diário Oficial da União**, Brasília, 7 abr. 2025. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l15070.htm. Acesso em: 15 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n. 3.398, de 06 de dezembro de 2021. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt3398_29_12_2021.html. Acesso em: 20 ago. 2025.

BRASIL. SDA/MAPA. Portaria Conjunta SDA/MAPA – IBAMA – ANVISA n. 1, de 09 de abril de 2023. **Diário Oficial da União: Seção 1**, Brasília, 4 maio 2023, p. 7. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-conjunta-sda/mapa-ibama-anvisa-n-1-de-10-de-abril-de-2023-480871674>. Acesso em: 1 ago. 2025.

BUENO, Deyvid. **Impacto das plantas de cobertura na biodiversidade**. Agrotécnico, 2025. Disponível em: <https://agrotecnico.com.br/impacto-das-plantas-de-cobertura-na-biodiversidade-do-solo/>. Acesso em: 1 jul. 2025.

EMBRAPA Agroenergia. Sanção da Lei de Bioinsumos é importante estímulo para pesquisas na área. **Embrapa – Portal de Notícias**, Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/96942117/sancao-da-lei-de-bioinsumos-e-importante-estimulo-para-pesquisas-na-area>. Acesso em: 2 jul. 2025.

EMBRAPA. **Embrapa divulga recomendações técnicas sobre a produção de bioinsumos on farm: nota técnica aponta princípios básicos para que essa prática seja exercida com qualidade e segurança no Brasil**. *Embrapa – Portal de Notícias*, Brasília, 2021a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/66275700/embrapa-divulga-recomendacoes-tecnicas-sobre-a-producao-de-bioinsumos-on-farm>. Acesso em: 1 jul. 2025.

EMBRAPA. **Portfólio insumos biológicos: menos insumos sintéticos, mais economia e maior sustentabilidade**. Brasília, 2021b. Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1151409>. Acesso em: 1 jul. 2025.

IBAMA. BRASIL: boas práticas de laboratórios (BPL). **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**, Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/boas-praticas-de-laboratorio-bpl/boas-praticas-de-laboratorios-bpl>. Acesso em: 17 ago. 2025.

IBAMA. **Registro de produtos de baixa periculosidade**. Gov.br, Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/registros/registro-de-produtos-de-baixa-periculosidade>. Acesso em: 1 ago. 2025.

JONES, Frances. Os primeiros inoculantes. **Revista Pesquisa FAPESP**, n. 285, nov. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/os-primeiros-inoculantes/>. Acesso em: 15 ago. 2025.

LANA, Ubiraci et al. Avaliação da qualidade de biopesticidas à base de *Bacillus thuringiensis* produzidos em sistema *on farm*. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Sete Lagoas, MG**, v. 191, out. 2019. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1116654>. Acesso em: 17 ago. 2025.

LANA, Ubiraci et al. Avaliação da qualidade de inoculantes à base de *Bacillus* para promoção de crescimento de plantas produzidos em sistema *on farm*. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Sete Lagoas, MG, 2022. 25 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1143636>. Acesso em: 20 ago. 2025.

MA, Qingqing et al. **Unlocking phosphorus resources: phosphate-solubilizing microorganisms as a green strategy for activating phosphorus in acidic red soils and promoting crop growth**. *Frontiers in Microbiology*, 9 jul. 2025. DOI: 10.3389/fmicb.2025.1630650. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2025.1630650/full>. Acesso em: 15 ago. 2025.

MAPA. **Notícias: líder global na utilização de bioinsumos, Brasil apresenta panorama regulatório de registros biológicos na ABIM**. Gov.br, Brasília, 2024. 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: 13 ago. 2025.

MAPA. **Rede de Inovação em Bioinsumos (RIB)**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/rede-de-inovacao-bioinsumos>. Acesso em: 12 ago. 2025.

MARCO dos bioinsumos: desafios da lei que pode transformar a agricultura brasileira. *CompreRural*, 2025. Disponível em: <https://www.comprerural.com/marco-dos-bioinsumos-desafios-da-lei-que-pode-transformar-a-agricultura-brasileira/>. Acesso em: 15 ago. 2025.

MINARÉ, Reginaldo et al. Produção de bioinsumos na fazenda avança com nova lei. **Revista Cultivar**, 28 jul. 2025. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/producao-de-bioinsumos-na-fazenda-avanca-com-nova-lei>. Acesso em: 12 ago. 2025.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). **Conceitos: conheça a base conceitual do Programa Nacional de Bioinsumos.** Gov.br, Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/conceitos>. Acesso em: 13 ago. 2025.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Como as Nações Unidas apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil.** Nações Unidas Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 1 jul. 2025.

ONU. **Biofertilizantes e outras tecnologias disponíveis para enfrentar a crise de fertilizantes na região da América Latina e Caribe.** Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO. América Latina e Caribe, 2022. (Gravação de Webinar, 2h18min22s). Disponível em: <https://youtu.be/xwssAQBvVeQ>. Acesso em: 15 ago. 2025.

PORPINO, Gustavo. **Coleção de cultura de bactéria diazotrófica: parte da coleção de bactérias do Centro de Recursos Biológico (CRB) Johanna Döbereiner**, localizado em Seropédica, RJ. Embrapa Agrobiologia, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/2211004/colecao-de-cultura-de-bacteria-diazotrofica>. Acesso em: 1 ago. 2025.

SAMBUICHI, Regina Helena Rosa; POLICARPO, Mariana Aquilante; ALVES, Fábio. Produção de bioinsumos no Brasil: desafios e potencialidades. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, 2024, p. 57-65. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/16003>. Acesso em: 15 ago. 2025.

SANTOS, A. F. J.; DINNAS, S. S. E.; FEITOZA, A. F. A. Qualidade microbiológica de bioprodutos comerciais multiplicados *on farm* no Vale do São Francisco: dados preliminares. **Enciclopédia Biosfera, Jandaia, GO, v. 17, n. 34, p. 429**, dez. 2020. Centro Científico Conhecer. Disponível em: http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2020D33. Acesso em: 15 ago. 2025.

SILVA, André Felipe Gouveia da et al. Potencial dos bioinsumos para a agricultura sustentável: uma análise a partir de suas características, conceitos e vantagens. **Revista Mirante, v. 17, n. 2**, 14 dez. 2024.

VÓTICE TECH. **Biorreator Vortizon O3**. Santana do Parnaíba, SP, 2025. Disponível em: <https://www.vorticetech.com.br/biorreator-vortizon-o3/>. Acesso em: 19 ago. 2025.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**. Rede de Inovação em Bioinsumos. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/rede-de-inovacao-bioinsumos>. Acesso em: 31 ago. 2025.