

**UniRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE  
FACULDADE DE DIREITO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM DIREITO DO AGRONEGÓCIO E  
DESENVOLVIMENTO**

**FERNANDA BITTAR DE SOUSA**

**BIOINSUMOS *ON FARM* E REGULAMENTAÇÃO PARA BOAS  
PRÁTICAS DE PRODUÇÃO**

**RIO VERDE, GO  
2023**

**FERNANDA BITTAR DE SOUSA**

**BIOINSUMOS *ON FARM* E REGULAMENTAÇÃO PARA BOAS PRÁTICAS DE  
PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à UniRV -  
Universidade de Rio Verde, como parte das  
exigências do Programa de Pós-Graduação  
em Direito do Agronegócio e Desenvolvimento  
para obtenção do título de Mestre em Direito.

Linha: Direito da Sustentabilidade e  
Desenvolvimento Direito do Agronegócio e  
Regulação

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dra. Rejaine Silva  
Guimarães

**RIO VERDE, GO  
2023**

Universidade de Rio Verde  
Biblioteca Luiza Carlinda de Oliveira  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – (CIP)

S696 Sousa, Fernanda Bittar de  
b

Bioinsumos *on farm* e regulamentação para boas práticas de produção. / Fernanda Bittar de Sousa. – 2023.  
85 f.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Rejaine Silva Guimarães.

Dissertação (Mestrado) — Universidade de Rio Verde - UniRV, Programa de Pós-Graduação em Direito do Agronegócio e Desenvolvimento, Faculdade de Direito, 2023.

1. Agronegócio. 2. Sustentabilidade. 3. Bioinsumos *on farm*. I. Guimarães, Rejaine Silva. II. Título.

CDD:

344.81046

Bibliotecário: Juatan Tiago da Silva – CRB 1/3158

**FERNANDA BITTAR DE SOUSA**

**BIOINSUMOS *ON FARM* E REGULAMENTAÇÃO PARA BOAS PRÁTICAS DE  
PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à UniRV - Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Direito do Agronegócio e Desenvolvimento para obtenção do título de Mestre em Direito.

**Rio Verde, 06 de novembro de 2023**

**BANCA EXAMINADRA**

---

Profa. Dra. Rejaine Silva Guimarães  
Orientadora – Presidente

---

Profa. Dra. Mariana Nascimento Siqueira  
Coorientadora

---

Profa. Dra. Patrícia Spagnolo Parise Costa  
Examinadora

---

Prof. Dr. Edson Luiz Souchie  
Membro Externo

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela Sua misericórdia que se renova a cada manhã e pela oportunidade a mim concedida em realizar e finalizar essa etapa.

Agradeço à minha família, Maria Fernanda, Antonela e Fabricio pelo apoio e paciência durante toda e qualquer ausência.

À minha orientadora, Dra. Rejaine Silva Guimarães, bem como à minha Coorientadora, Profa. Dra. Mariana Nascimento Siqueira, pelo auxílio na realização desse trabalho

Aos meus pais e irmão, que nunca desistiram, apesar de todas as adversidades vividas, sempre incentivando e torcendo pelos nossos estudos.

Aos meus colegas e professores do Programa de Mestrado Profissional em Direito do Agronegócio pelos anos de bom convívio e aprendizados.

À UNIFIMES pela oportunidade e apoio para a conclusão do Programa de Mestrado.

Aos componentes da Banca de qualificação e exame final, Profa. Dra. Patrícia Spagnolo Parise Costa e Prof. Dr. Augusto Matias de Oliveira, pelas contribuições apresentadas para o bom aperfeiçoamento da pesquisa.

A todos que, de alguma forma, ajudaram na conclusão dessa etapa vivida, meu muito obrigada.

*A sustentabilidade significa a garantia de que todos os seres têm as condições de viver, reproduzir-se e permanecer na natureza. Também diz respeito ao cuidado, que é a atitude subjetiva de renúncia a toda agressão e violação da natureza, de zelo em curar as chagas passadas e impedir as futuras”.*

Leonardo Boff

## RESUMO

A presente dissertação, desenvolvida no Mestrado Profissional em Direito do Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade de Rio Verde – UniRV, tem por objetivo caracterizar e informar a evolução e a importância do Agronegócio para a economia brasileira, levando em consideração a diminuição ou exclusão total do uso de produtos químicos nas lavouras, substituindo pelos produtos biológicos especialmente os Bioinsumos *on farm*. Metodologicamente a dissertação foi desenvolvida a partir da perspectiva da pesquisa qualitativa e optamos pela revisão bibliográfica e documental como procedimento para produção de dados. Para a análise dos resultados obtidos através das tratativas foi utilizada a Análise Temática. Entende-se, que haverá a contribuição para uma agricultura mais sustentável, onde a agricultura estará sendo pensada de outra forma, com foco no processo e não apenas nos bioinsumos em si, podendo demonstrar que essa transição para a sustentabilidade requer aprendizado de como estabelecer manejos inspirados na natureza, juntando ciência com o conhecimento empírico. Porém, levando em consideração a segurança jurídica, ambiental e sustentável desses produtos já que foi criado o Programa Nacional de Bioinsumos, que dispõe que para uma maior eficiência deverá ser considerado um manual de Boas Práticas de Produção a ser criado pelos órgãos de controle instituídos pelo Decreto 10.375/2020, como equipamentos corretos, logística para construção das biofábricas, além da obrigatoriedade de se ter um Responsável técnico que irá atestar o que realmente está sendo multiplicado e aplicado na propriedade, tendo então, segurança quanto a não contaminação. Ao final, foram propostas algumas sugestões para a construção do manual de Boas Práticas a serem utilizados nas biofábricas *on farm*.

**Palavras-chave:** Agronegócio, Sustentabilidade, Bioinsumos *on farm*, Regulamentação.

## **ABSTRACT**

This dissertation, developed during the Professional Master's Degree in Agribusiness and Development Law at the University of Rio Verde – UniRV. Its objective is to characterize and inform the evolution and importance of Agribusiness for the Brazilian economy, taking into account the reduction or total exclusion of the use of chemical products in crops, replacing with biological products especially on farm Bioinputs. Methodologically, the dissertation was developed from the perspective of qualitative research and we opted for bibliographic and documentary review as a procedure for data production. To analyze the results obtained through the negotiations, we used Thematic Analysis. Understands that there will be a contribution to a more sustainable agriculture, where agriculture will be thought of in a different way, focusing on the process and not just on the bio-inputs themselves, being able to demonstrate that this transition to sustainability requires learning how to establish management inspired by nature, combining science with empirical knowledge. However, taking into account the legal, environmental and sustainable security of these products, as the National Bioinputs Program was created, which provides that for greater efficiency, a manual of Good Production Practices should be considered to be created by the control bodies established by the Decree 10,375/2020, such as correct equipment, logistics for the construction of biofactories, in addition to the obligation to have a Technical Manager who will certify what is actually being multiplied and applied on the property, thus ensuring security regarding non-contamination. At the end, we propose some suggestions for the construction of the Good Practices manual to be used in on-farm biofactories.

**Keywords:** Agribusiness, Sustainability, Bioinputs on farm, Regulation.



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	11
1 PRODUÇÃO AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NO USO DE BIOINSUMOS .....	14
1.1 A IMPORTÂNCIA DO MERCADO AGRÍCOLA PARA A ECONOMIA BRASILEIRA .....	14
1.2 A PRODUTIVIDADE DA AGRICULTURA E A SUA RELAÇÃO COM O USO DE BIOINSUMOS E AGROTÓXICOS .....	20
1.2.1 Legislação brasileira vigente e aplicável ao uso de bioisumos e agrotóxicos: conceitos e princípios norteadores .....	25
1.3 BIOINSUMOS: TIPOS E CLASSIFICAÇÃO .....	30
1.3.1 Programa Nacional de Bioinsumo e desenvolvimento sustentável .....	32
1.4 A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: RESPEITO AO MEIO AMBIENTE COMO PARÂMETRO DE DESENVOLVIMENTO SADIO E EQUILIBRADO .....	35
2. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIOLÓGICOS <i>ON FARM</i> E O COMERCIAL: RISCOS E BENEFÍCIOS.....	41
2.1 MERCADO DE BIOLÓGICOS DE USO NA AGRICULTURA BRASILEIRA: PANORAMA ATUAL E PERSPECTIVAS .....	41
2.2. PROCESSO PRODUTIVO DO BIOLÓGICO COMERCIAL .....	45
2.2.1 Análise do Decreto Federal n. 10.375, de 26 de maio de 2020, e da Lei Estadual nº. 21.005, de 14 de maio de 2021: procedimentos de controle e registro .....	49
2.2.2 Órgãos responsáveis pelo registro e fiscalização .....	52
2.3 PRODUÇÃO DE BIOLÓGICOS <i>ON FARM</i> NO BRASIL: PROCESSO PRODUTIVO E USO .....	54
2.3.1 Riscos da produção de biológicos <i>on farm</i> .....	57
2.3.2 Lacuna legislativa: controle e fiscalização.....	58
3. NECESSÁRIO MARCO REGULATÓRIO PARA A PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE BIOLÓGICOS <i>ON FARM</i> .....	61
3.1 ANÁLISE DOS PROJETOS DE LEI N. 658/2021 EM TRÂMITE NA DOS DEPUTADOS E DO PROJETO DE LEI N. 3.668/2021 EM TRÂMITE NO SENADO FEDERAL.....	61
3.2 PROIBIR A PRODUÇÃO DE BIOLÓGICOS <i>ON FARM</i> É O CAMINHO? O NECESSÁRIO CAMINHO DO MEIO .....	63
3.3 UTILIZAÇÃO DE BIOLÓGICOS EM CONTRAPONTO AOS AGROTÓXICOS CONVENCIONAIS .....	65
3.4 CAMINHO NECESSÁRIO PARA A CONSOLIDAÇÃO A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL BRASILEIRA E PROPOSTA DE LEGISLAÇÃO: FISCALIZAÇÃO,	

CONTROLE E DELIMITAÇÃO DE COMPETÊNCIAS DA PRODUÇÃO E O USO DE BIOLÓGICOS <i>ON FARM</i> .....	67
CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73

## INTRODUÇÃO

O Plano Nacional de Bioinsumos, criado através do Decreto n. 10.375/2020, refere-se aos bioinsumos como produtos, processos ou tecnologias de origem vegetal, animal ou microbiana que “interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos” (Brasil, 2020, p. 105).

Os estudos técnicos quanto à economia e sustentabilidade tem levado a propostas para revisão de sistemas produtivos, e um desses pode ser os bioinsumos *on farm* que poderão trazer melhorias econômicas, ao meio ambiente e também sociais.

Os agricultores de um modo geral, em razão das grandes quantidades de hectares plantados, se viram obrigados a utilizarem insumos e agrotóxicos em suas lavouras para o combate de pragas.

Com uma maior conscientização ambiental e de sustentabilidade, vários agricultores, pequenos, médios e grandes, têm estudado formas de diminuir o uso de sintéticos para utilizar os produtos biológicos e ter a mesma qualidade e produtividade da lavoura.

Para complementar os estudos de forma a aumentar os conhecimentos, participamos do 8º Encontro Técnico de Agricultura Sustentável, cujo tema era “Bioinsumos: A nova realidade no campo”, ocorrida entre os dias 26 e 28 de abril de 2022. O referido encontro foi um divisor de águas para o presente estudo, já que verificou-se que os principais anseios entre os agricultores ali presentes, tanto pequenos, médios e grandes.

O que foi demasiadamente discutido foi a questão de que a troca dos produtos biológicos em detrimento aos produtos sintéticos não poderia diminuir a produtividade das culturas e ainda diminuir os gastos, o que ficou observado neste trabalho, de acordo com dados oficiais de que a produtividade com produtos biológicos tem tido um aumento significativo no país nos últimos 3 (três) anos.

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) surgem como estratégia para a melhoria da agricultura e/ou pecuária de forma sustentável, já que proporcionam benefícios ambientais, tendo em vista que quase 2 bilhões de hectares

de terras encontram-se degradadas, segundo relatórios da Food and Agriculture Organization (FAO, 2020). Além disso, geralmente estes sistemas propiciam um aumento na renda do produtor, em decorrência da diversificação de fontes de renda em produtos agrícolas, pecuários e até mesmo florestais (Sousa Júnior et al., 2021).

Atualmente, o controle biológico de doenças de plantas não é mais uma utopia, é uma realidade. O mercado de produtos orgânicos está crescendo em ritmo acelerado. A produção de bactérias na fazenda tem algumas vantagens sobre o uso de produtos comerciais. O mais importante é a diminuição dos custos para o produtor, devido à produção interna e à falta de custos de transporte e armazenamento (Lorencetti, 2019; Pereira, 2022).

O uso de inoculantes que são proliferados na propriedade é uma forma de ter maior eficácia em sua produção e em sua disposição na lavoura, já que estão em laboratório na própria propriedade e não haverá riscos das bactérias diminuírem seu crescimento.

Porém, se encontra algumas barreiras na utilização dos bioinsumos *on farm*, pois às vezes nessa produção poderá haver a contaminação dos seres humanos que manipulam os produtos, bem como ao meio ambiente, e ainda, uma quantidade que não irá combater as pragas na lavoura, sendo então necessários maiores estudos e melhor controle da produção e utilização desses produtos.

A construção histórica de que a utilização de químicos é melhor que o uso de biológicos para que sejam cultivados produtos de qualidade elevada tem gerado questionamentos diante dos resultados de pesquisas que apontam as consequências ambientais diante do uso indiscriminado de produtos químicos. Há ainda, uma concorrência intersetorial nos segmentos circunscritos a clusters industriais. Diante do cenário atual de interesse pela prática de bioinsumos *on farm*, a presente pesquisa parte da hipótese de que a regulamentação desta prática é deficiente pelo fato de ainda ser incipiente, tendo em vista um provável interesse econômico de mercado para atender aos interesses das grandes empresas que vendem insumos químicos. A falta de regulamentação no controle do processo de produção desses bioinsumos seja uma barreira para a adesão de produtores rurais devido a insegurança jurídica que a regulamentação da prática gera.

Portanto, o presente estudo foi escolhido em razão das dificuldades enfrentadas por produtores rurais que optam por utilizarem Bioinsumos em suas

propriedades rurais e não possuem segurança jurídica quanto à produção e utilização desses produtos.

O objetivo é a identificação jurídica das lacunas na legislação existente para o bom desenvolvimento da produção e utilização dos bioinsumos *on farm* e ainda, a contextualização do panorama histórico do marco inicial do programa nacional de bioinsumos, o relato das legislações e regulamentações existentes quanto à produção e comércio de insumos biológicos, constatação de regulamentação inexistente para lidar com os desafios trazidos pelo tema e, a contribuição com a lei estadual para a construção e estruturação de biofábricas, através de sugestões aos Manuais de Boas Práticas.

Espera-se que possa haver a proposta para implementação de regulamento para produção e utilização dos bioinsumos *on farm*, contribuindo para que os produtores rurais adquiram segurança jurídica a partir de então.

O Estado de Goiás foi o pioneiro na criação do Programa Estadual de Bioinsumos, através da Lei 10.005/2020 e há um Projeto de Lei de n. 658/2021, para regulamentar a produção e utilização desses bioinsumos na fazenda, que dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos por meio do manejo biológico *on farm*; ratifica o Programa Nacional de Bioinsumos e dá outras providências. Nesse Projeto ficam dispensados de receituário agrônômico os bioinsumos, bioprodutos e os demais derivados produzidos na propriedade e utilizados ali mesmo, o que há entendimento de que é um projeto com menos rigor que o projeto de Lei federal de número 3.668/2021, o que facilitaria ao produtor rural em aderir ao programa.

# **1 PRODUÇÃO AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NO USO DE BIOINSUMOS**

Neste capítulo, apresentamos de forma sucinta a importância do mercado agrícola para economia brasileira. Apresentamos a produtividade da agricultura e sua relação com o uso de bioinsumos e agrotóxicos, seus tipos e classificação. Na sequência falamos sobre o Programa Nacional de Bioinsumo e o desenvolvimento sustentável. Finalizamos o capítulo falando sobre a agricultura sustentável, mostrando o meio ambiente como possibilidade de desenvolvimento sadio e equilibrado.

## **1.1 A IMPORTÂNCIA DO MERCADO AGRÍCOLA PARA A ECONOMIA BRASILEIRA**

Vários setores são considerados importantes e contribuem para a economia brasileira. A agricultura sempre teve um papel preponderante como agente econômico de desenvolvimento. Pode-se dizer que o sistema agrícola influenciou na constituição e manutenção da sociedade. A agricultura é responsável por grande parte da renda nacional, com grande atuação na produção de cereais, carnes, fibras, celulose, madeira e biocombustíveis. Assim, o uso intensivo da terra e de outros recursos naturais aumentam o desafio de uma produção sustentável (Ferreira, 2008; Dill, 2022).

Ao longo do tempo, a agricultura passou por diversas mudanças, pois suas diferentes configurações deram origem a complexas transformações que envolvem a produção de alimentos, a paisagem, a geração de emprego e renda, bem como as peculiaridades sociais. Essas transformações, ocorridas a partir dos anos 50, foram influenciadas por questões políticas, culturais e socioeconômicas, passando de um modelo primitivo de agricultura para um modelo tecnológico, com uso excessivo de insumos e aplicação intensiva de tecnologias (Castro et al., 2019; Dill, 2022).

Será demonstrada a importância do mercado agrícola e suas contribuições para gerar resultados satisfatórios na economia do país. O agronegócio brasileiro produz grandes riquezas para o país, colocando-o no centro da produção de alimentos, aumentando significativamente o desenvolvimento econômico nacional (MAPA/MDCI, 2015). Nos últimos anos, a agroindústria brasileira tornou-se uma

potência econômica sem precedentes em toda a história, levando o governo a reconhecer a necessidade de mudanças, estabilizando e garantindo investimentos seguros na agropecuária. Graças a esses fatores, a economia brasileira está hoje muito mais forte do que há alguns anos, embora ainda seja influenciada por eventos externos (PUCSP, 2018).

Na economia brasileira, considerando a agroindústria como o principal fator dessa abordagem, é relevante mencionar que o avanço deu origem a um setor (agrícola) com grande participação de multinacionais. A expansão permite a participação não só de multinacionais estrangeiras, mas também de grupos nacionais, atendendo a diversos segmentos produtivos (Medina, 2021).

Nas últimas quatro décadas, a produção agrícola desenvolveu-se fortemente, aumentando a produtividade e tornando o Brasil um importante fornecedor de alimentos do presente e do futuro (CNA, 2022). O Brasil conta atualmente com uma agricultura adaptada a diferentes tipos de regiões e com produtores rurais cada vez mais conscientes de sua responsabilidade com o aumento da produção de alimentos, utilizando a cada dia técnicas mais modernas que resultam melhorias na economia do país, aumentando assim os indicadores econômicos. (Oliveira, Lopes, Santos, 2022).

A agricultura brasileira é reconhecida como altamente competitiva, gerando empregos, riquezas, alimentos, fibras e bioenergia para o Brasil e outros países. É um dos setores que mais contribui para o crescimento do PIB nacional, representando 21% da soma de todas as riquezas produzidas, um quinto de todos os empregos e 43,2% das exportações do Brasil, respondendo por \$96,7 bilhões em 2019. É um dos poucos segmentos da economia brasileira que tem apresentado crescimento positivo. Internamente, o setor tem contribuído para manter em queda o preço real da cesta básica. (EMBRAPA,2020).

O Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Universidade de São Paulo (CEPEA-SP, 2022)<sup>1</sup>, apresenta o agronegócio como um setor altamente integrado em nível internacional do ponto de vista de suas exportações, que representam aproximadamente 25% de seu PIB. A exportação de produtos agroalimentares representa quase a metade do total brasileiro, tendo a China como o principal importador (37%) seguido da União Europeia (15%). Cerca de 44% das vendas externas vêm do complexo soja e 16% das carnes. Exportar é, portanto, fundamental para o setor agroalimentar e para o Brasil. Só em 2021, o agronegócio teve um aumento de 8,36% no PIB. No mesmo ano, o agronegócio adquiriu uma

influência significativa no PIB do Brasil, atingindo a marca de 27,4%. Outros números que mostram o enorme impacto do agronegócio são os mais de 17,3 milhões de trabalhadores na região, o que representa aproximadamente 20,1% do mercado de trabalho brasileiro (CEPEA-SP, 2022).

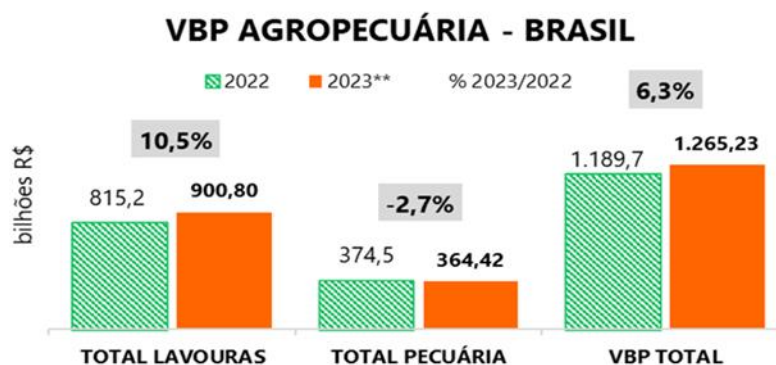
Tomando como parâmetro o histórico do PIB brasileiro nos últimos 20 anos (de 2000 a 2019) houve um crescimento significativo, porém, o ano de 2020 foi marcado pela pandemia de COVID-19, e apenas na agricultura que houve uma alta em detrimento aos demais setores. O crescimento do volume de grãos foi em torno de 7%. Os rendimentos agroalimentares (rendimentos do PIB) aumentaram em média 0,2% ao ano. O crescimento da renda, especialmente para a agricultura, foi em média de 2,6%, incluindo 1,8% para as culturas e 4,2% para a pecuária. De fato, os preços agrícolas reais (medidos por seus deflatores do PIB) caíram em média 1,8% ao ano; principalmente agricultura (2,6%) e pecuária (0,4%). O crescimento da produção e a queda dos preços reais têm sido as características do desempenho da agroindústria brasileira. Embora possam ocorrer pontos fora da curva, o padrão médio de crescimento do setor deve se manter (CEPEA-SP, 2022).

Avanços recentes e tendências para o futuro da agricultura brasileira indicam a oportunidade de uma nova transformação agrícola baseada em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&i). Essa nova agricultura, a qual terá como base avanços na fronteira do conhecimento em intensificação sustentável - em especial a integração da lavoura, pecuária e floresta – ILPF -, tecnologias digitais (com predominância do uso de drones, sensores, da Internet de Coisas - IoT, inteligência artificial e blockchain), a bioeconomia (com foco em insumos biológicos), a gestão de riscos e a convergência tecnológica, devem gerar mais valor para as cadeias produtivas e para a sociedade, garantindo o fornecimento de mais e melhores produtos, garantindo assim a segurança dos produtos brasileiros a sociedade e garantindo a preservação da base de recursos naturais. Além disso, contribuirá cada vez mais para o desenvolvimento regional e o bem-estar das populações rurais e urbanas. (EMBRAPA, 2023).

O VBP da agropecuária em 2023, segundo informações de janeiro, está estimado em 1.265,2 trilhões de reais (Figura 1). Este é o melhor resultado obtido nos últimos 34 anos para este indicador (AGRO.GOV, 2023)



Figura 1: Previsão de Evolução do VBP Agropecuário 2022



Fonte: CGPOP/DAESP/SPA/MAPA, 2023

Em relação ao ano de 2022, que foi de R\$ 1.189,7 bilhões, isso representa um aumento esperado de 6,1% em termos reais. As lavouras têm previsão de receita de R\$ 900,8 bilhões e a pecuária de R\$ 364,4 bilhões. O VBP da safra aumentou 10,5% em relação ao ano passado, com a expectativa de queda de 2,7% na pecuária. As previsões meteorológicas são favoráveis este ano, com exceção do estado do Rio Grande do Sul, que vive um período de baixa precipitação de chuvas. Culturas como soja, milho e feijão já apresentam fortes perdas de produtividade no estado. (MAPA, 2023).

A soja, o milho, a cana-de-açúcar, o café e o algodão lideram o faturamento dos 17 produtos analisados, representando 83,7% do VBP das lavouras estudadas. As previsões de safra recorde de cereais em 2023, divulgadas pelo IBGE e pela Conab, explicam as estimativas de produção do cereal: cerca de 302 milhões de toneladas segundo o IBGE e 310,6 milhões de toneladas segundo a Conab (Figura 2). As culturas de milho e soja são as que mais devem contribuir para esse crescimento, sendo a soja responsável por 44,5% do VBP das lavouras, com VBP projetado de R\$ 401 bilhões. Os projetos de cana-de-açúcar terão crescimento em 2023, contribuindo para o valor total da produção da safra neste ano. Resultados positivos também são esperados para o VBP de algodão, arroz, batata, cacau, feijão, laranja, mandioca, tomate e uva. Junto com o milho e a soja, esses produtos são fonte de renda da agricultura e da pecuária. A pecuária é mais favorável apenas para suínos e leite, enquanto outros itens como carne bovina, frango e ovos têm valor negativo para a previsão de crescimento do VBP para 2023. (MAPA, 2023; CNA, 2023).

Figura 2: Posição do Produto no Valor Bruto da Produção

<b>POSIÇÃO</b>	<b>LAVOURAS</b>	<b>2023</b>
1°	Soja	401.168.961.002
2°	Milho	164.144.879.816
3°	Cana-de-açúcar	103.029.106.869
4°	Café	50.354.878.110
5°	Algodão	35.302.564.524
6°	Arroz	18.643.306.409
7°	Laranja	18.241.039.611
8°	Mandioca	18.032.075.147
9°	Feijão	17.691.030.482
10°	Tomate	16.609.178.432
11°	Banana	16.535.268.762
12°	Trigo	13.788.322.950
13°	Batata – Inglesa	12.640.971.963
14°	Uva	6.929.625.760
15°	Amendoim	4.112.964.173
16°	Cacau	3.475.332.242
17°	Mamona	105.260.000
<b>TOTAL LAVOURAS</b>		<b>900.804.766.252</b>
1°	Bovinos	142.918.067.670
2°	Frango	107.566.690.641
3°	Leite	60.709.268.804
4°	Suínos	33.678.075.268
5°	Ovos	19.550.391.982
<b>TOTAL PECUÁRIA</b>		<b>364.422.494.365</b>
<b>VBP TOTAL</b>		<b>1.265.227.260.617</b>

Fonte: CGPOP/DAESP/SPA/MAPA, 2023.

Para a agricultura, é importante destacar que as lavouras de primeira safra estão em fase de colheita, enquanto as lavouras de segunda safra estão em desenvolvimento e as lavouras de terceira safra, assim como as de inverno, estão em fase de desenvolvimento. A soja tem 85% da área colhida, está atrasada devido ao atraso na semeadura, apesar disso, a projeção do VBP da safra mostra um aumento de 8,8%. Para o milho, o aumento estimado é de 7,5% do VBP em 2023. A colheita

da 1ª safra está em 54,8% enquanto a semeadura do milho 2ª safra já está em 99,8%. Para o trigo, a projeção registra leve queda, em torno de 0,1%, devido à variação negativa de 11,1% no preço da safra. Estas três culturas representam cerca de 66,1% do VBP da agricultura. O VBP da agricultura está estimado em 931 bilhões de reais para 2023, ou 5,2% acima de 2022. Porém, é importante acompanhar o desenvolvimento da safra, o fim da primeira safra e, principalmente, o início do plantio de inverno e das lavouras de terceira safra. (CNA, 2023).

Sendo o agronegócio um dos mais importantes setores da economia brasileira, bem como buscando interligar o agronegócio com a produção sustentável existe a necessidade de utilização de novos tipos de insumos, dentre eles, os bioinsumos, especialmente diante da atual demanda por produtos orgânicos e sustentáveis<sup>1</sup>. No entanto, alguns movimentos estão acontecendo no setor agrário e que de forma direta ou indireta também reverberam na economia e chama atenção da sociedade e de organismos instituídos para algumas demandas a serem observadas.

Vive-se uma nova era no controle biológico de pragas e doenças na agricultura. No início da década de 1990, o controle biológico com bactérias era restrito ao meio acadêmico ou, em alguns casos, utilizado em cultivos comerciais. Como os produtos orgânicos disponíveis no mercado custam o mesmo ou eram mais caros que os agrotóxicos convencionais, até então, haveria poucos motivos para os produtores pararem de usar pesticidas convencionais, pois apesar das vantagens que o controle biológico traz: menor poluição do meio ambiente, redução de resíduos em produtos agrícolas, menor impacto sobre microrganismos benéficos, entre outras, ainda é muito mais prático e econômico para o produtor utilizar defensivos químicos. (Lorencetti, 2019; Pereira, 2022).

Ainda de acordo com Lorencetti (2019), a partir de 2013/2014 surgiram tecnologias que permitem aos produtores multiplicar, em propriedades rurais, bactérias de interesse agrícola com menor custo. Atualmente, o controle biológico de doenças de plantas não é mais uma utopia, é uma realidade. O mercado de produtos orgânicos está crescendo em ritmo acelerado. A produção de bactérias na fazenda tem algumas vantagens sobre o uso de produtos comerciais. O mais importante é a

---

<sup>1</sup> De acordo com o art. 2º, da Lei n.º 10.831, de 23/12/2003, considera-se produto da agricultura orgânica ou produto orgânico, seja ele **in natura** ou processado, aquele obtido em sistema orgânico de produção agropecuário ou oriundo de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local.

diminuição dos custos para o produtor, devido à produção interna e à falta de custos de transporte e armazenamento (Lorencetti, 2019; Pereira, 2022).

Em resumo, nesta seção foi trabalhado um pouco do movimento do mercado agrícola na economia brasileira, uma trajetória que vem crescendo, conforme aponta a Associação Brasileira do Agronegócio (ABAG, 2022), não apenas nas estatísticas e estimativas de produtividade, mas acima de tudo na conscientização crescente dos produtores rurais na gestão de produtos tecnológicos e na conscientização e cuidado com o meio ambiente.

A sustentabilidade de um sistema de produção agrícola está ligada à possibilidade de acesso de todos os grupos sociais à terra, água, outros recursos e produtos (Ferreira, 2008), ou seja, resulta na manutenção da produtividade ao longo do tempo, envolvendo fatores físicos e bióticos e aspectos relacionados à vitalidade econômica e sociocultural (Gomes et al., 2009). No entanto, as pesquisas realizadas até agora mostram a necessidade de avançar, principalmente em termos de logística e infraestrutura. Com tudo isso somado, prevê-se um crescimento de mais de 10% do PIB agrícola em 2023 (MAPA, 2023).

Assim, restou verificado que o crescimento do agronegócio ao longo dos anos é demasiadamente expressivo, sempre com a preocupação de aumento de produtividade, consciência ambiental, sustentabilidade, produtos orgânicos comparado ao uso de agrotóxicos, o que será informado no próximo tópico.

## 1.2 A PRODUTIVIDADE DA AGRICULTURA E A SUA RELAÇÃO COM O USO DE BIOINSUMOS E AGROTÓXICOS

Os sistemas de produção agrícola do mundo têm passado por grandes transformações, neste cenário a produtividade agrícola tem sido impulsionada por artefatos tecnológicos e pelo uso de bioinsumos<sup>2</sup>, resultando no aumento da

---

<sup>2</sup> Neste capítulo, o termo "bioinsumos" será utilizado considerando o conceito estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Alimentação (MAPA, 2021), como sendo o produto, processo ou tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinados ao uso na produção, armazenamento e processamento de produtos agrícolas, em sistemas de produção aquáticos ou em florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e na resposta de animais, de plantas, de microorganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e processos físico químicos e biológicos.

produtividade, aliado à preservação do meio ambiente, uso racional da água e redução de o uso de agroquímicos. Mesmo nesse cenário, surge a discussão sobre o uso de agrotóxicos, o que desperta preocupações com a saúde e o meio ambiente e desencadeia o surgimento de inovações no controle biológico de pragas, como a produção agrícola de insumos orgânicos nas propriedades agrícolas.

O uso de insumos orgânicos tem aumentado no Brasil e no mundo devido a fatores regulatórios, mercadológicos e de manejo da cultura. O mercado global de produtos agrícolas orgânicos, que inclui defesas biológicas, inoculantes, bioestimulantes e biofertilizantes, foi estimado em US\$ 9,9 bilhões até 2020 e, nesta lista, apenas os produtos de biocontrole respondem por US\$ 5,2 bilhões (IHS MARKIT, 2021).

Na agricultura, o uso de bioinsumos é um dos fundamentos que tem permitido alcançar altas produtividades, sendo que nos últimos anos o Brasil tornou-se o maior produtor de soja e líder no mercado de bioinsumos. A liderança em bioinsumos se deve aos altos investimentos da indústria, a um aumentocrescente de números de novos produtos e formulações mais eficazes e inovadoras, à descoberta de novos microrganismos, à combinação de microrganismos em uma mesma formulação, à síntese de metabólitos e ao uso de extratos vegetais. A indústria de bioinsumos traz essencialmente inovação, e as equipes técnicas são formadas por mestres e doutores, e que, com pesquisa pública, tem evoluído para posturas mais assertivas, entendendo as modalidades de atuação, compatibilização, as melhores condições ambientais para uma aplicação bem-sucedida, visando atingir o fim pretendido. (Meyer et al, 2022).

Os bioinsumos constituem hoje uma nova promessa tecnológica que abre a possibilidade de conciliar interesses dentro do mundo agrícola, oferecendo soluções inovadoras para atender a um aumento crescente de consumidores e do setor produtivo que demandam mudanças no uso expressivo de agrotóxicos (VIDAL et al., 2020). Os bioinsumos são uma alternativa cada vez mais presente no manejo das culturas, além do manejo convencional, pois representam opções economicamente interessantes e ecologicamente aceitáveis (Marchese; Filippone, 2018).

A produtividade agrícola, utilizando cada vez mais subsídios para justificar e reforçar seu crescimento, a busca por tecnologias sustentáveis de controle de pragas e fertilização do solo é uma necessidade não só para atender as demandas do mercado, principalmente as externas, mas também para reduzir os impactos

ambientais e aumentar a alimentação segura. O uso consciente de bioinsumos na lavoura, em substituição a fertilizantes químicos e defensivos agrícolas, tem se difundido nos últimos anos e os resultados mostram ganhos de produtividade e rentabilidade.

Sobre essa baixa taxa de adoção, Borsari, Vieira (2022), apontam que o uso de bioinsumos pelo produtor rural brasileiro é estimado em 20%. E destacam que ainda há grande potencial de crescimento. Se na safra 2017/18 o levantamento da FNP Informa (2018) destacou que mais de 40% dos produtores rurais do Brasil não sabiam o que era um produto de controle biológico, hoje o cenário mudou. O índice de adoção de insumos de controle orgânico pelos produtores rurais de soja, carro-chefe da agricultura brasileira, passou de 18% em 2019 para 27% em 2020. Outro fator a se considerar é que a produção em larga escala, a formulação e a comercialização desses microrganismos são realizadas pelo setor privado em sistema de convênio público-privado, modelo que acelera o desenvolvimento tecnológico de bioinsumos e aquece o mercado. Há também o uso de tecnologias aplicadas a bioinsumos, que vive um momento bastante favorável no Brasil e no mundo. Há uma forte vontade, principalmente no Brasil, de pesquisadores, produtores, consultores e agrônomos em aprender e adotar novas tecnologias que lhes permitam enfrentar as conhecidas condições climáticas adversas, que afetam sobremaneira o desenvolvimento das plantas e das culturas. (Borsari, Vieira, 2022).

Com a diversidade de plantas existentes no Brasil, o potencial para o desenvolvimento de bioinsumos é enorme, com muitas plantas relatadas cientificamente e não exploradas comercialmente. O grande desafio é realizar análises especializadas que permitam compreender os processos moleculares, bioquímicos e fisiológicos associados, para uma melhor compreensão das vias fisiológicas e bioquímicas afetadas. Também é importante intensificar estudos que levem em consideração o potencial de melhoramento das culturas, cultivares, diferentes condições edafoclimáticas, níveis de nutrientes, doses e frequência de aplicação, fatores que determinam a aplicação segura e em larga escala desses insumos biológicos, bem como qualquer outro insumo agrícola (Mazaro, et. al. 2022).

Ao contrário do que se imaginava há alguns anos, que os bioinsumos só são eficazes em pequenas áreas de agricultura familiar ou horticultura. Aos poucos, as experiências registradas em áreas de plantações extensivas em determinadas regiões do país desmistificam conceitos e práticas e mostram que o controle biológico da

produção tem efeitos muito positivos em grandes plantações e em todos os tipos de culturas. (Folha Rural, 2022).

O aumento da produtividade, aliado à redução de custos e ao desenvolvimento de sistemas de plantio baseados em recursos mais sustentáveis são alguns dos principais atrativos para a utilização de bioinsumos, que cresce a cada ano no Brasil. Tanto na agricultura orgânica quanto na agricultura convencional, os produtores buscam cada vez mais esse recurso para adubar o solo ou combater pragas que atacam a lavoura. Mas não é só na produção de produtos orgânicos que o uso de insumos orgânicos traz benefícios. No exemplo apresentado pelo MAPA (2022) - Fazenda Nova Aliança, em Planaltina (DF) -, os bioinsumos são utilizados há oito anos para o plantio de feijão, soja e milho. Segundo os responsáveis pela fazenda já não se usa mais produtos químicos. O solo é preparado com semeadura direta e uso de fertilizantes balanceados. No Brasil, é crescente a adesão dos produtores rurais a práticas agrícolas sustentáveis e econômicas, que utilizam mais insumos orgânicos e organismos orgânicos. Busca-se desenvolver a ideia de investimento na agricultura sustentável, de forma a cuidar dos cursos de água e manter a floresta auxiliar nas lavouras. O Programa Nacional de Bioinsumos promove o uso de recursos biológicos na agricultura brasileira. Os produtores obtêm resultados e buscam mais informações sobre os bioinsumos (MAPA, 2022).

A adoção em larga escala de bioinsumos na agricultura só ocorrerá se os produtos comerciais apresentarem formulações em que o princípio ativo ou nutriente de interesse seja estabilizado em uma formulação inovadora, para que o agricultor possa utilizar adequadamente o produto no campo. Os bioinsumos devem ser produzidos em escala industrial para atender à demanda local. Por este motivo, é necessária a mecanização de muitos processos de produção de insumos orgânicos que atualmente ainda são realizados de forma manual. Só assim será possível aumentar a produção a preços acessíveis e competitivos para utilização na prática. Um dos maiores desafios é o adequado entendimento de que os bioinsumos necessitam de condições ambientais adequadas para sua aplicação, nesse sentido é importante que consultores, técnicos, órgãos de pesquisa e extensão realizem campanhas de conscientização e treinamento, demonstrando a importância dessas condições para o sucesso dos bioinsumos. (Mazaro, et al. 2022).

Dois leis brasileiras que regulamentam os bioinsumos foram destacadas, a Lei 7.802/89 de agroquímicos e a Lei 6.894/80 de fertilizantes e inoculantes. No entanto,

algumas diferenças devem ser destacadas quando se trata de biofertilizantes e bioestimulantes, uma vez que a definição e regulamentação internacional diferem das utilizadas no Brasil. Em algumas classificações encontradas na literatura, o termo biofertilizante inclui inoculantes e bioestimulantes. Além disso, a regulamentação brasileira não especifica a definição de produtos bioestimulantes. Nesse sentido, há certa confusão na análise desses grupos para medir o mercado no Brasil em relação aos dados internacionais. A Lei 7.802/89, que regulamenta os agrotóxicos e outros, inclui a figura dos produtos estimulantes (orgânicos ou não), porém, do ponto de vista técnico há de fato uma incoerência, pois existem muitos "biofertilizantes" e "inoculantes" que também têm efeitos "estimulantes", o que é confuso do ponto de vista regulatório. (Borsari, Vieira, 2022). Em relação à produção agrícola, a indústria deve atender às licenças federais, estaduais e municipais necessárias para a produção de defensivos, assim o processo produtivo nessa modalidade garantirá avanços no controle de qualidade e segurança no processo produtivo. (Mazaro, et al. 2022).

Os bioinsumos economizam para o país cerca de US\$ 33 milhões com o uso de produtos de biocontrole e cerca de US\$ 13 bilhões com o uso da biofixação de nitrogênio, apenas com cultivo de soja. Esse crescimento econômico tende a aumentar nos próximos anos, principalmente devido à expansão do mercado de orgânicos no Brasil e no mundo, devido ao potencial produtivo da agricultura tropical sustentável e à demanda dos setores produtivos e da sociedade (Brasil, 2020; Dill, 2022).

Observa-se que agricultor tem buscado cada vez mais alternativas e o uso de biológicos está sendo impulsionado em razão do aumento de produtividade e dos baixos custos, bem como a sustentabilidade do solo. No próximo capítulo serão demonstradas as legislações que dispõem a respeito dos bioinsumos e agrotóxicos, seus conceitos e princípios norteadores.



### 1.2.1 Legislação brasileira vigente e aplicável ao uso de bioisumos e agrotóxicos: conceitos e princípios norteadores

Os defensivos agrícolas, também chamados de agrotóxicos, agroquímicos, produtos fitossanitários, pesticidas, biocidas ou praguicidas estão entre as principais ferramentas do atual modelo de desenvolvimento da agricultura brasileira. Tais produtos auxiliam o cultivo, sendo utilizados em diversos sistemas, naturais ou não, utilizados em maior número, frequência no setor agropecuário, visando principalmente promover um desenvolvimento econômico significativo (Ferreira, 2014).

Nos últimos anos, tornou-se uma prática comum na agricultura o uso de agrotóxicos para o controle de pragas, doenças e ervas daninhas que causam danos às lavouras. Esses estudos promovem maior crescimento na produção de alimentos, garantindo melhores safras e contribuindo significativamente para o desenvolvimento das atividades do setor agropecuário. No entanto, o uso exacerbado de agrotóxicos na agricultura também tem causado efeitos negativos, em detrimento da saúde humana, ambiental e da biodiversidade (Lima; Rocha, 2012; Teixeira, 2022).

As culturas de soja, milho e algodão utilizam 55%, 15% e 9% do total de agrotóxicos consumidos no Brasil respectivamente, cerca de 1,05 milhão de tonelada de produtos, pulverizados em uma área tratada de 1,66 bilhão de hectare no ano de 2020 (cálculo feito multiplicando a área tratada das culturas com o número de aplicações e com o número de produtos diferentes aplicados), aumento de 6,9% em relação ao ano 2019 (SINDIVEG, 2021).

Os relatórios de comercialização de agrotóxicos divulgados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente – IBAMA revelam que entre 2010 e 2020 houve um aumento de 78,3% na quantidade de agrotóxicos comercializados no Brasil (IBAMA, 2022). Foram 384.501,28 toneladas de ingredientes ativos vendidas em 2010 e 685.745,68 em 2020 (Figura 2). Desta maneira, a quantidade de agrotóxicos comercializados no Brasil aumentou 2,8 vezes o que cresceu a área cultivada no país, entre 2010 e 2020.

O atual regime regulatório para agentes de controle biológico pertence à mesma legislação dos agrotóxicos convencionais: Lei 7.802 (Brasil, 1989) e Decreto 4.074 (Brasil, 2002). A diferenciação dos dois grupos de produtos, biológicos e defensivos, é feita por meio das prescrições do MAPA, que isentam os agentes de controle biológico de determinadas exigências químicas específicas. Há um consenso

entre empresas, pesquisadores e membros do governo de que regulamentações e leis específicas para o setor de orgânicos serão necessárias para o crescimento do setor (Pedrazzoli, Herrmann, 2016).

No Brasil, enquanto o MAPA analisa a eficácia agrônômica do produto, a Anvisa avalia a toxicidade do produto e os riscos à saúde humana, e o IBAMA avalia o risco ambiental. O veto de uma das três instituições é suficiente para impedir a aprovação de um novo produto fitossanitário (Vasconcelos, 2018; Dill, 2022).

A produção de bioinsumos *on farm* corresponde à produção em propriedades rurais de defensivos agrícolas formulados a partir de organismos biológicos, para uso e aplicação no controle de pragas em plantações. Nesse sistema, os próprios produtores multiplicam as comunidades que encontram na natureza, onde não há espécies puras e a base da reprodução é a multifuncionalidade da comunidade biológica autóctone (Abrunhosa, 2019; Hardoim et al., 2020; Francisconi; Donaldo, 2022).

Esta produção *on farm* é regulada principalmente pelo Decreto n. 6913/2009 (Brasil, 2009) e mais recentemente pelo lançamento do Programa Nacional de Bioinsumos (PNB), criado com o Decreto nº 10375/2020 (Brasil, 2020), composto por membros do governo federal e representantes da sociedade civil e visa apoiar o planejamento e a gestão estratégica do PNB e propor iniciativas públicas federais para o desenvolvimento de bioinsumos, que tenham proporcionado maiores fomentos, incentivos e regulamentações para o setor orgânico no Brasil (Francesconi, Donaldo, 2022. Teixeira, 2022).

O PNB desenvolvido no Brasil foi pensado como uma ferramenta para “ampliar e fortalecer o uso de bioinsumos no país em benefício do setor agropecuário” (Brasil, 2020, p. 105). No entanto, por se tratar de um instrumento normativo recente, carece de maior estudo, bem como de parâmetros e dispositivos legais adequados. Até porque, devido à crescente adesão aos princípios ecológicos na produção primária, principalmente nas grandes propriedades, devem ser estabelecidas bases coerentes para orientar a cadeia produtiva na busca de modelos de transição.

Assim, como ação governamental no âmbito do PNB de orientação institucional, foi criado o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia - "Microrganismos promotores do crescimento vegetal visando a sustentabilidade agrícola e a responsabilidade ambiental" (InctMPCPAgro), coordenado pela Embrapa, com o objetivo de desenvolver e fomentar a pesquisa tecnológica relacionada ao uso de

bioinsumos no país, composta por mais de 20 instituições de pesquisa ou ensino e mais de 20 empresas do setor privado. (Souza, Castillo, Macedo, 2022).

O termo *bioinsumo* foi definido na legislação brasileira em 2020 pelo decreto 10.375 (PNB) com o objetivo de padronizar e promover o desenvolvimento e uso desses produtos no Brasil (Brasil, 2020). trata-se de uma ampla categoria de insumos, que envolve uma infinidade de soluções possíveis, cujos principais representantes são produtos relacionados à nutrição de plantas, como inoculantes e biofertilizantes, estimulação, como bioestimulantes, e controle de pragas, doenças e ervas daninhas, como produtos de controle biológico, ou defesas biológicas, incluindo semioquímicos (Borsari, Vieira, 2022).

O termo *inoculante* é definido na legislação brasileira como uma substância que contém microrganismos que atuam favoravelmente no desenvolvimento vegetal, fixando nitrogênio, mobilizando fósforo e potássio e promovendo o crescimento. Internacionalmente, também são classificados como biofertilizantes. No Brasil, o primeiro produto comercial foi registrado em 1959 no Rio Grande do Sul e com o avanço da soja e a legislação específica criada em 1980, que disciplina e regulamenta a produção de inoculantes, a tecnologia continuou a se desenvolver. (Borsari, Vieira, 2022).

De acordo com Borsari, Vieira (2022), o termo *bioestimulante* não está descrito atualmente na legislação brasileira, ou seja, para fins de registro não existe uma classe de produto denominada *bioestimulante*, com indicação clara dos requisitos necessários e, incluindo a indicação do organismo responsável. Apesar de não estar presente na legislação, essa terminologia começou a ser utilizada nas últimas duas décadas no Brasil para substâncias presentes em fertilizantes foliares que visam melhorar características não nutricionais, como: tolerância a estresses abióticos, melhor qualidade da cultura e maior eficiência de absorção (CROPLIFE, 2021a).

O Decreto n. 10.375/2020 (Brasil, 2020b) estabelece que podem ser considerados bioinsumos os produtos, processos ou tecnologias de origem vegetal, animal ou microbiana que interferem positivamente no crescimento, desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, plantas, microrganismos e substâncias derivadas que interagem com produtos e processos físico-químicos e biológicos.

Assim, os bioinsumos também poderiam ser considerados fertilizantes orgânicos ou biofertilizantes, o que gera confusão com microrganismos promotores de crescimento vegetal (inoculantes) e agentes microbiológicos de controle (AMC).

Ressalta-se que os fertilizantes orgânicos, biofertilizantes e inoculantes possuem origem biológica, porém, não podem ter a mesma legislação e nomenclatura que regem o termo bioinsumo, pois possuem processos de produção, industrialização e desenvolvimento. diferentes usos, além de serem padronizados por diferentes legislações

De acordo com a legislação brasileira, os biofertilizantes incluem aminoácidos, algas e extratos vegetais e substâncias húmicas. Neste tópico será discutido, como essas substâncias podem ajudar a proteger as plantas de patógenos, principalmente através das modulações e estímulos benéficos que podem causar na comunidade de microrganismos. A legislação sobre produtos fitossanitários foi fortalecida com o PNB, com foco na redução da dependência dos produtores rurais de insumos químicos. (Conceição, et. al. 2022).

Para Souza, Castilho, Macedo (2022), o Inct-MPCPAgro destaca alguns desafios para a implementação do Programa Nacional de Bioinsumos no Brasil. Seu relatório técnico identifica a preocupação do governo com a produção e uso de bioinsumos na fazenda, indicando que o manejo inadequado de bioinsumos pode causar sérios problemas de saúde e meio ambiente. (Brasil, 2020).

Assim, diante da necessidade de regulamentar o programa, o projeto de Lei n. 658, de março de 2021, que dispõe sobre a classificação, transformação e produção de bioinsumos pela gestão orgânica da empresa e ratifica alguns artigos do PNB. Entre as principais propostas apresentadas pelo projeto de lei está a classificação dos bioinsumos com base no seu potencial de risco biológico e regras detalhadas para a produção de insumos biológicos nas propriedades rurais. O Ministério da Agricultura deve elaborar um manual de boas práticas de manejo orgânico nas fazendas para orientar os produtores rurais (Brasil, 2021).

Da nota técnica do Inct-MPCPAgro e do PL 658/2021, depreende-se que a principal dificuldade regulatória reside nos possíveis riscos biológicos associados à produção, distribuição e uso de bioinsumos de origem microbiológicos na fazenda, bem como no registro e posse ou apropriação indevida desses produtos (direitos patrimoniais e biopirataria). Nesse sentido, é possível reconhecer que, embora aparentemente inofensivos ao meio ambiente e à saúde pública, os bioinsumos, se utilizados erroneamente, podem ter efeitos nocivos. Capalbo e Nardo (2000), destacam os possíveis danos derivados do uso inadequado de insumos biológicos, entre eles: propriedades inesperadas por meio da interação com outros organismos

(nocivas ou benéficas); distúrbios no equilíbrio de um ecossistema (onde um organismo benéfico pode se tornar um "parasita"); e, finalmente, a possibilidade de uma transferência inadvertida de informação genética entre organismos (de modo que seres não patogênicos possam se tornar patogênicos, ou os já patogênicos possam ver seu leque de hospedeiros aumentar). (Souza, Castillo, Macedo, 2022).

O discurso histórico dos bioinsumos anda de mãos dadas com o controle de qualidade dos inoculantes, que sempre foi uma preocupação dos pesquisadores que, em 1975, encaminharam ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a solicitação do controle oficial de inoculantes, na altura à base de turfa, que devem conter pelo menos 10<sup>7</sup> células/g de inoculante (Hungria; Campo, 2007).

Desde então, o papel do legislador tem sido fundamental para garantir a qualidade cada vez maior dos produtos entregues aos agricultores. Em 16 de dezembro de 1980, foi promulgada a Lei n. 6894 que “dispõe sobre o controle e fiscalização da produção e comercialização de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes para a agricultura”. Como apenas inoculantes contendo rizóbios estavam no mercado naquela época, inoculante foi definido como "um material contendo microorganismos fixadores de nitrogênio e agindo favoravelmente no desenvolvimento da planta". Essa lei também definiu a obrigatoriedade de registro de todos os produtos, bem como normas de fiscalização. (Brasil, Planalto, 2023)

A Lei nº 6.894 foi modificada, tornando-se a Lei nº 6.934, publicada em 13 de julho de 1981 e confirmada em decreto (nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004), com a definição de inoculante como "produto que contém microorganismos com ação favorável sobre plantas " e a Instrução Normativa (IN) nº. 05, de 6 de agosto de 2004, com dois anexos: Anexo I - Definições e normas relativas a especificações, garantias, registro, embalagem e rotulagem de inoculantes destinados à agricultura; e Anexo II - Lista de microorganismos autorizados para produção de inoculantes no Brasil (Hungria; Campo, 2017).

A Lei Nº 6.934, de 13 de julho de 1981, foi regulamentada pelo Decreto Nº 86.955, de 18 de fevereiro de 1982, que passou a exigir a concentração de número superior a cem milhões (10<sup>8</sup>) de células viáveis de rizóbios/g na indústria e a dez milhões (10<sup>7</sup>)/g em inoculantes amostrados no comércio. Também foram estabelecidas multas para produtos comercializados em concentrações inferiores às exigidas. Por sua vez, a relação dos microorganismos foi atualizada na Instrução

Normativa No 10, de 21 de março de 2006 (Hungria; Campo, 2017); (Hungria; Nogueira, 2022).

A transferência de conhecimento aos agricultores e o desenvolvimento de suas habilidades por meio de treinamentos, demonstrações e sistemas de apoio adequados para sensibilizar os produtores rurais sobre os efeitos sustentáveis do uso de bioinsumos os ajudará a obter boas colheitas de maneira sustentável (PATHMA et al., 2021). Outra questão relevante diz respeito à formação dos profissionais do setor. Se queremos ter um forte impacto em bioinsumos, é fundamental investir em treinamento, capacitação, extensão rural e boas práticas. Somente ações coordenadas com os diversos atores do tecido produtivo permitirão a obtenção de resultados robustos e estruturantes, garantindo a continuidade das ações (Vidal et al., 2020; Dill, 2022).

Porém, percebe-se, que as leis existentes referentes ao uso de bioinsumos ainda estão incompletas, insuficientes para que o produtor rural se baseie nessas leis e regulamentações, para a construção de suas biofábricas ou até mesmo a forma de utilização. No próximo tópico, serão classificados os tipos de bioinsumos, para que haja clareza a respeito, como substâncias químicas naturais e agentes biológicos de controle.

### 1.3 BIOINSUMOS: TIPOS E CLASSIFICAÇÃO

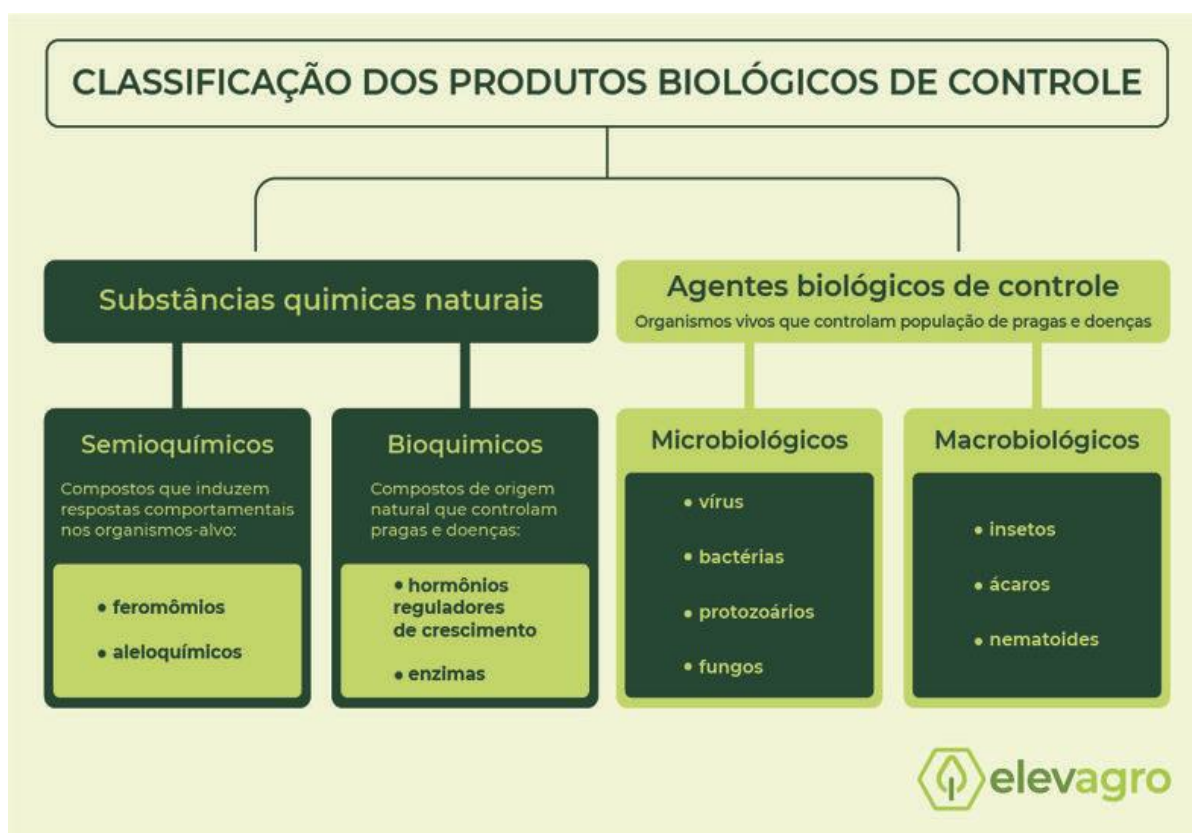
Para acompanhar a dinâmica do mercado de produtos de controle biológico, é importante entender como é realizada a classificação e categorização por alvo, de acordo com a legislação e literatura brasileira (Mazaro, et. al. 2022).

Algumas vezes é difícil classificar ou hierarquizar alguns dos produtos aplicados em sementes considerando sua ampla aplicação e recomendação devido ao registro legal obtido junto ao fabricante. Muitas vezes, dependendo da atratividade comercial a ele atribuída, um mesmo produto utilizado no tratamento de sementes pode ser classificado como fitossanitário, nutritivo, estimulante, bioestimulante e biorregulador. Independentemente da classificação dada ao método, deve-se atentar para o princípio ativo utilizado. Para evitar danos às sementes, que podem causar a morte, não se deve fazer pulverizações com produtos à base de brometo de metila, que é tóxico para as células embrionárias. Você deve optar por produtos à base de

fosfina ou fosfeto de alumínio, que não apresentam esse nível de toxicidade. (Possenti, Menghella, 2022).

Portanto, existem diferentes tipos e finalidades de insumos biológicos que se enquadram nessa definição, como biofertilizantes, bioestimulantes, promotores de crescimento vegetal, ingredientes para nutrição vegetal e animal, substâncias bioativas, extratos vegetais, agentes biológicos de controle de pragas, doenças e outros. (MAPA, S.I). Dentre os diversos bioinsumos existentes, vale destacar os produtos biológicos para o controle de pragas e doenças presentes na agricultura, que podem ser agentes macrobiológicos (ácaros, insetos e nematoídes), agentes microbiológicos (vírus, bactérias e fungos), semioquímicos (feromônios), bioquímicos (hormônios) e fitoquímicos (de origem vegetal), considerados princípios ativos biológicos, e que entram na formulação de diversos produtos destinados à produção, armazenamento e transformação na agricultura. (SALVA, 2022). A classificação dos produtos orgânicos na agricultura é apresentada na figura 3:

Figura 3: Classificação de Produtos Biológicos na Agricultura



Fonte: Elevagro, 2022.

Existem vários exemplos dos tipos de produtos discutidos acima. Como agentes de controle macrobiológico, pode-se citar a ampla utilização dos insetos *Cotesia flavipes* e *Trichogramma galloi*, o primeiro parasitóide das larvas e o segundo dos ovos do principal parasita da cana no Brasil, a broca da cana de açúcar, causada pela borboleta *Diatraea saccharalis* (Simonato, Grigolli e Oliveira, 2014). Em relação aos agentes microbiológicos, existem microrganismos como o fungo *Metarhizium anisopliae* que possui ação inseticida e é utilizado no controle de cigarrinhas em cana-de-açúcar e pastagens. Em relação às doenças de plantas, a bactéria *Bacillus subtilis* e as espécies do fungo *Trichoderma* estão entre as mais utilizadas no mundo (Bettiol, 2009). Já os semioquímicos são substâncias químicas que eliciam respostas comportamentais e são utilizadas, por exemplo, em dispositivos como armadilhas para atrair e prender o organismo-alvo, para monitorar o organismo nocivo e/ou controlá-lo (Magalhães et al., 2020). Mesmo quando se trata de bioquímicos e fitoquímicos, a diversidade é enorme e podem ser citados exemplos de produtos de hormônios vegetais e extratos vegetais, respectivamente. (Xavier, 2022).

O controle biológico de pragas e doenças na agricultura é praticado há vários séculos (Xavier, 2022). Esse tipo de controle e gestão integrada vem sendo fortalecido, com o objetivo de minimizar os atuais níveis de uso de defensivos químicos (Campos, 2020). Essas práticas são consideradas um tipo alternativo de controle de pragas e doenças, em contraste com o modelo de manejo agroquímico usado na agricultura convencional. No entanto, a dicotomia existente entre desenvolvimento e conservação cria obstáculos significativos à adoção dessas práticas menos agressivas à saúde humana e ao meio ambiente. O setor manufatureiro pode ter iniciado um processo de mudança gradual dessa percepção. Pesquisas mostram que se essas práticas realmente ajudam o setor manufatureiro a atingir seu objetivo principal, elas começam a ser consideradas (Dessart, Hurle e Bavel, 2019).

### 1.3.1 Programa Nacional de Bioinsumo e desenvolvimento sustentável

A Legislação brasileira vigente aplicável ao uso de biocombustíveis e defensivos agrícolas – o PNB e seu Conselho Estratégico é instituído pelo decreto n. 10.375 (Brasil, 2020). O decreto apresenta 15 artigos que tratam de sua constituição



e estrutura de governo, a definição de conceitos técnicos para a aplicação da norma, bem como a constituição de uma mesa multissetorial para formular o planejamento estratégico do Programa, coordenado pelo MAPA (Vidal et al., 2020). O programa foi desenvolvido de acordo com as necessidades de inovação nos setores de agricultura, aquicultura, silvicultura e pecuária, a partir de uma ampla e longa discussão com diferentes atores de diferentes cadeias produtivas, da agroindústria brasileira (Brasil, 2020).

O PNB tende a ampliar e fortalecer o uso de bioinsumos na agricultura e pecuária brasileira. Para tanto, algumas ações foram previamente identificadas e descritas como essenciais, entre elas: i) estabelecer uma base conceitual para bioinsumos e questões correlatas, uma vez que não existe um conceito amplamente aceito para o termo na literatura que considere todo o escopo proposto em o programa; ii) realizar um levantamento e análise da legislação pertinente ao tema, indicando os principais entraves regulatórios e respectivos impactos na execução de uma política e no desenvolvimento de um marco regulatório que leve em consideração as especificidades dos bioinsumos e iii) organizar informações sobre produção, uso e consumo de bioinsumos e sua dinâmica de mercado, fornecendo informações qualificadas ao setor de bioinsumos no país (Vidal et al., 2021/ Dill, 2022).

O PNB, relacionado ao desenvolvimento sustentável, visa colocar em prática alguns dos atributos da sustentabilidade, que é, nesse sentido, um conceito mais amplo e, portanto, não deve ser confundido com ele. Até porque, de fato, a noção de desenvolvimento do tipo capitalista, que muitas vezes busca maximizar os lucros em detrimento da natureza, questiona a própria tentativa de capturar os atributos da sustentabilidade em favor do conceito de desenvolvimento sustentável. (Tawfeiq, 2021). Boff (2015, p. 36-37) argumenta justamente que o desenvolvimento sustentável "[...] se propõe ora como um ideal a ser alcançado, ora como qualificação de um processo produtivo ou de um produto, feito dizer em critérios de sustentabilidade que na maioria dos casos não é verdade.

O PNB contém três grandes áreas temáticas de intervenção: produção vegetal, produção animal e pós-colheita e transformação de produtos de origem animal e vegetal. Esses eixos constituem o programa e permitem a integração de outras questões durante a implementação e quando necessário e pactuado no conselho estratégico (Brasil, 2020).

No primeiro eixo temático, o das produções vegetais, encontram-se os seguintes tópicos: fitossanitário; fertilidade do solo, nutrição vegetal e estresse abiótico; gerenciamento de caixa. O tema Saúde trata do manejo e controle de pragas e doenças e envolve bioacaricidas, biofungicidas, feromônios, bioinseticidas, entre outros. Fertilidade do solo, nutrição de plantas e estresse abiótico incluem inoculantes, biofertilizantes, bioestimulantes, corretivos e outros. Ao considerar o tema Manejo de espécies vegetais em sistemas diversificados, traz o uso e valorização de espécies tradicionais e nativas, com base na biologia e na agroecologia (Brasil, 2020; Vidal et al., 2020; Dill, 2022).

Dentro da produção animal estão os seguintes tópicos: saúde animal; alimentação animal; manejo animal e produção aquícola. O tema saúde animal inclui biovacinas, fitoterápicos, vermífugos biológicos e outros. Alimentos de origem animal incluem probióticos, suplementos, alimentos para animais de estimação e outros. O manejo de raças animais em sistemas diversificados inclui práticas de manejo de espécies animais que apresentam equilíbrio entre robustez e produtividade baseadas em práticas biológicas e agroecológicas. Na produção aquícola, o objetivo é promover nutrição, saúde, tratamento de efluentes, entre outros (Brasil, 2020; Vidal et al., 2020). Por fim, no eixo pós-colheita e transformação de produtos de origem animal e vegetal, encontram-se questões relacionadas à higiene, conservação e embalagem.

O tema pós-colheita de produtos de origem vegetal inclui desinfetantes, bioconservantes, embalagens e outros. Para o tratamento de produtos de origem animal e vegetal, incluem desinfetantes, bioestabilizadores, biofilmes, entre outros (Brasil, 2020; Vidal et al., 2020; Dill, 2022).

O programa foi concebido para promover um conjunto de práticas produtivas baseadas no uso da biodiversidade produtiva e funcional brasileira, com atenção especial aos sistemas de produção. Dessa forma, manteve em suas diretrizes os padrões vigentes da produção orgânica brasileira e, dessa forma, atendendo a esses requisitos, poderá beneficiar a produção orgânica e, em última análise, toda a agricultura convencional (Vidal et al., 2021). O PNB foi construído em diálogo com o setor produtivo e os representantes das diversas esferas da produção, comercialização e consumo. Em sua criação, buscou integrar pesquisa, ensino, divulgação e setor produtivo como indissociáveis para a obtenção de resultados e constituir um programa estruturante (Vidal et al., 2020). Como resultado desse diálogo, o MAPA, em colaboração com a EMBRAPA, colocou à disposição dos

produtores rurais um aplicativo onde podem consultar uma lista de produtos de origem biológica indicados para nutrição, controle de pragas e doenças de diversas culturas agrícolas (Brasil, 2020).

#### 1.4 A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: RESPEITO AO MEIO AMBIENTE COMO PARÂMETRO DE DESENVOLVIMENTO SADIO E EQUILIBRADO

Tal como outros princípios estruturantes do Estado Constitucional – democracia, liberdade, juridicidade, igualdade – o princípio da sustentabilidade é um princípio aberto carecido de concretização conformadora e que não transporta soluções prontas, vivendo de ponderações e de decisões problemáticas. É possível, porém, recortar, desde logo, o imperativo categórico que está na génese do princípio da sustentabilidade e, se se preferir, da evolução sustentável: os humanos devem organizar os seus comportamentos e ações de forma a não viverem: (i) à custa da natureza; (ii) à custa de outros seres humanos; (iii) à custa de outras nações; (iiii) à custa de outras gerações. Em termos mais jurídico-políticos, dir-se-á que o princípio da sustentabilidade transporta três dimensões básicas: (1) a sustentabilidade interestatal, impondo a equidade entre países pobres e países ricos; (2) a sustentabilidade geracional que aponta para a equidade entre diferentes grupos etários da mesma geração (exemplo: jovem e velho); (3) a sustentabilidade intergeracional impositiva da equidade entre pessoas vivas no presente e pessoas que nascerão no futuro (CANOTILHO, 2010).

A sustentabilidade em sentido amplo procura captar aquilo que a doutrina actual designa por “três pilares da sustentabilidade”: (i) pilar I – a sustentabilidade ecológica; (ii) pilar II – a sustentabilidade económica; (iii) pilar III – a sustentabilidade social<sup>3</sup>. Neste sentido, a sustentabilidade perfila-se como um “conceito federador” que, progressivamente, vem definindo as condições e pressupostos jurídicos do contexto da evolução sustentável. No direito internacional, a sustentabilidade é institucionalizada como um quadro de direcção política nas relações entre os Estados (exs.: Convenção sobre as mudanças climáticas, Convenção sobre a biodiversidade, Convenção sobre o património cultural) (CANOTILHO, 2010).

Com a crescente preocupação mundial em preservar o meio ambiente e produzir alimentos mais saudáveis de forma sustentável, conceitos como agricultura regenerativa e bioinsumos tornam-se evidentes. Além disso, o número de moléculas químicas disponíveis para uso agrícola tem sido reduzido periodicamente, aumentando a demanda por alternativas sustentáveis que possam substituir muitos desses produtos químicos proibidos no mercado para maior proteção ambiental ou social. Nesse novo cenário, o solo e a planta fazem parte de um sistema produtivo integrado e mais equilibrado, abusando da redução do uso de agrotóxicos e privilegiando o uso de produtos com baixo impacto ambiental e baixo risco à saúde humana.

Esse movimento tem contribuído para o desenvolvimento e uso de bioinsumos. Porém, a questão da produção sustentável traz grandes desafios, como o manejo de pragas, doenças, nematoides e plantas daninhas, geralmente associados a um sistema de produção desequilibrado. Comumente nessas áreas, é uma realidade a perda de eficácia de alguns ativos químicos e a seleção de populações de pragas resistentes. Isso desequilibra ainda mais o sistema produtivo, que exige medidas de manejo eficazes para evitar, ou pelo menos mitigar, perdas na produtividade econômica. (Mazaro, et al. 2022).

A preocupação com o desenvolvimento global sustentável foi destacada pela participação de representantes de 178 países na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), realizada no Brasil em 1992. Nesse contexto, Doran e Parkin (1994) introduziram a definição de qualidade do solo (SQ) como a capacidade do solo de funcionar em um ecossistema restrito, manter a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde de plantas e animais. Assim, a produção sustentável seria definida em termos de produção agrícola e resistência à erosão, qualidade ambiental em termos de solo, água superficial e qualidade do ar, saúde humana e animal, incluindo qualidade dos alimentos, composição nutricional e segurança alimentar. No Brasil, o uso do termo saúde do solo não é novidade. Ana Primavesi publicou, em 1979, o livro “Manejo ecológico da agricultura do solo nas regiões tropicais”, no qual a agrônoma e pesquisadora insiste na necessidade de restabelecer o equilíbrio do solo e sua relação com o meio ambiente. Já se dizia na época que era preciso conhecer o conceito de saúde do solo para saber efetivamente o quão bem estávamos cuidando do nosso

solo, apontando a matéria orgânica – MO como um indicador muito forte da influência do solo e manejo do solo (Conceição, et al. 2022).

A agricultura sustentável tem retorno econômico a médio e longo prazo; produz alimentos de alto valor biológico; tem alto objetivo social, baixa relação capital/homem, alta eficiência energética (a maior parte é reciclável). (Costa Netto, 1999, p. 315). No entanto, outros estudos revelam que a agricultura sustentável representa outro movimento social claramente promissor, mas ainda precário.

Graziano (1999, p. 63) questiona que mesmo neste "maravilhoso mundo alternativo verde", haveria mais justiça? Haveria passeios de um dia? Haverá reforma agrária? Quem é improdutivo e quem não respeita as regras verdes seria expropriado? E aqueles que insistiram em continuar a poluir? Para o autor citado, é preciso pensar melhor sobre essas questões alternativas, assinadas em verde. Não se trata de retroceder, o que significaria grandes investimentos, mesmo com mais refinamento, nem de esperar o longo prazo. A saída está no quadro de políticas (certamente paliativas), que indiquem práticas conservacionistas já disponíveis (mas quase nunca adotadas) e na indução de novos caminhos científicos, que não levem a uma maior degradação da natureza. (Maníglia; Borges, 2014).

Há uma grande necessidade de educar os agricultores sobre o uso, eficácia, benefícios e importância dos bioinsumos (Mishra et al., 2020). Os insumos orgânicos diferem fundamentalmente dos pesticidas sintéticos e muitas vezes requerem manejo e aplicação específicos, o que não é bem compreendido pelos produtores, representantes comerciais e consumidores (Glare et al., 2012). A capacidade de resposta pode implicar a criação de algumas atividades locais, como a organização de programas educativos e oficinas voltadas para a promoção da agricultura sustentável com produtos orgânicos. Aconselhamento, explicação e acompanhamento devem ser feitos regularmente, por meio da realização de sessões interativas de perguntas e respostas que incluirão conhecimento e aprendizado dos agricultores sobre uso, aplicação e manejo (MISHRA et al., 2015). Demonstrações na fazenda é o método mais eficaz para demonstrar a eficácia dos bioinsumos e é imperativo coletar mais dados de campo, pois a comprovação do efeito é essencial para sua adoção (Glare et al., 2012).

Para Conceição, et. al, 2022, o grande diferencial na utilização de adubos orgânicos é o reaproveitamento de resíduos gerados por outras atividades econômicas, sejam agrícolas ou industriais, com potencial impacto ao meio ambiente

se descartados de forma inadequada. Como vantagens, o uso de fertilizantes orgânicos na agricultura é a redução dos custos de produção, quando o resíduo é de fácil acesso, e o uso no lugar de fertilizantes minerais (Woodard Sollenberger, 2011); cumprimento da legislação ambiental; a criação de um sistema sustentável; e reduzir o uso de reservas limitadas de fertilizantes e energia não renovável (Lana et al., 2010). Qualquer intervenção de manejo afetará de alguma forma as comunidades biológicas residentes no solo, bem como os grupos recrutados da rizosfera da soja. Portanto, entender os impactos causados por cada tipo de manejo ajuda a mitigar os efeitos negativos na biologia do solo, visando a prática de um manejo sustentável (Nishisaka, Quevedo, Mendes, 2022).

O renomado economista e sociólogo, Ignacy Sach sempre defendeu o equilíbrio entre crescimento econômico não separado dos problemas ambientais e ecossistema, dizendo ser necessário “outro crescimento para outro desenvolvimento”. Porquanto, “os objetivos do desenvolvimento são sempre sociais, há uma condicionalidade ambiental que é preciso respeitar, e finalmente, para que as coisas avancem, é preciso que as soluções pensadas sejam economicamente viáveis”. (Sachs, 2009, p. 232).

O conceito de desenvolvimento sustentável acresce a sustentabilidade ambiental à dimensão da sustentabilidade social, baseada no duplo imperativo ético que corre ao mesmo tempo com a geração atual e de solidariedade para com as gerações futuras, como dispõe o art. 225, da Constituição federal, que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade da vida (Brasil Planalto, 2023)

Isso permite atentar a critérios de tempo e espaço. Instiga ainda a buscar soluções multifacetadas, eliminando o crescimento obtido a custos sociais e ambientais. Algumas estratégias de curto prazo, conduzem ao “crescimento ambientalmente destrutivo, mas socialmente benéfico”, ou em ordem inversa (Sachs, 2009b).

Assim, o termo desenvolvimento necessita adequar-se às soluções de um crescimento econômico sustentado, socialmente inclusivo e em harmonia com o meio ambiente (Sachs, 2009a).

Uma nova direção para a produção agrícola é o desenvolvimento de práticas ecológicas de controle de pragas. Neste contexto, tornou-se necessário criar modelos de produção ecológica que utilizem métodos de controle alternativos e que substituam

ou reduzam o uso de substâncias químicas, gerem menos efeitos negativos no ambiente e na saúde humana, respondam à crescente necessidade de resíduos tóxicos e, assim, promover o uso sustentável da biodiversidade (Lacey et al., 2001; Silva et al., 2010; Michereff et al., 2013; Teixeira, 2022).

Inicialmente, as produções *OnFarm* eram realizadas na maioria das vezes a partir de produções agroecológicas devido a sua dependência do manejo orgânico. No entanto, essa produção atende às necessidades de pequenos e grandes produtores, mostrando-se eficaz em diferentes sistemas e escalas de produção, caracterizando-se como uma ferramenta importantíssima que proporciona múltiplos benefícios ao meio ambiente, como estruturação e vigor do solo reduz as aplicações e contaminação de defensivos químicos, além dos custos de produção e surgimento de resistência a insetos nocivos, contribuindo diretamente para o desenvolvimento rural sustentável (Souza, 2021; Ribeiro, 2021; Teixeira, 2022).

Portanto, o cenário de bioinsumos no Brasil, que estimula pesquisas fundamentais e aplicadas relacionadas ao setor, gerando inovações, e que oferece ao produtor novas tecnologias e permite a produção de alimentos de forma sustentável, há anos apresenta forte tendência de crescimento, em níveis superiores aos projetados para o mundo.

Dessa forma, a utilização de bioinsumos pode contribuir significativamente de forma sustentável ao meio ambiente, para a sociedade e para o desenvolvimento do grande, médio e pequeno produtor. No próximo capítulo veremos os processos de produção dos bioinsumos e de agrotóxicos e os benefícios de cada um para a sustentabilidade econômica, social e ambiental.

No próximo capítulo será abordado o mercado de produtos orgânicos utilizados na agricultura brasileira; sobre o processo de produção orgânica comercial, neste tópico foram apresentados os procedimentos de controle e registro do Decreto Federal n. 10.375/2020 e Lei Estadual n. 21.005/2021. Para Jorge e Souza (2017), é importante descrever o comportamento do mercado de produtos de origem biológica a partir do conhecimento público dos pedidos de registro e registro definitivo desses produtos perante as autoridades envolvidas na regulamentação. Estas atividades têm favorecido a diferenciação destes produtos no mercado, privilegiando a sua utilização face aos produtos químicos tradicionais. O registro desses produtos promove o acesso ao mercado de novas tecnologias para uso na agricultura orgânica e convencional e pode ajudar a reduzir o uso de pesticidas mais tóxicos na agricultura,

reduzindo seus resíduos nos alimentos, mas também oferece opções para implementar medidas, (Jorge e Souza, 2017).

As leituras e discussões deste primeiro capítulo levam à conclusão de que, com o crescimento populacional e a crescente procura de alimentos e outros recursos naturais, a agricultura sustentável está a tornar-se uma questão que vale a pena abordar e destacar na política ambiental. Entendeu-se que a agricultura sustentável significa acima de tudo respeito pelo ambiente e pela saúde dos consumidores. No próximo capítulo será discutido os processos de produção de biológicos on farm e o comercial, destacando seus riscos e benefícios. A insuficiência técnica e a falta de medidas rigorosas de controle de qualidade durante a produção de microrganismos podem levar à proliferação de produtos de controle biológico de baixa qualidade, perigosos e ineficazes, colocando assim o processo de produção em perigo.



## 2. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIOLÓGICOS *ON FARM* E O COMERCIAL: RISCOS E BENEFÍCIOS

Neste capítulo será abordado a respeito do Mercado de biológicos de uso na agricultura brasileira; foi disposto sobre o processo produtivo do biológico comercial, adentrando no Decreto Federal nº 10.375/2020 e na Lei Estadual nº 21.005/2021 falando sobre os procedimentos de controle e registro. Ainda dentro desse segundo tópico do capítulo foi abordado a respeito dos órgãos responsáveis pelo registro e fiscalização. No terceiro tópico, foi abordado sobre Produção de biológicos em contraponto aos agrotóxicos convencionais. Alargando o discurso apresentando informações sobre riscos da produção de biológicos *on farm* e sobre lacuna legislativa – controle e fiscalização.

### 2.1 MERCADO DE BIOLÓGICOS DE USO NA AGRICULTURA BRASILEIRA: PANORAMA ATUAL E PERSPECTIVAS

Com a maior taxa de crescimento global, o mercado brasileiro de biopesticidas deve fechar a safra agrícola 2022/23 com um aumento de cerca de 70% em relação ao ano anterior, para 5,6 bilhões de reais, apoiado em fatores como a ampla adoção de bioinsumos de produtores de soja, milho, cana-de-açúcar e algodão, o que não ocorre em outros países. A estimativa da associação que reúne empresas de biotecnologia defensiva, sementes, produtos químicos e biológicos ocorre quando a CropLife também anuncia com exclusividade à Reuters os resultados de um estudo que mostrou que o mercado brasileiro de bioinsumos triplicou até 2021/22. Encomendado pela associação com a S&P Global, o trabalho mostrou um crescimento de mercado de 219% em relação ao ciclo anterior, chegando a 3,3 bilhões de reais (valor pago pelos produtores), estimado por Amália Bosrari, bióloga da CropLife Brasil (Borsari, 2023).

O mercado de insumos orgânicos está crescendo em todo o mundo, com peso significativo no Brasil devido à importância da produção agrícola no país. Entre vários tipos, segundo a Fortune Business Insights, o mercado global de biopesticidas está projetado para atingir US\$ 6,51 bilhões (R\$ 33,6 bilhões pelo câmbio atual) até 2022,

com estimativa de US\$ 18,15 bilhões (R\$ 93,7 bilhões) em 2029, um aumento de 15,77% no período. Para biofertilizantes, a estimativa para 2022 era de US\$ 2,02 bilhões (10,4 bilhões de reais), chegando a US\$ 4,47 bilhões (23,1 bilhões de reais) em 2029, um aumento de 12,04%. E para os bioestimulantes (microrganismos, extratos, enzimas etc.), a estimativa era de US\$ 3,14 bilhões (16,2 bilhões de reais) em 2022, subindo para US\$ 6,69 bilhões (34,5 bilhões de reais) em 2029, um crescimento de 11,43%. (Forbes, 2023).

Com isso, o mercado agrícola está experimentando uma demanda crescente por produtos orgânicos ecológicos sem resíduos químicos. No entanto, o crescimento em algumas regiões é prejudicado por mercados estabelecidos para pesticidas químicos, falta de conscientização sobre os benefícios dos insumos orgânicos e eficácia desigual de bioprodutos, resultando em um acúmulo dessas alternativas verdes de controle de pragas. Os resultados às vezes não são homogêneos ou consistentes, e é por isso que os usuários se sentem confusos e receosos ao usar essas alternativas mais ecológicas. Os bioinsumos exigirão mais atenção dos agricultores do que os produtos químicos. A situação é pior nos países em desenvolvimento, onde a maioria dos agricultores ainda não estão familiarizados com nenhum dos termos relacionados aos bioinsumos e muitas vezes carecem de habilidades e treinamento para usá-los corretamente (Mishra et al., 2015; Dill, 2022).

Segundo a Embrapa (2023), três possíveis razões para o Brasil se tornar o maior produtor e usuário de defensivos biológicos do mundo são a área cultivada, a ocupação constante dessas áreas cultivadas e as condições climáticas. A produção agrícola do Brasil desempenha um papel fundamental na segurança alimentar global, como evidenciado por sua grande produção. Em 2021/2022, o Brasil produziu 127 milhões de toneladas de soja ( $\cong$  38% da produção mundial) em  $\cong$  42 milhões de hectares; 656 milhões de toneladas de cana-de-açúcar ( $\cong$  40% da produção mundial) em  $\cong$  9 milhões de hectares; 50 milhões de sacas (60 kg por saca) de café ( $\cong$  33% da produção mundial) em 1,9 milhão de hectares; 116,5 milhões de toneladas de milho ( $\cong$  11% da produção mundial) em 22 milhões de hectares, além de outras importantes culturas alimentares, forragens, fibras e combustíveis (AGRIANUAL, 2022). A produção de todas essas culturas é altamente dependente das condições climáticas e do controle de doenças de plantas, pragas e ervas daninhas. (EMBRAPA, 2023).

Ainda segundo Embrapa, o Brasil validou as diretrizes para a agricultura tropical e tornou-se o maior fornecedor das principais commodities (café, soja, cana-de-

açúcar, laranja e muitas outras). Essas matérias-primas são produzidas o ano todo, com duas ou até três safras anuais, o que pode ser visto principalmente como uma vantagem competitiva. No entanto, o conceito de "praga de inverno ou vazio biológico" não se aplica a nós. Embora o clima tropical seja propício ao crescimento das plantas, o patógeno e as plantas podem se multiplicar ao longo do ano. Com um número limitado de moléculas químicas e cultivares resistentes, o surgimento de populações de pragas resistentes é frequentemente relatado. Assim, o controle biológico surgiu como a estratégia plausível para abordagens de manejo integrado de pragas (MIP). (EMBRAPA, 2023).

Nessa linha, o que se percebe é que a expansão mais extraordinária do mercado de controle biológico ocorreu no manejo de nematoides. O Biocontrol ultrapassou o mercado de nematicidas químicos e é hoje o maior mercado de biocontrole do Brasil, respondendo por 44% das vendas de bioagentes até 2022. No controle de nematoides, na safra 2021/2022, os biológicos representaram 55%, 94% e 100% do mercado de nematicidas vendidos em cana-de-açúcar, soja e milho, respectivamente (Limberger, dados 2022-Spark). Surpreendentemente, na maioria dos testes de campo, os produtos feitos de bactérias, fungos ou uma combinação dos dois superaram o nematicida químico na redução das populações da maioria dos nematoides parasitas de plantas. Curiosamente, isso não apenas levou a uma maior expansão do controle biológico de nematoides, mas também aumentou a conscientização sobre outras doenças de plantas causadas por patógenos do solo. Além disso, alguns dos produtos registrados para controle de nematoides, principalmente aqueles com capacidade intrínseca de proteção radicular, também protegem contra infecções fúngicas radiculares do solo, como as causadas por *Fusarium*. (EMBRAPA, 2023).

Hoje (2023), ao se falar numa nova fronteira do controle biológico para combater as doenças de plantas, há um aumento no uso de controle biológico de doenças foliares, como a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) e a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia Vastatrix*). Para tanto, todos os produtos aprovados são à base de bactérias, principalmente *Bacillus*, que ampliam o raio de ação do fungicida químico. Os biofungicidas são usados em conjunto com fungicidas químicos e é importante que os produtos orgânicos sejam compatíveis com os pesticidas mais comumente usados pulverizados no início da estação, particularmente quando a resistência induzida é o principal modo de ação. Esta combinação resulta em maiores

rendimentos e provavelmente reduz a pressão de seleção exercida pelo uso exclusivo de fungicidas sistêmicos. (EMBRAPA, 2023).

Percebe-se ainda, a partir da leitura junto à Embrapa, que embora tenha havido um grande aumento nos registros de produtos de controle biológico chamados biopesticidas ou bioprotetores, isso não representa a realidade da adoção pelo produtor, pois houve um aumento da adoção da produção para a fazenda ou artesanal, que são empresas que instalaram indústrias em suas fazendas para produzir os agentes de controle biológico de que necessitam. Existem diferentes níveis dessa produção industrial, desde a artesanal (como a produção de biofertilizantes) até a produção industrial (semelhante onde os produtos orgânicos são a principal atividade). Essas iniciativas levaram ao estabelecimento de várias bioindústrias no país. Embora haja controvérsia sobre se tal sistema de fabricação será mais amplamente adotado do que produtos registrados comercialmente, todos concordamos que esta iniciativa de biocontrole de baixo custo espalhou os benefícios da adoção do biocontrole no MIP para todo o país.

Vários são os desafios que ainda rondam o uso de bioinsumos, o principal deles, é cumprir as promessas e expectativas dos usuários finais, do mercado e do público em geral (Mishra et al., 2015). Apesar das pressões sociais, das preocupações ambientais, da necessidade de sustentabilidade e fertilidade de nossos campos agrícolas e do apoio de vários setores, incluindo governo e setor privado, os resultados relativos à adoção de bioinsumos não corresponderam às expectativas. É importante afirmar que existem limitações e problemas associados às formulações baseadas em células. É por causa dessas desvantagens que o uso de bioinsumos ainda é muito menor do que os produtos químicos. Nesse sentido, esforços têm sido feitos para estudar o papel de metabólitos e aditivos adicionados às formulações que, juntamente com as células, podem tornar o produto mais confiável e eficaz (Arora; Mishra, 2016; Dill, 2022).

Nessa linha, há o desenvolvimento de alternativas cada vez mais diversificadas, a busca de novas estratégias de manejo na ciência que agreguem sustentabilidade à agricultura (CROPLIFE, 2020b). A introdução de insumos orgânicos tem sido incluída como uma estratégia muito eficaz na agroindústria (CROPLIFE, 2020b). Diversas empresas interessadas nesse mercado estão acompanhando essa tendência, gerando novos empregos, gerando renda e

protegendo o meio ambiente, por se tratar de uma tecnologia com baixo risco ambiental (Almeida; Filho; Leite, 2016; Dill, 2022).

As tentativas de várias agências governamentais de popularizar o uso de bioinsumos podem ter um impacto na melhoria de seu estado atual e de sua aplicação em todo o mundo (Mishra et al., 2015; 2020). É importante que o agricultor entenda esse método de controle biológico, e não como uma simples substituição do produto químico convencional pelo orgânico. Trata-se de uma mudança mais profunda que deve ser vista de forma mais ampla, no contexto da gestão integrada. Portanto, é importante que o insumo biológico não seja comercializado e utilizado como um mero produto, mas sim como um pacote tecnológico ou um processo de controle (Lopes, 2009; Dill, 2022).

## 2.2. PROCESSO PRODUTIVO DO BIOLÓGICO COMERCIAL

Dados do Conab (2021) apontam que o Brasil ocupa posição de destaque no mundo como produtor de alimentos, fibras e biocombustíveis (IBGE, 2017). Nas últimas três décadas, a produção de cereais no Brasil aumentou 360%, enquanto o uso da terra para esse fim aumentou 56%. Em 1980, foram produzidas 52,21 milhões de toneladas de cereais em 40,38 milhões de hectares. Em 2018, a colheita foi de 242,12 milhões de toneladas em 63,22 milhões de hectares (CROPLIFE, 2020a). Segundo estudo da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a safra 2021/22 indica crescimento da produção do cereal em relação à safra 2020/21, com indicação de volume total de 291,1 milhões de toneladas. (CONAB, 2021).

Para a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), cerca de 40% da produção agrícola mundial pode ser perdida para pragas a cada ano. No Brasil, em particular, o clima favorece a diversidade e a população de pragas (incluindo invertebrados, patógenos e ervas daninhas) é muito maior do que em países com invernos rigorosos. Ao analisar a produção de soja, milho e algodão, as perdas por falta de controle de pragas podem variar de 9,5% a 40%. Essas culturas representam cerca de 86% da área cultivada com cereais e 35% das exportações agroalimentares do Brasil (CROPLIFE, 2020a).

Quando se trata do processo de fabricação de medicamentos biológicos comerciais, é importante dizer que toda pesquisa começa com a identificação de uma

nova propriedade biológica. Solo, insetos, flores e outros materiais biológicos são colhidos em áreas de alta biodiversidade. Para acelerar esse processo, algumas empresas e institutos de pesquisa utilizam ferramentas genômicas para rastrear e descobrir microrganismos com genes específicos, outras estudam primeiro a ação do princípio ativo contra um determinado alvo e depois caracterizam os microrganismos. Em uma segunda etapa, os princípios ativos selecionados passam por diversas fases visando intensificar a produção do agente biodefensivo. Dentre eles, o processo de fermentação e avaliações da eficácia do princípio ativo frente a possíveis alvos. Um ponto importante a considerar é que precisa adotar estratégias que possam ser replicadas em escala e na produção comercial. Testes laboratoriais, também chamados de bioensaios ou testes *in vitro*, são desenvolvidos para diferentes alvos (insetos, fungos, bactérias, nematoides, etc.) e permitem a avaliação de milhares de candidatos a novos produtos. Além disso, diversas análises são realizadas para identificar os compostos químicos presentes nos princípios ativos biológicos que favorecem a proteção das lavouras. A partir daí, uma varredura do banco de dados é realizada para eliminar ativos produtores de toxinas conhecidos e selecionar novos. Normalmente, meses ou até anos são investidos na caracterização adequada da atividade de um candidato a biodefensivo. (Vida Colectada, 2020).

O incremento de novos produtos de origem biológica envolve uma cadeia de processos, protocolos, testes e registros para permitir sua comercialização no mercado (Bailey; Falk, 2011; Abbey et al., 2019; Marrone, 2019). A pesquisa e o desenvolvimento começam com a seleção de habitats e nichos de alta biodiversidade para disponibilidade de candidatos, onde solo, insetos, flores ou outros materiais biológicos são coletados com o objetivo de isolar microrganismos com potencial ação, seja defensiva, estimulante ou fertilizante (Marrone, 2019; Croplife, 2020; Dill, 2022).

A formulação de produtos biológicos deve manter a persistência dos agentes microbiológicos que, estando vivos, são mais sensíveis à radiação solar, agentes químicos, altas temperaturas, pH e umidade. Para minimizar os impactos desses fatores, são utilizadas substâncias chamadas adjuvantes. A compatibilidade entre excipientes e princípios ativos biológicos é estudada por pesquisadores que analisam a vitalidade, o crescimento e a reprodução desses organismos vivos. Desta forma é possível desenvolver diferentes formulações, tais como: Concentrado Emulsificável; pó molhável; paletas, géis emulsionáveis; concentrado de pasta; Grânulos solúveis (CROPLIFE, 2020)

Dessa forma, para se construir uma biofábrica na propriedade rural significa criar um sistema de produção para fabricar produtos que serão utilizados na própria fazenda, devendo selecionar um bom local, construção das instalações de fabricação e a compra de equipamentos especializados e verificar requisitos regulamentares. Além disso, é importante ter processos de fabricação eficientes e seguir boas práticas de fabricação (BPF) para garantir a qualidade e segurança do produto. O primeiro passo para montar uma biofábrica é selecionar um local adequado. Isso inclui a consideração de fatores como acesso a matérias-primas, transporte, mão de obra qualificada e requisitos regulatórios. Em seguida, é preciso construir instalações produtivas que atendam às necessidades específicas da produção de produtos biotecnológicos, incluindo áreas de armazenamento, laboratórios, áreas de produção e áreas de embalagem e distribuição. Por isso, é necessário adquirir os equipamentos especializados de produção e controle de qualidade necessários para a produção, como biorreatores, sistemas de água, medidores de pH, autoclaves, microscópios e outros equipamentos. É importante selecionar equipamentos de qualidade adequados às suas necessidades de produção. Por fim, é preciso obter licenças e atender aos requisitos legais aplicáveis, incluindo licenciamento e outros requisitos de segurança e qualidade. É importante lembrar que a implantação de uma biofábrica é um processo complexo que exige um planejamento cuidadoso e uma execução eficiente para garantir o sucesso da produção. (Alfamare, 2023).

A seleção de microrganismos para bioinsumos é mais direcionada do que a de compostos sintéticos para insumos químicos. Da grande quantidade de isolados coletados de amostras ambientais, menos de 1% dos isolados candidatos levam a produtos bem-sucedidos. Ou seja, o isolamento de microrganismos de ambientes selecionados permite uma pré-triagem, selecionando candidatos para avaliação mais específica (Glare et al., 2012; Dill, 2022). Uma biofábrica também tem a capacidade de produzir uma ampla variedade de produtos agrícolas orgânicos a partir de bactérias, fungos e vírus, o que beneficia ainda mais os produtores para o controle eficaz de pragas nas plantações. As defesas biológicas, chamadas biodefesas, são um exemplo. A produção de insumos orgânicos também aumentou consideravelmente. É importante ressaltar que os produtos feitos com agentes de controle biológico, além de ajudar os agricultores no controle de pragas, também são importantes para garantir a sustentabilidade da agricultura. (Alfamare, 2023).

O projeto de desenvolvimento do bioproduto deve apresentar um conjunto de especificações técnicas para a qualidade do insumo biológico desejado, que é desenvolvido com base no conhecimento do ciclo de vida do patógeno alvo, do nicho ambiental, dos mecanismos de ação e da provável formulação/ aplicação de estratégia. O modelo é então comparado com informações conhecidas sobre isolados armazenados em coleções de microrganismos, e as melhores correspondências são avaliadas (Glare et al., 2012). Após a estabilidade da formulação, são realizados bioensaios miniaturizados. O bioproduto foi testado contra insetos, fungos, bactérias, ervas daninhas, nematoides, parasitas de plantas e algas. Esses alvos de ação são escolhidos com base no tamanho, necessidades e potencial do mercado, bem como na facilidade de testes laboratoriais (Marrone, 2019; Dill, 2022).

O aumento de bioinsumos em biorreatores é um processo no qual células ou microrganismos são cultivados em um meio de crescimento apropriado para produzir grandes quantidades de um determinado bioinsumo. O processo geralmente começa com a coleta de uma amostra de células ou microrganismos, que são cultivados em um biorreator sob condições controladas. O meio de cultura é formulado para fornecer nutrientes suficientes para o crescimento e reprodução de células ou microrganismos, e as condições de cultura, como temperatura, pH, oxigenação e outros fatores, são controladas para garantir o crescimento ideal. Ao longo do processo de cultura, é importante monitorar o crescimento de células ou microrganismos e ajustar as condições de cultura conforme necessário para manter o processo eficiente e minimizar o risco de contaminação. Quando as células ou microrganismos atingem um determinado tamanho ou concentração, eles são colhidos e processados para produzir o insumo biológico desejado. É importante lembrar que a multiplicação de bioinsumos em biorreatores requer um conhecimento aprofundado da biologia celular e microbiana, bem como uma compreensão de técnicas adequadas de cultivo e processamento. Além disso, é importante seguir as boas práticas de fabricação (BPF) para garantir a qualidade e a segurança do produto final. (Alfamare, 2023).

Estudos como os de Monnerat et al. (2018); Ferraz e Rede (2020); Teixeira, (2022), aponta que a proliferação de microrganismos em propriedades rurais no Brasil, mais especificamente de bactérias, a partir do ano de 2012-2014 aproveitou uma epidemia causada por *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), levando a perdas econômicas em diversas lavouras, incluindo soja, milho e algodão. Nesse período, os defensivos químicos comumente usados eram ineficazes contra essa



praga, com exceção de um bioinseticida comercial à base de *Bacillus thuringiensis*, que, embora altamente eficaz, era de difícil acesso devido ao seu alto custo. Esse cenário tem estimulado os produtores a buscarem uma nova alternativa de controle, encontrarem apoio no controle biológico e comecem a disseminar bactérias em suas propriedades. Candidatos potenciais para o desenvolvimento de bioinsumos estão caminhando para a produção e formulação em escala industrial. Um fator determinante para o sucesso do bioinsumo é o meio de fermentação utilizado para promover a diversidade de compostos produzidos pelos microrganismos em suas células ou secretados no meio de cultura. Posteriormente, a otimização do processo é realizada para aumentar o rendimento do microrganismo e compostos produzidos durante a fermentação. O processo de fermentação microbiana geralmente começa em pequenas garrafas agitadas, seguido por um aumento gradual em tanques de fermentação cada vez maiores. A atenção dada a esta fase do desenvolvimento do processo, voltada para a bioquímica metabólica, permite a criação de produtos com desempenho superior (Marrone, 2019; Dill, 2022).

Para completar esta cadeia de desenvolvimento de bioinsumo, são necessários avaliação de segurança, aprovação e registro. A validação dos bioinsumos inclui análises de segurança e desempenho dos bioinsumos, que serão submetidas aos órgãos reguladores.

A aceitabilidade pelos agricultores é o que garantirá a sobrevivência dos bioinsumos como um novo recurso para o controle de pragas agrícolas. Eles devem fornecer aconselhamento adequado sobre o uso do produto que compram e os benefícios dos insumos orgânicos sobre os pesticidas. Em última análise, os bioinsumos oferecem soluções para questões como resistência de pragas a pesticidas químicos tradicionais e preocupação pública sobre os efeitos colaterais de pesticidas no meio ambiente e na saúde humana (Dill, 2022).

### 2.2.1 Análise do Decreto Federal n. 10.375, de 26 de maio de 2020, e da Lei Estadual nº. 21.005, de 14 de maio de 2021: procedimentos de controle e registro

O conceito de bioinsumo é apresentado na recente legislação brasileira, decreto federal n. 10.375 de 26 de maio de 2020 (Brasil, 2020) como: “qualquer produto, processo ou tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado

à utilização na produção, armazenamento e transformação de produtos agrícolas, em sistemas aquáticos de produção ou em florestas plantadas, que interferem positivamente no mecanismo de crescimento, desenvolvimento e reação de animais, plantas, microrganismos e substâncias derivadas e que interagem com produtos e processos físico-químicos e biológicos". O termo bioinsumo é utilizado no Brasil para identificar um produto biológico como bioinseticidas, biofertilizantes, inoculantes e outros. Portanto, biofertilizante é um bioinsumo, caracterizado como um produto que contém componentes ativos ou substâncias orgânicas, obtidos de microrganismos ou de sua atividade, bem como seus derivados de origem vegetal e animal, que podem atuar direta ou indiretamente em todos ou parte das plantas cultivadas, aumentando sua produtividade ou melhorando sua qualidade, incluindo os processos e tecnologias derivados desta definição. (MAPA, 2022).

Além dos produtos oferecidos pela indústria, mais recentemente surgiu o chamado processo de produção própria, que passou a exigir regulamentação oficial. O MAPA instituiu o Programa Nacional de Insumos Orgânicos com base no Decreto Presidencial 10.375, de 26 de maio de 2020 (Brasil, 2020; Possenti; Moneghello, 2022). As diretrizes do programa também visam propor um marco regulatório que favoreça a produção e o uso de bioinsumos; promoção da ciência; estimular a criação de biofábricas; promover a construção de políticas, programas e planos nos estados e municípios voltados para a produção de bioinsumos. Outro benefício do programa é a rapidez com que essas técnicas, tecnologias e produtos são registrados no MAPA, ANVISA e IBAMA, pois esses órgãos participam de todo o protocolo de reconhecimento, processamento e posterior aprovação para comercialização, produção e armazenamento desses produtos. (Bezerra, 2021).

Um problema com a nomenclatura dos fertilizantes orgânicos e minerais está relacionado ao Decreto n. 10.375 de 26 de maio de 2020 (Brasil, 2020b) que instituiu o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos. Este documento estabelece que pode ser considerado bioinsumo qualquer produto, processo ou tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, que interfira positivamente no crescimento, desenvolvimento e mecanismos de resposta de animais, plantas, microrganismos e substâncias derivadas e com as quais propriedades. e produtos e processos biológicos.

Motivado pelo programa e com o objetivo de promover o marco regulatório previsto pela iniciativa, o projeto de lei n. 658/2021, trata especificamente do tema e

estabelece as regras relativas às Biofábricas, crimes e sanções, das regras de gestão da exploração e detalhamento dos cadastros. No entanto, por abranger um amplo espectro, ainda existem algumas lacunas a serem preenchidas no projeto antes da publicação da lei. Para tanto, foi criado o Grupo de Trabalho Tecnológico da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, que se reuniu em março de 2021 para avaliar as melhorias realizadas no PL 658/2021. Essa análise mostra que ainda há necessidade de alterações no projeto de lei para mantê-lo em consonância com a legislação vigente. O MAPA também alertou para a necessidade de novas regulamentações que estabeleçam parâmetros mínimos para a produção de defensivos agrícolas aprovados para uso na agricultura orgânica. (Bezerra, 2021).

Acredita-se que o número de registros tende a aumentar com o Programa Nacional de Bioinsumos (Decreto nº 10 375 de 26 de maio de 2020) que considera os nematoides entomopatogênicos - NEPs como produtos microbiológicos, e não microbiológicos, facilitando a regulamentação e registro de produtos microbiológicos sendo isentos de alguns ensaios específicos exigidos para outros produtos fitofarmacêuticos. Dessa forma, oferece grandes oportunidades para o mercado de produtos microbiológicos, entre outros bioinsumos, alguns dos quais amplamente utilizados na cultura da soja, como inoculantes, promotores de crescimento, biofertilizantes, outras defesas biológicas, biofilmes, emulsões de nanopartículas, fitoquímicos, probióticos, entre outros. Por fim, à luz dos exemplos já apresentados, a atual conjuntura favorável coloca os NEPs como excelentes candidatos a bioinsumos líderes no cultivo, podendo, com a validação de pesquisas em andamento, serem utilizados em diversas frentes. no controle de pragas da soja. (Alves, et al., 2022).

A nível estadual, o Estado de Goiás assumiu a liderança na corrida pelos bioinsumos. A Lei estadual n. 21.005 de 14 de maio de 2021 instituiu o Programa Estadual de Bioinsumos. O programa estadual é muito semelhante ao programa federal e contém um conjunto idêntico de disposições relativas à pesquisa e ao avanço de processos e tecnologias para atingir os objetivos do programa. O objetivo do programa, proposto pela Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Animal (SEAPA), é ampliar e fortalecer a aplicação de práticas para a evolução do setor agropecuário, com a 'ampliação da produção, desenvolvimento e utilização de bioinsumos e sistemas de produção sustentáveis. Os objetivos do Programa Nacional de Bioinsumos são o desenvolvimento de ferramentas de comunicação eficazes para a educação e evolução da cultura da sustentabilidade;

promover pesquisas relacionadas ao uso de insumos, processos e tecnologias sustentáveis; promover o uso de insumos, processos, tecnologias e sistemas produtivos sustentáveis para o desenvolvimento das cadeias produtivas; e gestão da informação por meio de sistemas de inteligência vinculados às diretrizes do programa. As despesas são imputadas às dotações orçamentais atribuídas anualmente aos órgãos e entidades interessados, nos limites da movimentação, empenho e pagamento do orçamento anual e da programação financeira. As ações do Programa Nacional de Bioinsumos podem ser financiadas por outras fontes de financiamento alocadas pela União, Distrito Federal, Municípios e entidades privadas. (IF GOIANO, 2022).

Em suma, diante de todas as informações sobre o assunto, parece que a evolução está voltada para a qualidade de vida, assim como a alimentação está voltada para os bioinsumos. O dever de vigilância do homem deve estar sempre alicerçado em sã legislação, também para regulamentar as coisas que pertencem à natureza, para protegê-la e trazer bem-estar a quem dela usufrui, sem a desprezar. Mesmo com o desenvolvimento tecnológico, eventualmente voltamos às nossas raízes e descobrimos que não importa quão complexa seja a tecnologia humana, a simplicidade da natureza ainda reina suprema. (Bezerra, 2021).

### 2.2.2 Órgãos responsáveis pelo registro e fiscalização

No Brasil, os bioinsumos para controle biológico ganharam força desde a década de 1990 por meio da intensificação da capacitação humana, pesquisa científica e tecnológica, desenvolvimento de produtos e arquivos, aumentando sua participação no mercado nacional, estimada entre 2% e 5%. Mais recentemente, em 2020, foi criado o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB), vinculado ao MAPA, com o objetivo de promover os bioinsumos e enfrentar os desafios como a persistência da cultura do uso de agrotóxicos, limitações na oferta e transferência de tecnologias, bem como a necessidade de desenvolvimento de técnicas de monitoramento de pragas e doenças, a qualidade dos bioinsumos, logística e regras adequadas para registro de bioinsumos entrada para fins biológicos. (Parra, 2014; Bortoloti; Sampaio, 2021).

Para ser comercializado no Brasil, o agente de controle biológico deve ser avaliado pela ANVISA para riscos à saúde; pelo IBAMA, para riscos ambientais; e o

MAPA, para verificar a eficiência agrônômica. O produto não é registrado até receber a aprovação das três autoridades. O número de agentes de controle biológico registrados aumentou consideravelmente. Até março de 2022, foram registrados 502 produtos, incluindo bioinseticidas, biofungicidas, bionematicidas, feromônios, aleloquímicos, reguladores de crescimento e bioacaricidas para ação em aproximadamente 200 alvos biológicos. Destacam-se os registros de bioinseticidas, que representam cerca de metade dos registros ativos no Brasil (Alves et al, 2022).

Apesar da legislação federal e dos marcos regulatórios existentes nas organizações madeireiras e de monitoramento, é claro que muitos desafios estão em pauta. A promoção de produtos e processos com a biodiversidade brasileira em seu componente envolve diversas análises de leis, normas e princípios que certamente conduzirão a uma grande inovação no campo dos bioinsumos (Vidal et al., 2020). Outras realidades semelhantes de conflitos entre propriedade e interesses operacionais, marcos regulatórios, também são desafios para o setor quando se trata de pensar o uso da biodiversidade, como é o caso dos Coletores de Mangaba (Raposo, 2020; Vidal, Dias, 2023). Um dos grandes desafios é compreender plenamente que os bioinsumos requerem condições ambientais adequadas para sua aplicação. Nesse sentido, é importante que consultores, técnicos, agências de pesquisa e divulgação realizem campanhas de conscientização e treinamento que demonstrem a importância dessas condições para o sucesso do bioinsumo (Borsari; Vieira, 2022).

Bortolotti e Sampaio (2021), realizaram a pesquisa com base no relatório do produto formulado coletou informações sobre 17 das 24 classes de produtos fitofarmacêuticos registrados para comercialização no Brasil. Este resumo recuperou informações de 2.852 produtos registrados, dos quais os agrotóxicos classificados como herbicidas representaram 31%, seguidos pelos inseticidas com 22% e fungicidas com 21,4%. Essas classes associadas aos defensivos agrícolas são acaricidas com 195 produtos, nematicidas com 31 registros e bactericidas com 23. agentes de controle biológico com um total de 58 produtos registrados. A recolha de fichas de produtos biológicos nas várias classes, acaricida microbiológico, pesticida biológico, bactericida microbiológico, feromona, fungicida microbiológico, inseticida microbiológico e nematicida microbiológico, representa cerca de 15% do total de informação recolhida, ou 415 produtos aprovados. Embora ainda distante do padrão

agroquímico predominante, os bioinsumos para controle biológico são importantes (Bertoloti; Sampaio, 2021).

Durante os anos de 2020 e 2021, foram intensificados os avanços no registro de produtos de controle biológico, em especial princípios ativos como fungos, bactérias e vírus (microrganismos). Deve-se notar também que os macroorganismos estão associados a agentes de controle biológico. Nesse universo, para os inseticidas microbiológicos, classe com maior número de produtos de controle biológico registrados, os dois principais princípios ativos estão presentes em 61% dos produtos registrados. Por exemplo, o cogumelo *Metarhizium anisopliae* representa 31% dos produtos e a cepa IBCB 425 é utilizada em 89% dos produtos formulados com esse cogumelo. Já o cogumelo *Beauveria bassiana* é o princípio ativo de 30% dos inseticidas microbiológicos, dos quais 70% são IBCB linhagem 66, do Instituto Biológico (IB), Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Secretaria de Agricultura e Entrega (SAA). Os 24% restantes dos produtos registrados têm como principal princípio ativo *Bacillus thuringiensis* com 18% do total e *Baculovirus spodoptera* com 6% do total, indicando que 85% dos inseticidas microbiológicos aqui registrados são compostos pelos quatro princípios ativos. Resultados que confirmam as discussões trabalhadas em Bertoloti et al (2019). Para fungicidas microbiológicos, predominam dois princípios ativos, *Trichoderma harzianum* e *Bacillus amyloliquefaciens*, presentes juntos em 72% dos produtos registrados dessa classe, seguidos do fungo *Trichoderma asperellum* e da bactéria *Bacillus subtilis*. É importante especificar que diferentes ingredientes ativos podem compor o mesmo produto. Nos agentes de controle biológico, destacam-se a vespa *Cotesia Flavipes*, princípio ativo em 62% dos produtos classificados, e as vespas *Trichogramma pretiosum* e *T. galloi*, presentes em 31% dos produtos registrados nessa classe. (Bertoloti; Sampaio, 2021).

## 2.3 PRODUÇÃO DE BIOLÓGICOS ON FARM NO BRASIL: PROCESSO PRODUTIVO E USO

A demanda por insumos orgânicos, ou bioinsumos, tem aumentado no Brasil seguindo uma tendência mundial. Nos últimos anos, novos produtos nacionais e importados têm entrado constantemente no mercado brasileiro, assim como o

surgimento de novas pequenas e médias empresas, de capital nacional, e até grandes multinacionais. Essa expansão do mercado de orgânicos no Brasil foi estimulada em parte pela implantação do Programa Nacional de Bioinsumos e pela prioridade do tema em organizações como a Embrapa, universidades, outros institutos de pesquisa brasileiros e setor privado. Segundo estimativas da CropLife Brasil, somente o mercado de biodefesas gerou cerca de 1,2 bilhão de reais no país em 2020. Somente o cultivo de soja está projetado para ultrapassar US\$ 15 bilhões em economia anual com o uso da fixação biológica de nitrogênio (EMBRAPA, 2021).

Essenciais para uma proteção mais sustentável de diferentes cultivos, os bioinsumos vêm ganhando espaço na proteção de cultivos no combate a pragas e doenças agrícolas. No Brasil, esses defensivos são produzidos por empresas especializadas no mercado. No entanto, a lei sanitária também permite que o agricultor produza seu bioinsumo dentro da fazenda. Embora atualmente permitida, não há regulamentação para essa prática nas propriedades rurais, mas o setor agropecuário já está adotando medidas para incentivar a biossegurança desse modo de produção, que já está presente em pequenas, médias e grandes propriedades (Forbes, 2021).

Nos últimos tempos, tem havido um interesse crescente em produzir insumos orgânicos em fazendas de subsistência, também conhecidas como produção *on farm*. Essa produção é realizada por meio da replicação de produtos comerciais adquiridos no mercado ou por pré-inoculação preparada e comercializada por empresas especializadas, que também podem comercializar a infraestrutura utilizada nesse tipo de produção. Achados de pesquisadores e técnicos que atuam na área agrícola indicam que a prática é intensa em propriedades de grãos no Centro-Oeste e na região de Minas Gerais. No Sul, essa prática é mais comum no Paraná e recentemente se espalhou para Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No Nordeste, é marcante o crescimento dos pomares na região de Petrolina/Juazeiro, que penetra fortemente na região denominada MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). (EMBRAPA, 2021).

Para estabelecer a qualidade do processo de produção de bioinsumos nas fazendas e promover a segurança, a Embrapa publicou uma nota técnica com três princípios que devem ser seguidos pelos agricultores interessados na produção desses defensivos em sua propriedade. 1) Autorizar somente a multiplicação de microrganismos presentes nas listas oficiais do MAPA. 2) Necessidade de cadastrar

estabelecimento que produza insumos orgânicos com o cartão. 3) Necessidade de técnico qualificado responsável pela produção de bioinsumo nas fazendas (EMBRAPA, 2021).

A produção de microrganismos *on farm* consiste na produção, em terrenos agrícolas, de pesticidas compostos por organismos biológicos, destinados à utilização e aplicação no campo. O crescimento da produção *on farm* tem se dado pelo alto custo dos defensivos agrícolas comercializados, pela seleção de populações resistentes aos produtos comerciais e como alternativa ao uso de defensivos químicos e ao aumento da eficiência dos nutrientes (Abrunhosa, 2018). No entanto, para garantir a qualidade do processo de produção de microrganismos nas fazendas e garantir a segurança, algumas medidas são necessárias, como multiplicar apenas os microrganismos registrados no Ministério da Agricultura, controlados por profissional especializado na produção de insumos orgânicos, bem como como estrutura e ambiente propício à produção (Júnior, 2021).

Exemplos de sucesso podem ser encontrados em algumas propriedades que investem em infraestrutura e pessoal especializado. No entanto, também há observações sobre o uso de sistemas de produção inseguros e ineficientes, resultando em produtos de baixa qualidade. Muitas vezes os microrganismos alvo das multiplicações não atingem concentrações adequadas. Além disso, houve uma proliferação de contaminantes que conduzem a produtos com pouca ou nenhuma eficácia, nomeadamente com risco de serem patogênicos para humanos, animais e plantas. Se, por um lado, os produtos comerciais devem seguir rigorosos processos de registro e comercialização, com garantias de pureza, concentração e identidade dos microrganismos presentes, ainda não há obrigatoriedade em termos de controle de qualidade na produção na fazenda. Assim como outros produtos utilizados na agricultura, a qualidade do produto orgânico é fundamental para que possa promover os efeitos desejados, tanto para a promoção do crescimento das plantas quanto para o controle de insetos pragas e doenças. (EMBRAPA, 2021).

A Embrapa é protagonista no desenvolvimento de insumos orgânicos, reconhecendo que a produção de subsistência tem potencial para contribuir para a sustentabilidade e competitividade da agricultura brasileira. No entanto, acredita que há riscos para o setor agrícola, devido à falta de garantia de qualidade do produto devido à disseminação no campo ou à falta de evidências de biossegurança para humanos e organismos. não alvo e meio ambiente. Como instituto de pesquisa



envolvido no desenvolvimento e aplicação de insumos orgânicos na agricultura brasileira, os pesquisadores alertaram que essa atividade deveria ser regulamentada, pois existe o risco de produtos de baixa qualidade prejudicarem a boa imagem dos insumos orgânicos, que se acumularam ao longo dos anos pode ser danificado, com perda de confiança dos produtores, além de causar danos à saúde e ao meio ambiente. (EMBRAPA, 2021).

### 2.3.1 Riscos da produção de biológicos *on farm*

À medida que a oferta aumenta e o uso de produtos orgânicos nas lavouras se expande, muitos produtores estão aproveitando a abertura da legislação atual para produzir insumos orgânicos para seu próprio uso na fazenda. Embora possa levar a reduções de custos, a chamada produção na fazenda acarreta riscos para as plantações, a saúde e a cadeia de suprimentos. Mariangela Hungria apresentou dados de investigações realizadas por diversas unidades da Embrapa com amostras colhidas em fazendas de Mato Grosso e Goiás, mostrando exemplos de produção própria de agentes de controle biológico onde mais de 90% das amostras não continham o microrganismo desejado. O mesmo vale para a produção de inoculantes, chegando ao extremo de não haver amostra analisada contendo a bactéria esperada. Além de o produtor não aplicar a quantidade recomendada de insumo orgânico na lavoura, ele acredita estar correndo um grande risco ao introduzir contaminantes que podem trazer riscos fitossanitários à saúde de quem irá manusear e consumir os produtos. “É um perigo muito grande para o consumo e para a exportação. Pegar esses contaminantes em nossos produtos exportados pode trazer problemas”, alertou a pesquisadora, ilustrando os casos recentes de contaminação de chocolate. (EMBRAPA, 2022).

Diante da necessidade de regulamentar o programa, o projeto de lei n. 658 de março de 2021 dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos *on farm* ratificando o Programa Nacional de Bioinsumos. Uma das principais propostas apresentadas pelo projeto de lei é a classificação dos bioinsumos de acordo com seus potenciais riscos biológicos e o desenvolvimento de regras para a produção agrícola de bioinsumos. O Ministério da Agricultura deve elaborar um manual de boas práticas

de manejo orgânico na fazenda para orientar os produtores rurais (Brasil, 2021; (Souza, Castilho, Macedo, 2021).

Portanto, dentre as ações necessárias para a implementação do programa no Brasil, é urgente investir em pesquisas para entender os mecanismos de ação envolvidos nas interações ecológicas entre os bioinsumos, o meio ambiente, seus compartimentos alvo e não alvo. Portanto, estudos de avaliação de risco ambiental, estudos de impacto ambiental e relatórios de comportamentos de controle biológico são necessários para uma adoção segura. Nesse sentido, um passo importante parece ter sido dado com o exame do projeto de lei n. 658/2021 da Câmara dos Deputados, que dispõe sobre a classificação, transformação e produção de bioinsumos provenientes do manejo orgânico na fazenda, e também define as diretrizes para uso e comercialização, bem como a classificação dos riscos de bioinsumos e facilitação dos mecanismos de produção pelas famílias camponesas. (Souza, Castilho, Macedo, 2021).

### 2.3.2 Lacuna legislativa: controle e fiscalização

A utilização de agentes biológicos no controle fitossanitário, embora seja uma prática recente, é regida pela legislação vigente há mais de 30 anos. A advogada da Figueiredo & Santos Advogados Associados Lídia Cristina dos Santos em sua participação no painel, realizado durante o IX Congresso Brasileiro de Soja e Mercosoja, em Foz do Iguaçu (PR), salientou que o controle fitossanitário é regido pela Lei 7.802/89. Ela estipulou que os produtos e as empresas fabricantes deveriam ser pré-cadastrados em alguns órgãos federais, como Anvisa, Mapa e Ibama. Informou ainda, que, o Decreto 4.074/02 torna obrigatório o cadastramento de pessoas e empresas produtoras de agrotóxicos e seus componentes, etc., por meio de procedimentos nacionais e municipais, para que possam ser fiscalizados. Ainda seguindo a palestrante, o decreto 6913/2009, quando regido pela Lei 7802/89, estabeleceu regra de exceção, não prevista em lei, que isenta de registro universal os produtos fitofarmacêuticos de uso garantido para agricultura orgânica produzidos exclusivamente para uso próprio. Embora essa decisão seja considerada ilegal pelos gabinetes jurídicos do Mapa, Ibama e Anvisa, a isenção de registro permanecerá em

vigor até que seja declarada ilegal pelo Judiciário, autorizando a produção da fazenda. (EMBRAPA, 2022).

No esforço de organizar a Justiça, vários projetos de lei tramitam na Câmara e no Senado, e já foram realizadas audiências públicas para debater o tema. Existe desde 2012 e foi financiado por pesquisa, indústria e formuladores de políticas. Seu sucesso confirmado viu a legislação brasileira verificada por outros países, como a Austrália. Para a pesquisadora da Embrapa Soja, a definição de uma nova lei de bioinsumos, se não for devidamente implementada e entregue em mecanismos de controle de qualidade, pode colocar em risco os inoculantes resultantes. “Esta nova fatura deve ser fornecida para controle de qualidade por um terceiro independente. Se isso não for feito de forma controlada, corre o risco de perder tudo o que foi adquirido. Por que não deixar tudo de lado? Se temos uma boa legislação sobre inoculantes, por que não deveríamos lê-la? pergunta Mariangela Hungria. Para a Hungria, qualquer pessoa pode produzir na fazenda, desde que supervisionada por profissional qualificado, com registro de criação e controle do produto, em conformidade com pesquisa e propriedade intelectual, em segurança para a saúde humana, animal e vegetal e com respeito para o meio ambiente. (EMBRAPA, 2022).

Rose Monnerat reforçou essas preocupações e a provável necessidade de modernizar a legislação, ampliar a informação, capacitar tecnicamente pessoas para realizar essas produções e ter controle de qualidade. "Antes de ter medo de ser fiscalizado, as pessoas precisam saber o que estão fazendo e o que estão colocando em suas lavouras", alertou a pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos. A advogada Lídia Santos segue ainda que se a legislação atual permite a produção na fazenda e isenta de registro, o foco do produtor deve ser o controle de qualidade do produto, enquanto problemas por contaminação podem levar a crimes da natureza da poluição, por exemplo. Para ela é preciso que os novos instrumentos legais regulem os problemas que surgem e que os produtores recebam mais informações sobre os riscos da atividade. (EMBRAPA, 2022).

Da análise da nota técnica do Inct-MPCPAgro e do PL 658/2021, depreende-se que a principal dificuldade regulatória reside nos potenciais riscos biológicos associados à produção, distribuição e uso de insumos biológicos na fazenda, com base no registro e posse do uso indevido desses produtos (direitos de propriedade e biopirataria) (Souza, Castilho, Macedo, 2021).

Até aqui, foi trabalhado respeito ao desenvolvimento sustentável, pensando a função social da propriedade impõe ao proprietário a obrigação de tomar medidas para preservar, conservar e até restaurar o seu domínio, quando este tiver sido degradado. A exploração de bens imóveis para geração de recursos económicos não pode ser feita à custa da comunidade, que em tese também teria interesse em preservar esses bens imóveis para as gerações atuais e futuras.

Isto dito, no próximo capítulo abordará a carência de regulamentações para as boas práticas de produção e utilização dos bioinsumos *on farm*, bem como uma proposta para Regulamentação igualitária par a construção das biofábricas.

### **3. NECESSÁRIO MARCO REGULATÓRIO PARA A PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE BIOLÓGICOS *ON FARM***

Neste capítulo serão analisados os projetos de Lei Estadual n.º 658/2021 e o Projeto de Lei Nacional de n.º 3.668/2021, em trâmite no Senado Federal, que dispõem sobre a regulamentação da construção das biofábricas *on farm*. Buscou-se pontuar se a proibição da produção de biológicos *on farm* é o melhor caminho para uma produção segura e sem riscos de contaminações. Discutiu-se ainda neste capítulo, uma proposta de legislação para fiscalização, controle e delimitação de competências dos produtos produzidos dentro da propriedade rural. Por fim, a regularização dos biológicos *on farm* para a consolidação da Agricultura Sustentável.

#### **3.1 ANÁLISE DOS PROJETOS DE LEI N. 658/2021 EM TRÂMITE NA DOS DEPUTADOS E DO PROJETO DE LEI N. 3.668/2021 EM TRÂMITE NO SENADO FEDERAL**

Levando em consideração a necessidade de regulamentação do Programa Estadual e Nacional de Bioinsumos, tramita na Câmara dos Deputados o Projeto de Lei nº 658, de março de 2021, que dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos por meio do manejo biológico *on farm* e ratifica alguns itens do Programa Nacional de Bioinsumos. Entre as principais propostas apresentadas pelo Projeto de Lei, consta a classificação dos bioinsumos conforme seu potencial risco biológico e o detalhamento de regras para a produção de insumos biológicos *on farm*. O Ministério da Agricultura deverá elaborar um Manual de Boas Práticas de Manejo Biológico *on farm* para a orientação aos produtores rurais (Brasil, 2021).

O Projeto de Lei n.º 658/2021, de autoria do Deputado federal José Vitor, dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos por meio do manejo biológico *on farm*; ratifica o Programa Nacional de Bioinsumos e dá outras providências. Nesse Projeto ficam dispensados de receituário agrônômico os bioinsumos, bioprodutos e os demais derivados produzidos na propriedade e utilizados ali mesmo; e aqueles produtos que já foram registrados ou notificados

anteriormente terão prazo de 120 dias para adequarem à nova lei, a partir de sua publicação.

Estão também inseridos os fundamentos para a produção e uso dos bioinsumos, as regras para o manejo biológico *on farm*, comercialização, avaliação e classificação do risco biológico, além de infrações e sanções aplicáveis na hipótese de transgressão das regras estabelecidas, e ainda, traz regras detalhadas para a produção de bioinsumos *on farm*.

Os itens produzidos nas propriedades rurais não poderão ser comercializados e deverão ser produzidos em biofábricas, seja a partir do zero ou de substâncias pré-prontas compradas de empresas registradas, com ajuda de profissional habilitado.

Outro fato interessante contido no Projeto de Lei 658/2021, é que não haverá a necessidade de licença ambiental para a instalação e a operação das biofábricas nas propriedades rurais, desde que o imóvel esteja regular, com registro no Cadastro Ambiental Rural - CAR.

Além desse PL do Estado de Goiás também está em trâmite o PL federal de n.º 3.668/2021, o qual passa a ser analisado. O Projeto de Lei n.º 3.668/2021, em trâmite no Senado Federal, de autoria do Senador Jaques Wagner, do PT da Bahia, dispõe sobre também, sobre a produção, o registro, comercialização, uso, destino final dos resíduos e embalagens, o registro, inspeção e fiscalização, a pesquisa e experimentação, e os incentivos à produção de bioinsumos para agricultura e dá outras providências.

O relator da Comissão de Meio Ambiente, Senador Jorge Kajuru, apresentou as Emendas 1 e 2 para, respectivamente, prever que na produção *on farm* devem-se seguir parâmetros de escala e analisado o risco do material biológico a ser manipulado, a serem estabelecidos em regulamento; e ajustar a competência da Comissão Técnica de Bioinsumos. (Senado, 2023)

Para o senador, deve ser incluído no art. 1º do PL a palavra importação de produtos biológicos para aumentar o leque de possibilidades quanto aos bioinsumos produzidos no Brasil.

O Relator propôs as seguintes propostas de alteração do projeto de lei inicial: 1) ajuste da redação para que seja feita referência também à produção de inóculo de bioinsumo, necessariamente produzido com finalidade comercial; 2) que não haja distinção no registro, pois o agente “registrante” deve ser todo aquele que esteja sujeito a registro, independentemente do tipo de estabelecimento; e 3) o

estabelecimento de maior clareza em relação aos requisitos mínimos de segurança necessários para a produção *on farm*, que envolve a utilização de microrganismos isolados, levando-se em consideração a Notícia técnica da EMBRAPA, conforme será visto mais adiante, sendo permitida apenas e exclusivamente a utilização de agentes biológicos constantes em lista positiva. Por se tratar de uma atividade cujo processo de licenciamento estará a cargo dos órgãos ambientais estaduais, os procedimentos de licenciamento da produção de bioinsumos, em razão do porte e potencial poluidor do empreendimento, devem ser definidos pelos respectivos órgãos e instâncias consultivas locais. (Senado, 2023)

No próximo item será abordado, segundo a opinião de alguns pesquisadores, se para cercar qualquer risco de contaminações ao meio ambiente e ao ser humano, se o caminho é a proibição das biofábricas *on farm*.

### 3.2 PROIBIR A PRODUÇÃO DE BIOLÓGICOS *ON FARM* É O CAMINHO? O NECESSÁRIO CAMINHO DO MEIO

Alguns desafios são expostos pelo Inct-MPCPAgro sobre a implantação do Programa Nacional de Bioinsumos no Brasil. No relatório técnico por eles elaborado é possível identificar a preocupação do governo com relação à produção e à utilização de bioinsumos *on farm*, indicando que a manipulação inadequada de bioinsumos pode trazer graves problemas sanitários e ambientais (BRASIL, 2020).

Nesse sentido, é possível reconhecer que embora aparentemente inofensivos ao meio ambiente e à saúde pública, os bioinsumos, se manejados de forma inadequada, podem trazer efeitos danosos.

Pelo uso impróprio de bioinsumos poder ser gerados alguns danos, segundo Capalbo e Nardo (2000), entre eles: propriedades não esperadas por meio da interação com outros organismos (danosas ou benéficas); distúrbios no balanço de um ecossistema (onde um organismo benéfico poderia tornar-se “praga”); e, finalmente, a possibilidade de transferência não intencional de informações genéticas entre organismos (de modo que seres não patogênicos poderiam se tornar patogênicos, ou aqueles já patogênicos poderiam ter sua amplitude de hospedeiros aumentada).

Porém, existem muitos exemplos de sucesso com a aplicação desses produtos, especialmente na agricultura, o que presume que a sua utilização de forma adequada e com o devido apoio governamental pode trazer benefícios sanitários, ambientais e sociais (Morandi; Bettiol, 2009). Dessa forma, o uso de bioinsumos pode apresentar-se como alternativa para a substituição dos pesticidas convencionais cujo uso indiscriminado e habitual na agricultura tem, reconhecidamente, promovido diversos problemas ambientais e sanitários (Pignati, 2007).

Assim, para que os riscos apontados acima sejam minimizados, há a necessidade de investimentos em pesquisas relacionadas a impactos ambientais, para uma produção e utilização seguras.

Um sistema econômico que considera os princípios ecológicos deve reconhecer que, nas atividades econômicas convencionais, os custos normalmente considerados no cálculo das vantagens econômicas são os internos a essas atividades (custos ditos privados), como a contaminação do ambiente ou a extinção de uma espécie, constituem externalidades que se excluem do cálculo econômico. (Cavalcanti, 2004; Cechin, 2010).

O fato de que a produção *on farm* pode trazer riscos para o meio ambiente e ser humano, é preciso aprimorar a regulamentação e a fiscalização dos insumos biológicos, até mesmo para comprovar sua eficácia.

Para que haja uma produção segura de bioinsumos *on farm*, deverá haver também uma fiscalização e padrões de qualidade para a sua produção, mesmo que em pequenas quantidades, mesmo que em propriedades pequenas, o que poderá trazer economia para os pequenos, médios e grandes produtores e ainda, de forma a ter altos padrões de produtividade.

Para (Dessart, Hurle e BaveL, 2019), a adoção de práticas sustentáveis é maior quando os agricultores possuem conhecimento e competências relacionadas com essas práticas; e, além disso, a decisão é mais robusta quando eles passam a acreditar que essas práticas podem trazer benefícios financeiros aliados aos ambientais, com riscos limitados.

Portanto, conclui-se que a proibição não pode ser o caminho, mas sim os estudos para que haja segurança jurídica e ambiental, mediante Manuais de produção e Notas Técnicas claras de como produzir os bioinsumos *on farm*, bem como responsáveis técnicos capacitados, para que haja o controle de qualidade e a segurança sanitária da produção.



### 3.3 UTILIZAÇÃO DE BIOLÓGICOS EM CONTRAPONTO AOS AGROTÓXICOS CONVENCIONAIS

Com a necessidade do aumento da produtividade agrícola sustentável no país visando a redução dos impactos ambientais e o alto custo dos fertilizantes nas variadas culturas, torna-se imprescindível o avanço científico no estudo de novas estratégias de integração agrícola. Uma das alternativas é a utilização de Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (BPCP) visando reduzir ou substituir o uso de produtos químicos sintéticos (Castro; Melo, 2007) e trazer benefícios diretos à produção agrícola, e conseqüentemente os custos de produção, é a utilização de bactérias promotoras do crescimento vegetal, como as bactérias do gênero *Bacillus* e *Azospirillum* (Santos et al., 2019; Oliveira Júnior, 2021).

A região do solo adjacente às raízes das plantas, conhecida como "rizosfera", abriga uma abundante diversidade de microrganismos. Neste ecossistema, plantas e bactérias estão envolvidas em múltiplas e complexas interações que vão desde a patogênese até a promoção do crescimento vegetal. As bactérias que se associam às plantas colonizando suas raízes são chamadas de rizobactérias e podem ser classificadas de acordo com seus efeitos no crescimento das plantas: benéficas, prejudiciais ou neutras (GRAY; SMITH, 2005). Aqueles que estabelecem associação benéfica com plantas têm sido isolados, multiplicados, formulados e utilizados como prática agrônômica rotineira em alguns países, promovendo o desenvolvimento vegetal e a produtividade (Luz, 1996; Oliveira Júnior, 2021).

Estudos sobre a inoculação de *Azospirillum* spp. relataram os efeitos de melhorar o crescimento, desenvolvimento e produtividade das principais culturas agrícolas. Hungria et al (2010) constataram que a inoculação com *A.brasilense* promoveu um aumento de 26% na produtividade do cereal. Ainda conforme os autores, o aumento da produtividade do milho pela inoculação com *Azospirillum*, se deve à capacidade de fixação biológica de nitrogênio e aumento da absorção de outros nutrientes, como P e K por esse microrganismo. O uso de inoculantes à base de *A. brasilense* pode levar a uma economia estimada em US\$ 2 bilhões anuais. (Oliveira Júnior, 2021).

O efeito direto da espécie do gênero *Bacillus* no crescimento das plantas inclui a modulação do desenvolvimento através da produção de *fitohormônios*. Por exemplo,

várias espécies de *Bacillus*, incluindo *B. amyloliquefaciens*, que produzem ácido indolacético, giberelinas, citocininas e ácido jasmônico podem estimular diretamente o crescimento da planta (PÉREZ-GARCIA et al., 2011). Esses resultados são explicados pelos estudos realizados por Gasparetto (2018), que especifica que a bactéria *B. amyloliquefaciens* aumenta a extração de cálcio, elemento químico responsável pela formação da parede celular. Ferreira (2018) também constatou em estudo que utilizando uma dose de 4,87 ml kg<sup>-1</sup> de sementes de milho inoculadas na semeadura, o gênero *Bacillus* regula níveis ótimos de auxina, hormônio responsável pelo alongamento celular e que promove o crescimento, além de uma maior absorção de cálcio e armazenamento de fotoassimilados, aumentando o hábito da planta. (Oliveira Júnior, 2021).

Thérond et al. (2017) ao falarem sobre a **utilização de biológicos**, categoriza os diferentes sistemas rurais e modelos agrícolas existentes e situa a evolução da política agrícola do país. Os autores mencionados acima desenvolveram uma proposta de estrutura mais sistêmica e holística, por assim dizer. Para estes autores, existem três sistemas possíveis tendo em conta os serviços ecossistêmicos e as contribuições antropogênicas (externas), que podem coexistir ou transpor-se. São eles: sistema baseado em insumos químicos, sistema baseado em insumos biológicos e sistema baseado na biodiversidade.

O primeiro tipo de sistema – industrial, conservador e convencional, baseado em poucas culturas ou monoculturas – depende de insumos químicos e visa otimização financeira e alto desempenho. O segundo sistema, visa reduzir o impacto no ambiente e na saúde humana, através da utilização de matérias-primas biológicas, substituindo total ou parcialmente as matérias-primas químicas utilizadas. O terceiro e último sistema defende o desenvolvimento da biodiversidade para aumentar os serviços ecossistêmicos e reduzir os insumos externos. Oferece propriedades rurais diversificadas com práticas agroecológicas (Therond, Duru, et al., 2017).

Sem querer esgotar as dimensões da transição agroecológica, vale ressaltar a importância desse processo durante a evolução da agricultura brasileira em direção a sistemas agroalimentares menos degradantes e mais sustentáveis (Abreu et al., 2009). Para esta compreensão há um importante conceito de Gliessman (2016) para quem a agroecologia é “um meio para repensar os sistemas alimentares, do campo à mesa, com o objetivo de alcançar a sustentabilidade ecológica, econômica e social”.

### 3.4 CAMINHO NECESSÁRIO PARA A CONSOLIDAÇÃO A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL BRASILEIRA E PROPOSTA DE LEGISLAÇÃO: FISCALIZAÇÃO, CONTROLE E DELIMITAÇÃO DE COMPETÊNCIAS DA PRODUÇÃO E O USO DE BIOLÓGICOS *ON FARM*

Observa-se, que a partir da análise da Nota Técnica do Inct-MPCPAgro e do PL 658/2021, que a principal dificuldade regulatória recai sobre os possíveis riscos biológicos associados à produção, distribuição e utilização de bioinsumos *on farm*, bem como sobre o registro e posse inadequada desses produtos.

Os PNB e PEB juntamente com o MAPA têm como objetivo incentivar a implantação de biofábricas voltadas à fabricação de bioinsumos (MAPA, 2020). O Decreto de criação do PNB possui as seguintes diretrizes:

- O programa deverá ser implantado em etapas e está estruturado em eixos temáticos relacionados a: produtos fitossanitários para controle de pragas e doenças de plantas; biofertilizantes; nutrição de plantas e tolerância a condições ambientais adversas; produtos veterinários e para alimentação animal, pós-colheita e processamento de origem animal e vegetal e, ainda, produção aquícola.
- Outro objetivo é criar ambiente favorável para o fomento e financiamento de infraestrutura e de custeio - por meio da oferta de crédito e de outros benefícios econômicos para o setor – e também para a inovação tecnológica em bioinsumos.
- Outra ação visa propor a elaboração de normas e protocolos para a instalação de unidades produtoras de bioinsumos - as biofábricas - e discutir tratamento legal específico para otimizar os processos de registro de produtos e garantir segurança jurídica aos produtores.

Nas etapas de implementação, estão previstos ainda levantamento de dados sobre o setor; lançamento de editais de fomento a inovação; elaboração de protocolos de produção para os agricultores e um catálogo nacional de bioinsumos, entre outras ações. (MAPA, 2020).

Na realidade, o que os órgãos de controle, como MAPA e EMBRAPA estão propondo nos Projetos de Lei que regulamentam os bioinsumos *on farm*, é uma melhor fiscalização em suas produções, com bastante seriedade nos modos de produção desses microrganismos para melhor controle para que não haja uma contaminação, tanto ao meio ambiente quanto ao ser humano.

Dessa forma, o PIB se enquadraria na abordagem biotecnológica. Ao optar pela utilização de bioinsumos como alternativa, o produtor brasileiro segue um novo paradigma: insumos químicos mais caros tornam-se supérfluos, com redução da dependência externa, o que implica redução nos custos agrícolas. Assim há mais liberdade e autonomia no contexto regional e conseqüentemente há maior valor acrescentado aos produtos e serviços, porque estariam alinhados com práticas mais sustentáveis (Bugge et al. 2016).

Restou verificado que os regramentos dos sistemas biológicos de produção são mais resumidos dos que os demais sistemas de produção, o que poderá beneficiar os demais sistemas de produção.

O PNB é coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), tendo sido formado um Conselho Estratégico formado por representantes dos setores público e privado, como Anvisa, Ibama, Embrapa, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Organizações de produção de orgânicos, entre outros, que coordena as ações e a estratégia de implementação do PNB em nível nacional e internacional.

De acordo com o Ministério da Agricultura, espera-se os seguintes impactos gerados pelo programa (MAPA, 2020), Segurança jurídica para o segmento de bioinsumos; Ampliação e fortalecimento do mercado de bioinsumos; Geração de emprego, renda e melhoria da qualidade de vida dos atores que integram as cadeias de valor do agronegócio brasileiro; Ampliação da oferta de produtos agrícolas e seus derivados com diferencial de sustentabilidade em seus processos produtivos; Geração de tecnologias sustentáveis e promoção da inovação no agronegócio brasileiro; Ampliação da captura de valor para os produtos agrícolas e seus derivados; e Fortalecimento da bioeconomia agrícola brasileira na agenda nacional e internacional.

Ainda não foi implantado um Manual de Boas Práticas pelos órgãos reguladores para as Biofábricas que produzem os bioinsumos nas propriedades (BRASIL, 2020). Ainda, entre as ações estruturantes está o estímulo ao

desenvolvimento de manuais de boas práticas de produção, uso e aplicação de bioinsumos em parcerias com instituições públicas e privadas (MAPA, 2020).

A EMBRAPA (2021) - elaborou 03 (três) recomendações técnicas que devem ser observados na produção de insumos biológicos *on-farm*, a saber:

**a)** *Permitir a multiplicação apenas de microrganismos que constam das listas oficiais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), ou com especificação de referência, e que sejam adquiridos em bancos de germoplasma reconhecidos como oficiais pelo Ministério.*

Apenas coleções organizadas e auditadas podem garantir a autenticidade e eficiência de microrganismos utilizados para formulação de insumos biológicos. Aqueles oriundos de coleção biológica oficialmente reconhecida pelo Mapa possuem garantia da origem, segurança e rastreabilidade.

**b)** *Necessidade de cadastro de estabelecimento produtor de bioinsumos junto ao Mapa.*

O Ministério e outros órgãos públicos devem conhecer a realidade da produção de insumos biológicos dentro das fazendas. Portanto, faz-se necessário um cadastro de operação dos estabelecimentos, de forma que seja possível a rastreabilidade de eventuais problemas sanitários, ambientais, entre outros. Isso trará confiabilidade ao setor, inclusive com a possibilidade de emissão de certificados de qualidade por parte de laboratórios credenciados.

**c)** *Necessidade de um responsável técnico habilitado para a produção de bioinsumos nas fazendas.*

Entende-se que o profissional responsável deva ser capacitado para a função e que tenha registro em órgão de classe que o habilite para tal. Essa exigência já faz parte das normas do Mapa para um profissional atuar como responsável técnico da produção convencional de bioinsumos, mas esse princípio deve ser aplicado para todos os níveis de produção. Pequenos produtores familiares podem enfrentar dificuldades para ter acesso aos serviços de um responsável técnico. Para esses casos, sugere-se que, um profissional possa atender a várias propriedades, por meio de organização em cooperativas ou associações de produtores, ou, que profissionais da assistência técnica e extensão rural também possam ser qualificados para atuar nessa função.

Dessa forma, além do que já foi recomendado pelos conselhos dos órgãos reguladores e Notas Técnicas, esse trabalho visa a sugestão de algumas regras, como:

- a) Escolher o melhor local onde será construída a biofábrica, levando em consideração a logística do espaço, bom acesso às matérias-primas, ideal para receber e escoar produtos, bem como os tamanhos desejáveis;
- b) Fomentar um Manual de Boas Práticas de Fabricação em que o responsável técnico terá que cumprir, bem como os demais agentes da propriedade;
- c) Análise laboratorial dos microorganismos que estão sendo produzidos na biofábrica para ter certeza do que se está proliferando e utilizando, para que haja uma boa eficácia e que não estará contaminando o meio ambiente;
- d) Especificar uma estrutura mínima de equipamentos e de construção das biofábricas, zelando pela qualidade dos bioinsumos ali produzidos.

No entanto, deve-se ter cuidado, pois a falta de regulamentação para biofábricas/produção *on farm* pode levar a uma redução na qualidade dos bioinsumos e a um impacto negativo na saúde humana e no meio ambiente. Da mesma forma, as propostas legislativas regulatórias dentro dessa temática devem ser cuidadosamente consideradas e avaliadas, uma vez que a insuficiência regulatória geraria incerteza regulatória e maiores riscos para a saúde e o meio ambiente (Xavier, 2022).

## CONCLUSÃO

Esta pesquisa está relacionada ao estudo do Programa Nacional de Bioinsumos, sua cadeia produtiva e a necessidade de aprimoramento da legislação. Com base na natureza documental, bibliográfica e qualitativa deste estudo. No início das últimas reflexões, onde relembra-se a motivação para iniciar esta pesquisa, foi pelo fato de que há alguns anos começou a se intensificar a ideia de reduzir ou aumentar o uso de bioinsumos nas lavouras, pela preocupação com a sustentabilidade e com o meio ambiente.

A pesquisa começou lentamente porque o tema bioinsumos era muito novo para esta pesquisadora. Durante a construção do aparato teórico (constituído pelo acervo bibliográfico e documental) foi possível compreender que bioinsumos são produtos, processos e/ou tecnologias desenvolvidas a partir de pesquisas relacionadas à observação de sinergias encontradas em flora e encostas, com grande destaque sobre fungos, bactérias e insetos. Os bioinsumos podem ser de origem vegetal, animal ou microbiana e destinam-se à utilização na produção, processamento e/ou armazenamento de produtos agrícolas. Eles são comumente usados para controlar pragas, facilitar a absorção de nutrientes, solubilizar fósforo, induzir resistência e preservar produtos agrícolas. São necessários para reduzir a necessidade ou dependência de produtos sintéticos (Xavier, 2022).

Do ponto de vista da pesquisa documental e das concepções teóricas de Xavier (2022) o Projeto Lei Nº 658/2021 tramita na Câmara dos Deputados e tem como foco a classificação, tratamento e produção de bioinsumos ou insumos agrícolas, e o Projeto de Lei nº 3.668/2021 tramita no Senado e tem como objetivo estabelecer um marco. situação legal para a produção de bioinsumos (especialmente para uso no controle/manejo biológico). Ambos propõem a padronização da produção, da responsabilidade técnica, da destinação, do controle comercial e do uso de insumos. No entanto, há necessidade de racionalizar e garantir os direitos das populações tradicionais que já utilizam/produzem bioinsumos no terreno (como os agricultores que cultivam/produzem alimentos biológicos). É importante destacar também que a legislação ainda carece de regulamentação quanto à produção conjunta de bioinsumos para uso próprio e de garantias quanto à segurança ambiental e à proteção da propriedade intelectual na produção em larga escala.

Do ponto de vista da pesquisa bibliográfica, constatou-se que ainda são necessárias muitas pesquisas entre universidades, empresas e agricultores para encontrar boas práticas e a adequada multiplicação e utilização de bioinsumos na propriedade. reconhecimento de sua eficiência e produtividade.

Assim, com o objetivo de demonstrar a evolução e a importância dos produtos orgânicos na produção de grãos do setor agrícola brasileiro, utilizados no país há décadas, dialogamos com os atos legais que criam o Programa Nacional de Bioinsumos em 2020, por meio do Decreto Federal nº 10.375, bem como a Lei Estadual nº 11.005/2020, que institui o Plano Nacional de Insumos Orgânicos e a Lei Federal nº 3.668/2021 e o Projeto de Lei Estadual nº 658/2021, ambos relacionados à classificação, processamento e produção de bioinsumos nas propriedades rurais (Xavier, 2022).

A necessidade de regular a produção e utilização de bioinsumos nas propriedades rurais, para que haja segurança jurídica aos produtores e poupança e maior produtividade, depende dos projetos de lei acima mencionados, bem como de um Manual de Boas Práticas de Fabricação, que regularizará o que vem sendo feito. Isso vem sendo feito há anos e constitui uma fonte inesgotável de sustentabilidade.

Através dos resultados deste estudo, confrontado com resultados de estudos anteriores, a exemplo do desenvolvido por Xavier (2022), foi possível perceber que a questão da biossegurança nas fazendas industriais certamente apresenta um senso de urgência em termos de tratamento por parte do governo e adoção de mecanismos e procedimentos de segurança pelos produtores. Portanto, as explorações pecuárias industriais devem ser registradas para monitorização, especialmente ao nível do seu funcionamento, para que os riscos para a saúde pública sejam reduzidos e o Estado possa desenhar políticas públicas adequadas às situações que surgem.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVAY, R. Desenvolvimento e instituições: a importância da explicação histórica. In: ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M.; ABRAMOVAY, R. **Razões e Ficções do Desenvolvimento**. São Paulo: Unesp/Edusp. 2001.

ABRAMOVAY, R. **Muito Além da Economia Verde**. São Paulo: Editora Abril. 2012. 248 p.

ABREU, L. S. D.; LAMINE, C.; BELLON, S. **Trajетórias da Agroecologia no Brasil: entre**

ABRUNHOSA, S. L. **Avaliação da contaminação de meios de cultura utilizados para produção “onfarm” de bioinseticida**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

AGRIANUAL. **2022**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2021.

ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. D. **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília -DF : Embrapa Informação Tecnológica, v. 1 - Produção e produtividade agrícola, 2008.

ALMEIDA FILHO, Agassiz. “Pressupostos do constitucionalismo ambiental”. **Revista de Informação Legislativa**. v. 53, 2016, p. 105-121.

ALVES, Alda Cristiane de Oliveira; SANTOS, André Luís de Sousa dos; AZEVEDO, Rose Mary Maduro Camboim de. Agricultura orgânica no Brasil: sua trajetória para a certificação compulsória. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2012. Disponível em: < [https://orgprints.org/id/eprint/22814/1/Alves\\_Agricultura%20org%C3%A2nica.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/22814/1/Alves_Agricultura%20org%C3%A2nica.pdf) > Acesso: 17 de set de 2023.

ALVES, E. R. D. A.; CONTINI, E.; GASQUES, J. G. **Evolução da Produção e Produtividade da agricultura brasileira**. [S.l.]: EMBRAPA, 2008. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153552/1/Evolucao-da-producao.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2023.

ALVES, E. R. D. A.; SOUZA, G. D. S. E.; MARRA, R. Papel da Embrapa no desenvolvimento do agronegócio. In: TEIXEIRA, E. C.; PROTIL, R. M.; LIMA, A. L. R. **A contribuição da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento do agronegócio**. Viçosa: UFV: Suprema, 2008. p. 125-172. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/149382/1/Papel-da-Embrapa-nodesenvolvimento-.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2023.

ALVES, E.; CONTINI, E.; HAINZELIN, E. Transformations de l'agriculture brésilienne et recherche agronomique. **Cahiers Agricultures**, v. 14, p. 19-24 2005. Disponível em: <<https://agritrop.cirad.fr/525140/>>. Acesso em: 12 set. 2023.

ANVISA. Nota Técnica n. 4/2021/SEI/GEAST/GGTOX/DIRE3/ANVISA. Brasília: [s.n.], 2021.

ARANTES, Antônio Carlos. **Projeto de Lei 3032/2021 - Institui a Política Estadual de Bioinsumos**. Assembleia Legislativa de Minas Gerais, 2021. Disponível em: <[https://www.almg.gov.br/atividade\\_parlamentar/tramitacao\\_projetos/texto.html?a=2021&n=3032&t=PL](https://www.almg.gov.br/atividade_parlamentar/tramitacao_projetos/texto.html?a=2021&n=3032&t=PL)> Acesso em: 20 out 2021

ARAÚJO, A. C. M. D.; GOUVEIA, L. B. Uma Revisão Sobre Os Princípios da Teoria Geral Dos Sistemas. **Estação Científica** - Juiz de Fora, n. 16, p. 14, Dezembro 2016.

ARIAS, D. et al. **Agriculture productivity growth in Brazil: recent trends and future prospects**. [S.l.]: World Bank Group Agriculture, 2017.

**ATLAS DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO**. Uma jornada sustentável. In: LOHBAUER, C.; ALBUQUERQUE, A. (Orgs). CropLife Brasil: São Paulo, 2021. 79 p.

BANCO DO BRASIL. **Agricultura de Baixo Carbono**. Agronegócio, 2021. Disponível em: <[https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-eservicos/credito/investir-em-sua-atividade/agricultura-de-baixo-carbono-\(abc\)#/](https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-eservicos/credito/investir-em-sua-atividade/agricultura-de-baixo-carbono-(abc)#/)>. Acesso em: 11 mar. 2023.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral de Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1977.

BETTIOL, W. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 341p.

BETTIOL, W. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação com bioinsumos. Bioinsumos na Cultura da Soja**, Cap. 1, Embrapa, 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1143066/bioinsumos-na-cultura-da-soja>>, acesso em: 21/03/2023.

BNDES. BNDES aprova crédito permanente ao setor de bioinsumos, fortalecendo desenvolvimento sustentável. BNDES O banco nacional do desenvolvimento, 2021. Disponível em: [https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-aprovacredito-permanente-ao-setor-de-bioinsumos-fortalecendo-desenvolvimentosustentavel!/ut/p/z0/tY\\_BTsMwDlafhUOOUaJRGBwrNgmxTVxAGrlMbutthsbuErfA2xNVn](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-aprovacredito-permanente-ao-setor-de-bioinsumos-fortalecendo-desenvolvimentosustentavel!/ut/p/z0/tY_BTsMwDlafhUOOUaJRGBwrNgmxTVxAGrlMbutthsbuErfA2xNVn). Acesso em 10 abr. 2023.

BNDES. Programa ABC. BNDES - O Banco Nacional do Desenvolvimento, 2022.

BOCATTI, C.R, FERREIRA, E., RIBEIRO, R.A .et al. Análise da qualidade microbiológica de inoculantes à base de Bradyrhizobium spp. e Azospirillum brasilense produzido “na fazenda” revela alta contaminação com microrganismos não-alvo. **Braz J Microbiol**, v. 53, p. 267-280, 2022.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é – o que não é**. 4. ed. Petrópolis/RJ: Vozes, 2015.

BONIS, M. et al. Comparative phenotypic, genotypic and genomic analyses of *Bacillus thuringiensis* associated with foodborne outbreaks in France. **PLoS ONE**, v. 16, n. 2, n. e0246885, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246885>>.

BORGES, I. V. V. “**Aplicação de multilocus sequence analysis (mlsa) para identificação de linhagens de Chromobacterium.**” 2018. Dissertação (Mestrado em Genética e biologia molecular) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

BORSARI, Amália Cristina Piazzentim; VIEIRA, Leila Campos. Mercado e perspectivas dos bioinsumos no Brasil. In: **Bioinsumos na cultura da soja** / Maurício Conrado Meyer... [et al.] editores técnicos -- Brasília, DF: Embrapa, 2022.

BOULLOSA, R. D. F.; PERES, J. L. P.; BESSA, L. F. M. Por Dentro do Campo: uma Narração Reflexiva dos Estudos Críticos em Políticas Públicas. **Revista Organizações & Sociedade**, v. 28, n. 97, p. 306-332, 2021.

BOULLOSA, R. D. F.; RODRIGUES, R. W. Avaliação e Monitoramento em Gestão Social: Notas Introdutórias. **Revista Interdisciplinar de Gestão Social**, v. 3, p. 145-176, set/dez 2014.

BOULLOSA, R. Por uma mirada ao revés nas políticas públicas: apresentação de um percurso de pesquisa. **Pensamento & Realidade**, v. 28, n. 3, 2013.

BRASIL, **Projeto de Lei n. 3668/2021**. [https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9456429&ts=1695909750235&disposition=inline&gl=1\\*zkysxg\\*\\_ga\\*MTM3ODEzMDk3OC4xNjU0NTYyMjk4\\*\\_ga\\_CW3ZH25XMK\\*MTY5NTk4ODM3MS4yLjEuMTY5NTk4ODQzMC4wLjAuMA..acesso em 20/9/2023](https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9456429&ts=1695909750235&disposition=inline&gl=1*zkysxg*_ga*MTM3ODEzMDk3OC4xNjU0NTYyMjk4*_ga_CW3ZH25XMK*MTY5NTk4ODM3MS4yLjEuMTY5NTk4ODQzMC4wLjAuMA..acesso em 20/9/2023)).

BRASIL. **Câmara DOS Deputados. Estado de Goiás**. Nota Técnica do Inct-MPCPAgro e do PL 658/2021. <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9028589&ts=1656603196022&disposition=inline> – acessado em 20/09/2023).

BRASIL. **Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 658/2021**. Dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos por meio do manejo biológico on farm; ratifica o Programa Nacional de Bioinsumos e dá outras providências. 2021.

BRASIL. **Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei n. 7.802**, de 11 de julho de 1989, Brasília, 04 Janeiro 2002.

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**. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, p.105, maio de 2020

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**, Diário Oficial da União, 13 mai 2020.

BRASIL. **Decreto nº 10.833, de 7 de outubro de 2021. Altera o Decreto n. 4.074**, de 04 de janeiro de 2002, 2021. Disponível em:

<[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/decreto/d10833.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/d10833.htm)>. Acesso em: 02 fev. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998**. In: \_\_\_\_\_ Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. [S.l.]: [s.n.], 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d2519.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2519.htm)>. Acesso em: 21 fev. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 6.913, de 23 de julho de 2009**. Acresce dispositivos ao Decreto no 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/decreto/d6913.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6913.htm)>. Acesso em: 02 fev. 2022.

BRASIL. **Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989**. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos r, Diário Oficial da União, 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7802.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm)>. Acesso em: 27 out. 2021.

BRASIL. **Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991**. Dispõe sobre a política agrícola, Brasília, 1991. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8171.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8171.htm)>. Acesso em: 04 fev. 2022.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Mapa bate recorde de registros de defensivos agrícolas de controle biológico, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-bate-recorde-de-registros-dedefensivos-agricolas-de-controle-biologico>>. Acesso em: 17 jul. 2023.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Novos produtos de baixo impacto para o controle de pragas têm registro publicado, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/novos-produtos-de-baixo-impactopara-o-controle-de-pragas-tem-registro-publicado>>. Acesso em: 26 jan. 2022.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. A Convenção sobre Diversidade Biológica (Cópia do Decreto Legislativo n. 2, de 5 de junho de 1992)**. Série Biodiversidade n. 1. Brasília: MMA. 2000.

BRASIL. Plano Plurianual 2020-2023. **Plano Plurianual 2020-2023, 2020-2023**. Disponível em: <<https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/planoplurianual-ppa>>. Acesso em: 04 fev. 2022.

BRASIL. **Resolução nº 1, de 5 de agosto de 2021**. Institui Grupo de Trabalho do Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento com a finalidade de propor o marco regulatório específico para bioinsumo, Brasília, 17 ago. 2023.

BUGGE, M. M.; HANSEN, T.; KLITKOU, A. What is the bioeconomy? A review of the literature. **Sustainability**, v. 8, n. 691, 2016.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **PL 658/2021. Dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos por meio do manejo biológico on farm; ratifica o Programa.**

CAMPOS, A. CHBAGRO, 2021, 2020. Disponível em: <<https://blog.chbagro.com.br/cenarioatual-e-futuro-do-mercado-de-controle-biologico>>. Acesso em: 08 jun. 2023.

CANAL RURAL. **Produção de insumos biológicos é tema de debate na Câmara.** CANAL RURAL, 2021. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/noticias/bioinsumos-e-temade-debate-na-camara/>>. Acesso em: 25 mai. 2023.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes. **O Princípio da sustentabilidade como Princípio estruturante do Direito Constitucional.** Revista de estudos politécnicos, v. 8, n. 13, p. 007-018, 2010.

CASTRO, J. P. S.; BENEDICTO, S. C.; SUGAHARA, C. R.; FILHO, C. F. S. Alternativas sustentáveis ao uso intensivo de agrotóxicos na agricultura brasileira. **Revista Grifos**, v. 28, n. 47. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22295/grifos.v28i47.4636>, acesso em março de 2023.

CEPEA. PIB do Agronegócio Brasileiro. 2022. <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso, abr. 2023.

CNA. Panorama do agro. A Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2021. Disponível em: . Acesso em: 29 Agosto 2023.

CODEX ALIMENTARIUS. Antimicrobial Resistance. Codex Alimentarius – International Food Standards, S.I. Disponível em: <<https://www.fao.org/fao-whocodexalimentarius/thematic-areas/antimicrobial-resistance/en/>>. Acesso em: 21 Agosto 2023.

CONCEIÇÃO-NETO, O. et al. Difficulty in detecting low levels of polymyxin resistance in clinical *Klebsiella pneumoniae* isolates: evaluation of Rapid Polymyxin NP test, Colisporin Test and SuperPolymyxin medium. **New Microbes and New Infections**, v. 36, p. 100722, 2020.

CONDRAF. **Plano Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2014.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). Propostas do sistema CNA para o Plano Agrícola e Pecuário 2022/2023; Brasília; 65 p. Disponível em: [https://www.cnabrazil.org.br/assets/images/PAP\\_2022\\_2023\\_WEB.pdf](https://www.cnabrazil.org.br/assets/images/PAP_2022_2023_WEB.pdf). Acesso em: 12 abr. 2023.

COSTA NETO, C. Agricultura sustentável, tecnologias e sociedade. In: CARVALHO COSTA, L. F et al. (Orgs.). **Mundo rural e tempo presente.** Rio de Janeiro: MAUAD, 1999. p. 301-320.

CUNHA, A. H. S. A biopirataria no Brasil: aspectos relevantes da Lei n. 13.123/2015 e o dever de proteção do Estado à biodiversidade. In: SCUR, L.; GIMENEZ, J. R.;

BURGEL, C. F. **Biodiversidade, Recursos Hídricos e Direito Ambiental**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2020.

DESSART, F. J.; HURLE, J. B.; BAVEL, R. V. Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policy-oriented review. **European Review of Agricultural Economics**, v. 46 (3), p. 417–471, 2019.

DIAKOSAWAS, D.; FREZAL, C. Bio-economy and the sustainability of the agriculture and food system: Opportunities and policy challenges. OECD Food, Agriculture and Fisheries, Paris, n. 136, 2019.

DILL, Ricardo Eugenio. **Bioinsumos na agricultura brasileira**: Alternativa biológica para uma agricultura ambientalmente sustentável. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ambiente e Sustentabilidade) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2022.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDOCEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds). Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 3-22. (Publication Number 35).

DOURADO, M.P. **Resistência da Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: noctuidae) a Spinosad no Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba. 2009.

DYE, T. R. **Understanding public policy**. 15. ed. [S.l.]: Pearson, 2017.

EHLERS, Eduardo. A agricultura alternativa: uma visão histórica. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.24, n. especial, p.231-262, 1994. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/ee/article/view/159171/154068>>. Acesso em: 15 de out de 2021.

EMATER. Associação Riograndense de empreendimentos de assistência técnica e extensão rural. Relatório socioeconômico da cadeia produtiva de leite no Rio Grande do Sul. 2017. Disponível em: <<http://biblioteca.emater.tche.br:8080/pergamumweb/vinculos/000006/00000679.pdf>>. Acesso em: jan. 2019.

EMBRAPA. **Controle Biológico de Pragas na Agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

EMBRAPA. Embrapa - Esclarecimentos Oficiais. Produção de microrganismos para uso próprio na agricultura (on-farm) - Esclarecimentos Oficiais, 2021.

EMBRAPA. **Fome zero e agricultura sustentável**: contribuições da Embrapa. Embrapa. Brasília, DF, p. Carlos Alberto Barbosa Medeiros. [et al.], editores técnicos. 2018.

EMBRAPA. **Visão 2030**: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF: [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+->

EMBRAPA. A Embrapa divulgou a divulgação sobre a produção de bioinsumos na fazenda. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/66275700/embrapa-divulga-recomendacoes-tecnicas-sobre-a-producao-de-bioinsumos-on-farm> Acesso em: 23/05/2022.

EMBRAPA. Avaliação da qualidade de biopesticidas à base de *Bacillus thuringiensis* no sistema “on farm”. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1116654/avaliacao-da-qualidade-de-biopesticidas-a-base-de-bacillus-thuringiensis-produzidos-em-sistema-on-farm> Acesso em: 23/05/2022.

EMBRAPA. VII Plano diretor da EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/66275700/embrapa-divulga-recomendacoes-tecnicas-sobre-a-producao-de-bioinsumos-on-farm> Acesso em: 20/09/2023.

EUROPEAN Commission. Economic challenges facing EU agriculture. Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization. An international consultation on integrated crop-livestock systems for development. Integrated Crop Management. 13, 1-63, 2020. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/images/iclscd/documents/crop\\_livestock\\_pr\\_ceedings.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/images/iclscd/documents/crop_livestock_pr_ceedings.pdf). <https://doi.org/10.2134/jeq2011.0076>

FARIA, R. D. S.; WANDER, A. E. Bioeconomia e agronegócio brasileiro - perspectivas e desafios do Programa Nacional de Bioinsumos. In: GIACOBBO, D. G.; FROTA, L. M.; (ORG.) **Agro: O Papel do Agronegócio Brasileiro nas Novas Relações Econômicas Mundiais**. Rio de Janeiro: Synergia, v. 1, 2021. Cap. 10, p. 164-177.

FEIDEN, A. Agroecologia: introdução e conceitos. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. (Ed.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005.

FERREIRA, Carlos Magri. **Fundamentos para a implantação e avaliação da produção sustentável de grãos**. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão. 2008.

FERREIRA, Gabriel Murad Velloso. **Governança e sua relação com a fidelidade em cooperativas**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

FRANCISCONI, E. J.; BONALDO, S. M. (2022). Controle biológico e alternativo no manejo de doenças em milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 5, p; 35124-35144.

GAAS. Grupo Associado de Agricultura Sustentável. Quem Somos, 2020.

GALA, P. A teoria institucional de Douglass North. **Revista de Economia Política**, v. 23, n 2, p. 276-292, 2003.

GAZZONI, D. L.; HUNGRIA, M. Produção on-farm de bioinsumos. **Revista Cultivar**, p. 56, Outubro 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLARE T, CARADUS J. et al. Have biopesticides come of age? **Trends Biotechnol**, v. 30, p. 250-255, 2012.

GLIESSMAN, S. Transforming food systems with agroecology. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, 40, n. 3, 2016. 187-189.

GOMES, Luciane da Silva. **Produção de Oliveiras e diversificação produtiva: Uma abordagem sobre o potencial estratégico para o desenvolvimento territorial**, 2018. 186f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais, Faculdade de Administração e Turismo e Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A. **Subsídio à Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxicos em Solos Agrícolas Brasileiros**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 5p. (Comunicado Técnico, 11). Disponível em: [http://www.cnpma.embrapa.br/download/comunicado\\_11.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/download/comunicado_11.pdf). Acesso em: 20 julho. 2021.

GOMES, R. C. O controle e a repressão da biopirataria no Brasil. **Jurisp. Mineira**, Belo Horizonte, v. 58, n° 183, p. 19-38, out./dez. 2007.

GOULET, F. Biological inputs and agricultural policies in South America: between disruptive innovation and continuity. **Perspective** - The CIRAD policy brief, Montpellier, v. 55, Maio 2021.

GOULET, F. Characterizing alignments in socio-technical transitions. Lessons from agricultural bio-inputs in Brazil. **Technology in Society**, 65, 2021.

GOVERNO de São Paulo. Programa de inovação e transferência de tecnologia em controle biológico (PROBIO), 2020. Disponível em: <<http://www.biologico.sp.gov.br/page/probio>>. Acesso em: 17 Janeiro 2021.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. New York: Mc Graw Hill, 2011.

HOWLETT, M.; RAMESH, M.; PERL, A. Studying public policy: policy cycles and policy subsystems. 4. ed. Canadá: Oxford University Press, 2020.

HUNGRIA M; CAMPO RJ; MENDES IC. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 80p. (2007) (Embrapa Soja. Documentos, 283).

IBGE. Indicadores de desenvolvimento sustentável. (2015) Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>. Acesso em mar. 2023.

IHS Markit. 2021. Riscos e impactos da produção *on farm* de bio defensivos. 08 set/2023.



IHS MARKIT. Annual new product introductions: Biological vs conventional. Disponível em: <https://ihsmarkit.com/research-analysis/biologicalsinnovation.html>. Acesso em 08 set. 2023.

IPEA. Cadernos ODS – ODS 2 - Fome zero e agricultura sustentável. IPEA. Brasília. 2019.

IPEA. Cenas – Bioeconomia: Moldando O Futuro Da Agricultura. In: \_\_\_\_\_ **Brasil 2035: cenários para o desenvolvimento**. Brasília: Ipea: Assecor, 2017. p. 320.

JANNUZZI, P. D. M. Mapa de Processos e Resultados como instrumento de especificação de pesquisas de avaliação e sistemas de indicadores de monitoramento de programas. In: \_\_\_\_\_ **Cadernos de Estudos - DESENVOLVIMENTO SOCIAL EM DEBATE**. Brasília: [s.n.], v. 27, 2016. p. 42-54.

JANUZZI, P. D. M. **Avaliação de programas públicos no Brasil: considerações sobre complexidade, valores públicos e critérios avaliativos**. ANPAD, 2021.

JORGE, D. M.; SILVA, F. A.; SOUSA, I. M. M. Regulamentação da pesquisa e do registro de produtos de controle biológico. In: \_\_\_\_\_ **Controle Biológico de Pragas da Agricultura**. 1. ed. Brasília: [s.n.], 2020. Cap. 14, p. 454-481.

JORGE, D. M.; SOUZA, C. A. V. D. O papel da regulamentação dos produtos de origem biológica no avanço da agroecologia e da produção orgânica no Brasil. In: SAMBUICHI, R. H. R., et al. **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília-DF: Ipea, 2017. p. 229-253.

JÚNIOR, Janary. Proposta regulamenta produção de bioinsumos por produtores rurais. Agência Câmara de Notícias, 2021. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/733585-proposta-regulamenta-producao-debioinsumos-por-produtores-rurais/>> Acesso: 13 de out. de 2021

KAMIYAMA, A. Cadernos de Educação Ambiental - Agricultura Sustentável. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, v. 13, 2014. Disponível em: <<http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cea/2014/11/13-agricultura-sustentavel1.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

LACEY, L.A; FRUTOS, R; KAYA, H.K; VAIL, P. Insect Pathogens as Biological Control Agents: do they have a future? **Biological Control**, v. 21, n. 3, p. 230-248, jul. 2001. Disponível em: Acesso em: 27 mai. 2022.

LANA, U. G. D. P. et al. Avaliação da qualidade de biopesticidas à base de *Bacillus thuringiensis* produzidos em sistema “on farm”. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas. 2019.

LANA, U. G. D. P. et al. Avaliação da qualidade de inoculantes à base de *Bacillus* para promoção de crescimento de plantas produzidos em sistema on farm. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 27. 2022.

LANA, Ubiraci Gomes de Paula. Químico, doutor em Genética, analista da Embrapa Milho e Sorgo e professor do Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM), Sete

Lagoas, MG. In: **Bioinsumos na cultura da soja** / Maurício Conrado Meyer... [et al.] editores técnicos -- Brasília, DF: Embrapa, 2022

LIMA, M. C.; ROCHA, S. A. **Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil**. Brasília: IBAMA, 2012.

LOPES, C. A. É possível produzir alimentos para o Brasil sem Agrotóxicos? **Ciência e Agricultura**, São Paulo, v. 69, n. 4, p. 52-55, out/nov 2017.

LORENCETTI, C.C. Produzir biológicos na propriedade pode ser econômico, mas exige extremo cuidado. Disponível em: <https://alfonsin.com.br/manejoproduzir-biologicos-na-propriedade-pode-ser-econmico-mas-exige-extremocuidado/> Acesso em: março 2021.

MAGALHÃES, D. M. et al. Semioquímicos no Controle de Pragas. In: ELIANA MARIA GOUVEIA FONTES, M. C. V.-I. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília-DF: Embrapa, 2020. Cap. 13, p. 510.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Projeções do Agronegócio - Brasil 2013/14 a 2023/24. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/ministerio/gestao-estrategica/projecoes-do-agronegocio>>. Acesso em: 09/2023.

MAPA. Programa Nacional de Bioinsumos – Nota Técnica, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/material-paraimprensa/pt/release-04-programanacionalbioinsumos>>. Acesso em: 02 set. 2023.

MARCHESE, A. M.; FILIPPONE, M. P. Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. **Rev. Agron. Noroeste Argent.** v. 38, n. 1, p. 9-21, 2018.

MAZARO, S. M. et al. **Desafios na adoção de bioinsumos. Bioinsumos na Cultura da Soja**, Cap. 4, Embrapa, 2022. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1143066/bioinsumos-na-cultura-da-soja> >, acesso em: 21 ago. 2023.

MEDINA, G. da S. Market share de empresas domésticas na cadeia produtiva da carne bovina no brasil. **Informe GEPEC**, v. 25, n. 1, p. 220–239, 2021.

MEYER,C,M.et al. **Bioinsumos na cultura da soja**.1 ed.Brasília, DF: Embrapa, 2022.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA) - Comitê Gestor Interministerial do Seguro Rural. Resolução nº 94, de 28 de junho de 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-94-de-28-de-junho-de-2022-411382873>. Acesso em: 9 mar. 2023.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo: 2016-2019. Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília, DF. 2016.

MISHRA, A. K.; KASIRAJ, R.; RAO, M. M.; RANGAREDDY, N. S.; JAISWAL, R. S.; PANT, H. C. Rate of transport and development of preimplantation embryo in the

superovulated buffalo (*Bubalus bubalis*). **Theriogenology**, v. 50, n. 4, p. 637-649, 1998.

MONNERAT, R. et al. **Produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de Bacillus**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília-DF, p. 34. 2018.

MONNERAT, R. et al. **Produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero Bacillus para uso na agricultura**. Brasília - DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020. 46 p.

MOORE, M. H. **Criando Valor Público** - Gestão Estratégica no Governo. Rio de Janeiro: Letras & Expressões, v. 1, 2003.

MORAES, R. F. D. **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória**. Rio de Janeiro: IPEA, 2019.

MORIN, E. **Cultura de massas no século XX: o espírito do tempo**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1977.

MOSCARDI, F. et al. Baculovirus pesticides: present state and future perspectives. In: AHMAD, L.; AHMAD, F.; PICHTEL, J. **Microbes and microbial technology agricultural and environmental applications**. London: Springer, 2011. p. 415-445.

MUELLER, B.; MUELLER, C. **The Economics of the Brazilian Model of Agricultural Development**. Oxford Rd, Manchester, M13 9PL: International Research Initiative on Brazil and Africa (IRIBA) - School of Environment, Education and Development, The University of Manchester, 2014.

MUELLER, B.; MUELLER, C. The political economy of the Brazilian model of agricultural development: Institutions versus sectoral policy. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 62, p. 12-20, 2016.

OECD. **Tools and ethics for applied Behavioural Insights: the BASIC Toolkit**. OECD Publishing. Paris. 2019.

OLIVEIRA, Loislaine Kassia da Silva, LOPES, Rogerio Santiago, SANTOS, Wilker Jose Caminha dos. Relevância do agronegócio na economia brasileira. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 16, e443111638493, 2022.

PARRA, J. R. et al. Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J. R. et al. (Org.) **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole. 2002.

PEDRAZZOLI, Danilo S.; HERRMANN, Gustavo R. Análise do Mercado de Defensivos Agrícolas Naturais. In: HALFELD-VIEIRA, Bernardo de Almeida, et al., editores técnicos. **Defensivos Agrícolas Naturais: Uso e Perspectivas**. Embrapa. Brasília, DF. 2016.

POSSENTI, Jean Carlos; MENEGHELLO, Géri Eduardo. Tratamento de sementes e sulco de semeadura. In: **Bioinsumos na cultura da soja** / Maurício Conrado Meyer... [et al.] editores técnicos -- Brasília, DF: Embrapa, 2022.

POZZETTI, V. C.; FERREIRA, M. J. N.; SILVA, A. S. Bioeconomia: A Economia do Futuro, sob a Ótica dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Percursos - ANAIS DO X CONBRADEC**, Curitiba, v. 06, n. 37, p. 346-363, 2020.

PUCSP. Enciclopédia Jurídica da PUCSP, tomo IV (recurso eletrônico): direito comercial / coords. Fábio Ulhoa Coelho, Marcus Elidius Michelli de Almeida - São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP), 2018.

RIBEIRO, Fernanda Silveira. Multiplicação de microrganismos On-farm: Regulamentação, potenciais e riscos. 2021.

RODRIGUES, R. W. S.; BOULLOSA, R. Uma Visão Conceitual da Atividade de Monitoramento e Sua Aplicação na área Social. SEGET - XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. **Gestão do conhecimento para a sociedade**. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2014.

SACHS, Ignacy. Estratégias de transição para o século XXI. In: VIEIRA, P. F. (Org.).

SANTOS, A. F. D. J.; DINNAS, S. S. E.; FREIRE, 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, 2020.

SCHULTZ, N., MORAIS, R. F. D., SILVA, J. A. D. et al. Avaliação agrônômica de variedades de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas e adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.261-268,2012.

SILVA, A. C. M. D. Biofertilizantes: estudo de opinião, tendência das pesquisas e legislação brasileira. Brasília, p. 79, 2021.

SIMONATO, J.; GRIGOLLI, J. F. J.; OLIVEIRA, H. N. de. Controle biológico de insetos-praga na soja. In: LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; GITTI, D. de C.; ROSCOE, R. (Ed.). **Tecnologia e produção: Soja 2013/2014**. Maracaju, MS: Fundação MS, 2014. p. 178-193.

SOLUBIO. Solubio. Solubio, 2021. Disponível em: <<https://www.solubio.agr.br/>>. Acesso em: 30 mar. 2022.

SOUSA JÚNIOR, J. C. de; ROCHA, L. L. da; OLIVEIRA, O. A. M.; PEIXOTO, R. M.; SILVA, R. M. da; ROCHA, F. R. T.; Bueno, C. P., GIONGO, P. R., & Klein, J. L. Sistemas Integrados de Produção Agropecuária: análise descritiva das ações desenvolvidas por instituições governamentais no Estado de Goiás. **Research, Society and Development**, v. 10, p. 1-10, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19414>.

SOUZA, D. C.; CARVALHO, N. A. T.; SOARES, J. G.; MONTEIRO, B. M.; MADUREIRA, E. H.; BARUSELLI, P. S. Effect of the presence of corpus luteum in lactating buffaloes on the response to the ovsynch protocol during the breeding season (preliminary results). **Animal Reproduction**, v. 12, n. 3, p. 629, July/Sept. 2015.

SOUZA, Tamires Saldanha de. **Oportunidades e desafios da biotecnologia na transição agroecológica no Cerrado: o caso da soja**. 2021. 90 f. TCC (Graduação)

- Curso de Engenharia Bioquímica, Tamires Saldanha de Souza, Lorena, 2021.

TAWFEIQ, Reshad. Do crescimento econômico ao desenvolvimento sustentável: considerações sobre a ideia de desenvolvimento. **Appl. Soc. Sci.**, Ponta Grossa, v. 29, p. 1-14, 2021.

TEIXEIRA, Samara Mileny Torres. Acompanhamento técnico do processo de multiplicação de bioinsumos on farm e seu controle de qualidade em fazendas no sul do Maranhão, 2022.

THEROND, O. et al. A new analytical framework of farming system and agriculture model diversities. A review. **Agron. Sustain. Dev.**, v. 37, 2017.

VALENTE, W.; CARDOSO, A.J.; MARTINS, M.T.S.; FILHO, S.M.; ZUANON, J.A.S. Acute salinity tolerance of juvenile platy, *Xiphophorus maculatus*. **Aquaculture Research**, v. 52, p.4394-4400, 2021.

VALICENTE, F. H. et al. Riscos à produção de biopesticida à base de *Bacillus thuringiensis*. Circular Técnica, Sete Lagoas, n. 239, p. 20, 2018.

VASCONCELOS, Y. Agrotóxicos da berlinda. **Pesquisa FAPESP**. n. 271. Set. p. 18-27. 2018.

VIDAL, M. C. et al. Bioinsumos: a Construção de um Programa Nacional pela Sustentabilidade do Agro Brasileiro. **Economic Analysis of Law Review**, Brasília, 12, n. 3, Set-Dez 2021. 557-574. Disponível em: <<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/EALR/article/view/12811>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

VIDAL, M. C.; HELLO, F. A.; MADEIRA, N. R. Segurança alimentar e alimentação saudável para todos. In: MEDEIROS, C. A., et al. **Fome Zero e Agricultura Sustentável**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2018. p. 25-32.

VIDAL, M. C.; SALDANHA, R.; VERISSIMO, M. A. A. Bioinsumos: o programa nacional e a sua relação com a produção sustentável. In: DIEGO MEDEIROS GINDRI, P. A. B. M. M. A. A. V. (.). **Sanidade vegetal: uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável**. 1. ed. [S.l.]: [s.n.], 2020. p. 382-409.

VIDAL, Mariane, C.; AMARAL, Daniela F. S.; NOGUEIRA, Joaquim D.; MAZZARO, Marcio A. T.; LIRA, Virginia, M. C. Bioinsumos: a Construção de um Programa Nacional pela Sustentabilidade do Agro Brasileiro. **Economic Analysis of Law Review**, v. 12, n. 3, p. 557-574, 2021.

VIDAL, Mariane, C.; SALDANHA, Rodolfo; VERISSIMO, Mario A. A. Bioinsumos: o programa nacional e a sua relação com a produção sustentável. In: GINDRI, Diego M., MOREIRA, Patrícia A.B., VERISSIMO, Mario A.A. (Org.) **Sanidade vegetal: uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável**. 1. ed. Florianópolis, SC: CIDASC, 2020. p. 382-409.

VILLELA, Felipe. O que é agricultura regenerativa? Um só planeta: Globo. Disponível em: < <https://umsoplaneta.globo.com/opiniao/columnas-e-blogs/felipevillela/post/2021/05/o-que-e-agricultura-regenerativa.ghtml> >. Acesso em: 25 de nov de 2021.

WALLENSTEIN, M. D.; BURNS, R. G.. Ecology of extracellular enzyme activities and organic matter degradation in soil: a complex community-driven process. In: DICK, R. P. (ed). **Methods of Soil Enzymology**. SSSA Book Series, n. 9. p. 35- 55. 2011.

WEISS, C. H. Evaluation: Methods for Studying Programs and Policies. 2a. ed. [S.l.]: Prentice Hall, 1997. WEISS, C. H. Have we learned anything new about the use of Evaluation? **American Journal of Evaluation**, v. 19, n. 1, p. 21-33, 1998.

WOODARD, K.; SOLLENBERGER, L.E. Broiler Litter vs. Ammonium nitrate as nitrogen source for bermudagrass hay production: yield, nutritive value, and nitrate leaching. **Crop Science**, v.51, n.3 p.1342-1352, 2011. Disponível em: <<https://www.crops.org/publications/cs/articles/51/3/1342>>. Acesso em: 02 jun. 2013. doi: 10.2135/cropsci2010.06.0342.