

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – LAGOA SECA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
BACHARELADO EM AGRONOMIA COM ÊNFASE EM AGROECOLOGIA**

BRUNO SILVA GUIRRA

BIOINSUMOS NA FRUTICULTURA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

**LAGOA SECA-PB
2023**

BRUNO SILVA GUIRRA

BIOINSUMOS NA FRUTICULTURA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Graduação em Agronomia com ênfase em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB – Campus II, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Costa Ferreira

Coorientadora: Profa. Dra. Rejane Maria Nunes Mendonça

**LAGOA SECA-PB
2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

G965b Guirra, Bruno Silva.
Bioinsumos na fruticultura [manuscrito] : uma revisão bibliográfica / Bruno Silva Guirra. - 2023.
35 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2023.

"Orientação : Prof. Dr. Thiago Costa Ferreira, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais - CCAA. "

"Coorientação: Profa. Dra. Rejane Maria Nunes Mendonça , UFPB - Universidade Federal da Paraíba"

1. Produtos biológicos. 2. Bioestimulante. 3. Biodefensivos.
4. Biofertilizantes. I. Título

21. ed. CDD 630

BRUNO SILVA GUIRRA

BIOINSUMOS NA FRUTICULTURA: UMA REVISÃO DE BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Graduação em Agronomia com ênfase em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB - Campus II, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 28 / 11 / 2023

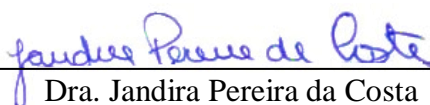
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Thiago Costa Ferreira (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Francisco Edson Paulo Ferreira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Dra. Jandira Pereira da Costa
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente a Deus por me conceder as condições necessárias para concluir mais uma etapa em minha breve jornada. Sem Sua orientação, eu estaria perdido, sem saber qual direção tomar ou aonde chegar.

Minha gratidão se estende à minha querida família, com ênfase especial em meus pais, Creuza Guirra e Eliezer Guirra, que são os pilares da minha vida e os verdadeiros responsáveis pelos meus diplomas mais valiosos. Agradeço também à minhas irmãs, Keylan Guirra e Eliocy Guirra, e aos meus irmãos, Marcel Guirra, Elielton Guirra e Gilberto Nunes, por sempre acreditarem em meu potencial e me colocarem como uma prioridade em suas vidas. Ao meu cunhado José Eduardo e às minhas queridas cunhadas, Mônica e Sula, expresso minha profunda gratidão por também fazerem parte deste processo de formação.

À Universidade Estadual da Paraíba - Campus II, meu sincero agradecimento por me proporcionar a oportunidade de cursar o Bacharelado em Agronomia com ênfase em agroecologia. Sem essa instituição, essa jornada não seria possível.

Não posso deixar de expressar minha gratidão ao professor Thiago Costa Ferreira, meu orientador, pela valiosa contribuição e pela paciência que teve comigo ao longo deste trabalho. À professora Rejane Maria Nunes Mendonça, minha coorientadora, agradeço a parceria e dedicação que ofereceu ao longo desse percurso. Muito obrigado a ambos!

Também quero estender meus agradecimentos a todos que de alguma forma participaram deste processo, desde a sua concepção até o momento presente. Meus amigos e companheiros de jornada, verdadeiros guerreiros que estiveram ao meu lado, merecem meu reconhecimento especial: Talita Ferreira, Eudes Silva, Jandira Pereira, Josinaldo Gomes, Daniela Melo, André Januário, André Cajuí, Lucas Cerqueira, Bruno da Silva e Cíntia Pereira. Suas contribuições foram inestimáveis.

Que todos saibam o quanto suas presenças e apoio significaram para mim ao longo desta jornada. Estou profundamente grato por cada um de vocês e por todas as bênçãos que me permitiram chegar até aqui.

Muito Obrigado!

*“Passou a fase da agricultura de produtos
para a fase da agricultura de conhecimento.”*

Dirceu Gassen

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2.METODOLOGIA.....	11
3.REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1.PROGRAMA NACIONAL DE BIOINSUMOS.....	12
3.2. PRODUTOS COMERCIAIS A BASE DE BIOINSUMOS	12
3.2.1. BIOESTIMULANTES	13
3.2.2. DEFENSIVOS BIOLÓGICOS.....	14
3.2.2.1.BIOINSETICIDAS.....	15
3.2.2.1.1. <i>Beauveria bassiana</i> (Boveril Wp Pl63).....	15
3.2.2.1.2. <i>Bacillus thuringiensis</i> (DIPEL WG).....	16
3.2.2.2.BIOFUNGICIDAS.....	17
3.2.2.2.1. <i>Bacillus subtilis</i> (Serenade Max).....	18
3.2.2.2.2 <i>Trichoderma</i> spp.(Quality WG).....	18
3.2.3. BIOFERTILIZANTES.....	20
3.2.3.1.Soil-Set™.....	20
3.2.4.REVESTIMENTOS NA PÓS-COLHEITA: NOVAS TECNOLOGIAS.....	21
3.3. RETRATO DO MERCADO DE BIOINSUMOS NO BRASIL	24
3.3.1. FOMENTO E CRÉDITO PARA BIOINSUMOS.....	25
3.4. SUSTENTABILIDADE E IMPACTOS DOS BIOINSUMOS NO SISTEMA PRODUTIVO AGRÍCOLA.....	26
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERENCIAS.....	28

RESUMO

No mercado brasileiro, nos últimos cinco anos, tem sido constatado um aumento significativo nas ações governamentais para impulsionar o desenvolvimento e a pesquisa com os insumos biológicos. Esses insumos, de origem biológica ou natural, têm ganhado destaque como alternativas na Produção Integrada de Frutas. Neste contexto, o objetivo deste estudo consistiu em compilar e apresentar informações abrangentes acerca da aplicação de bioinsumos na fruticultura, abordando os principais agentes biológicos, seus mecanismos de ação e as projeções no mercado brasileiro. Em relação a referida pesquisa foram observados os tipos de bioinsumos, com destaque para os bioestimulantes, biofertilizantes, biodefensivos e revestimentos na pós-colheita. Esses produtos conferem diversos benefícios às culturas, promovendo crescimento e desenvolvimento, bem como melhorando os mecanismos de defesa às intempéries agroclimáticas e fitossanitárias. Nesse cenário, o mercado de bioinsumos no Brasil está prosperando, impulsionado pelo desejo de aumentar a produtividade na fruticultura e pela crescente necessidade de práticas agrícolas sustentáveis. Este setor oferece uma gama de tecnologias que se baseiam em materiais biológicos, como os extratos de vegetais ou de microrganismos. Isso contribui para aprimorar a qualidade do solo e controlar pragas sem expor o meio ambiente e os trabalhadores a substâncias tóxicas. Além disso, é relevante destacar que a incorporação de bioinsumos na gestão de pomares eleva a competitividade dos produtos nos mercados nacional e internacional, assegurando a produção de alimentos seguros e de alta qualidade. Por fim, no âmbito da fruticultura e bioinsumos, as pesquisas podem direcionar-se à otimização da eficácia, ao estudo das interações com diversas variedades de frutas e à promoção de práticas sustentáveis para aprimorar o crescimento, a qualidade da colheita e sua pós-colheita.

Palavras-Chave: produtos biológicos; bioestimulante; biofertilizantes; biodefensivos.

ABSTRACT

In the Brazilian market, in the last five years, there has been a significant increase in government actions to contribute to the development and research with biological inputs. These inputs, of biological or natural origin, stand out as alternatives in Integrated Fruit Production. In this context, the objective of this study is to compile and present comprehensive information on the application of bioinputs in fruit growing, addressing the main biological agents, their mechanisms of action and projections in the Brazilian market. In relation to this research, the types of bioinputs were presented, with emphasis on biostimulants, biofertilizers, biodefenses and post-harvest coatings. These products provide diverse benefits to crops, promoting growth and development, as well as improving defense mechanisms against agro-climatic and phytosanitary adverse conditions. In this scenario, the bioinputs market in Brazil is thriving, driven by the desire to increase productivity in fruit farming and the growing need for sustainable agricultural practices. This sector offers a range of technologies that are based on biological materials, such as plant or microorganism extracts. This contributes to improving soil quality and direct control without exposing the environment and workers to toxic substances. Furthermore, it is important to highlight that the incorporation of bioinputs in orchard management increases the competitiveness of products in national and international markets, ensuring the production of safe and high-quality food. Finally, within the scope of fruit growing and bio-inputs, research can be directed towards optimizing effectiveness, studying interactions with different varieties of fruit and promoting sustainable practices to improve growth, harvest quality and its post-production-harvest.

Keywords: biological products; biostimulant; biofertilizers; biodefensive.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos cinco anos, observou-se um crescimento notável nas iniciativas governamentais voltadas para impulsionar a pesquisa e a comercialização de bioinsumos, substâncias biológicas (como fungos, bactéria e vírus) e naturais (extratos e compostos derivados). Dentre essas substâncias, os microrganismos benéficos para as plantas assumem uma posição de destaque, sendo reconhecidos como agentes que contribuem significativamente para melhorias da sanidade vegetal sem causar impactos adversos ao meio ambiente (GOULET; HUBERT, 2020). Tais políticas públicas têm sido implementadas para incentivar o desenvolvimento desses bioinsumos, incluindo o Programa Nacional de Bioinsumos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, ao qual tem como foco aproveitar a biodiversidade do país para estimular a pesquisa, produção e uso de produtos biológicos em diversas culturas agrícolas (BRASIL, 2020).

O maior aporte da pesquisa e desenvolvimento dos bioinsumos tem sido voltado para grandes culturas, como soja e milho, mas existe uma crescente busca de produtos para a fruticultura, devido à sua importância e representatividade na produção agrícola brasileira (EMBRAPA, 2015). Os bioinsumos representam uma promissora ferramenta para aprimorar a agricultura, proporcionando uma redução significativa de custos e impactos ambientais, ao mesmo tempo que diminuem a dependência de insumos sintéticos. Esses exercem uma influência positiva no crescimento, desenvolvimento e respostas metabólicas decorrentes da interação entre as plantas cultivadas e o ambiente. Entre os produtos utilizados como bioinsumos destacam-se os bioestimulantes, biofertilizantes e biodefensivos, os quais já encontram aplicação bem-sucedida no setor comercial da fruticultura (EMBRAPA, 2015).

Apesar da crescente adoção de bioinsumos no setor frutícola, observa-se uma considerável dependência de fungicidas sintéticos. Essa preferência por agentes químicos se deve, em parte, à sua ação mais imediatista, mesmo diante da exigência (conforme recomendação) de diversas aplicações desses produtos nas culturas agrícolas (FISCHER et al., 2018). A adoção dos bioinsumos emerge como uma alternativa ao uso de produtos sintéticos. Atualmente, estão sendo estudadas abordagens, especialmente no que diz respeito à logística, armazenamento e diferentes modos de aplicação, visando beneficiar especificamente o setor frutícola (CORREA-PACHECO et al., 2017; MEINDRAWAN et al., 2018; IÑIGUEZ-MORENO et al., 2021).

Nessa perspectiva, é importante ser descrito que o mercado de bioinsumos no Brasil tem ganhado força devido à necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis e ao desejo de aumentar a produtividade no setor frutícola. O mercado doméstico faturou US\$ 820 milhões na safra 2022/23, 52% mais que no ciclo 2021/22 (US\$ 547 milhões), enquanto o mercado global atingiu US\$ 11 bilhões para América Latina (Dados: Spark Inteligência Estratégica, 2023). Contudo, esse mercado ainda enfrenta obstáculos para se consolidar. Alguns desses entraves incluem a falta de conhecimento dos produtores sobre essa tecnologia e questões regulatórias agropecuária (AGÊNCIA SENADO, 2023). Até ano de 2021, os bioinsumos eram regulamentados por leis criadas para agroquímicos e fertilizantes (Decreto 4.047/02), sem diretrizes específicas para essa categoria de produtos (CASTELLANOS, 2021).

Dado o amplo espectro de funções desempenhadas pelos bioinsumos, bem como a carência de regulamentação específica e a urgência em aprimorar sua base legal, atualmente estão em tramitação dois projetos de leis (Lei nº 658/2021 e Lei nº 3668/2021) que dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos por meio do manejo biológico *on farm*, e, propõe a regulamentação de uso na agropecuária (AGÊNCIA SENADO, 2023).

Frente ao exposto, o objetivo deste estudo consistiu em compilar e apresentar informações abrangentes acerca da aplicação de bioinsumos na fruticultura, abordando os principais agentes biológicos, seus mecanismos de ação e as projeções no mercado brasileiro.

2.METODOLOGIA

A condução da presente revisão de literatura envolveu uma pesquisa abrangente em diversas fontes de informação, caracterizada como um método qualitativo de natureza exploratória, incluindo as renomadas bases de dados acadêmicas do Periódico Capes, ResearchGate, *Scielo* e Google Scholar. Adicionalmente, foram consultados bancos de teses e dissertações, bem como sites governamentais relevantes, a fim de abranger a mais ampla gama de conhecimento disponível no campo da agricultura sustentável e fruticultura.

Para identificar estudos pertinentes, utilizou-se uma seleção criteriosa de termos-chave, que incluem: "bioinsumos", "bioestimulantes", "biofertilizantes", "biodefensivos" e "produtos biológicos na fruticultura".

Vale ressaltar que não foram impostas restrições quanto à data de publicação ou ao idioma dos estudos, garantindo, assim, uma abordagem aberta e inclusiva para a coleta de informações relevantes.

3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. PROGRAMA NACIONAL DE BIOINSUMOS

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento lançou o Programa Nacional de Bioinsumos por meio do Decreto 10.375 de 27 de maio de 2020. Esse programa é parte da visão de bioeconomia do ministério, que visa promover o acesso, desenvolvimento e uso sustentável da rica diversidade biológica do país. Ele tem como objetivo impulsionar inovações tecnológicas e proporcionar benefícios econômicos e qualidade de vida tanto para os produtores em todas as fases da produção agropecuária, quanto para a sociedade em geral (BRASIL, 2020).

Conforme destacado por Mariane Vidal, coordenadora do programa de Bioinsumos do Ministério da Agricultura, a iniciativa foi lançada em resposta à crescente demanda da sociedade, destacando-se dois públicos específicos: consumidores e produtores rurais. Ambos buscam insumos e produtos com menor impacto econômico e ambiental, proporcionando benefícios significativos para todo o setor agropecuário brasileiro (BRASIL, 2020).

No contexto da primeira etapa do programa, foi criado o aplicativo "Bioinsumos," disponível para dispositivos iOS e Android, por meio de uma colaboração com a Embrapa Informática Agropecuária. Sua finalidade é simplificar o acesso a produtos de origem biológica recomendados para nutrição, controle de pragas e doenças. Diferentemente do Agrofit, que categoriza produtos de acordo com a cultura, este aplicativo possibilita a busca de produtos com base na praga que se deseja controlar (VIDAL et al., 2021).

3.2. PRODUTOS COMERCIAIS A BASE DE BIOINSUMOS

Os bioinsumos abrangem uma ampla variedade de produtos, incluindo inoculantes, bioestimulantes, biofertilizantes e defensivos biológicos, estes formulados com microrganismos benéficos ou extratos vegetais para o controle de pragas e doenças. Essa categoria também inclui produtos fitoterápicos e tecnologias com componentes biológicos, utilizados para diversas finalidades, como o tratamento de plantas e animais, além de aplicações no processamento pós-colheita (VIDAL et al., 2021).

De acordo com a sua composição, alguns bioprodutos contêm aminoácidos como o principal ingrediente ativo, o que beneficia as plantas ao facilitar a absorção de água e

nutrientes (RODRIGUES et al., 2015). Em fruteiras de clima temperado, por exemplo, tem se tornado comum o uso de aminoácidos para proteger as gemas e frutos contra os danos causados pelas geadas, além de melhorar a eficácia de fungicidas específicos no controle de doenças (BRANCO et al., 2018; MEDEIROS et al., 2018).

Produtos à base de *Bacillus* sp. são amplamente empregados durante o período de floração e pré-colheita, visando reduzir a incidência de podridão de frutos na fase pós-colheita. Esses produtos possuem a capacidade de afetar os fitopatógenos de várias maneiras, incluindo antibiose, competição por recursos e ativação do sistema de defesa das plantas. A transição em direção à substituição de insumos agrícolas prejudiciais à saúde pública e ao meio ambiente exige, de maneira fundamental, a adoção do controle biológico, que é definido como o uso de organismos vivos para suprimir a população de uma praga específica, tornando-a menos abundante ou menos danosa (EMBRAPA, 2018).

Atualmente, no Brasil, bactérias promotoras de crescimento de plantas são utilizadas em cerca de 40 milhões de hectares, e produtos para o controle biológico de pragas são aplicados em mais de 10 milhões de hectares. Para se ter uma ideia, o uso de insumos biológicos gera uma economia anual de aproximadamente US\$ 13 bilhões para o Brasil, graças ao processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), exclusivamente na cultura de soja. Além disso, há uma economia de cerca de R\$ 165 milhões decorrente da aplicação de produtos para controle biológico de pragas (SOARES, 2022).

3.2.1. BIOESTIMULANTES

Bioestimulantes vegetais são produtos de origem biológica, incluindo microrganismos, que quando aplicados nas plantas ou no solo (raízes) estimulam processos fisiológicos promovendo um melhor desempenho da planta, com aumento do crescimento, produção, maior tolerância aos estresses (bióticos e abióticos), além de promover aumento na qualidade do produto. Portanto, a definição de bioestimulantes vegetais está fortemente ligada às mudanças nas funções fisiológicas das plantas. O bioestimulante é considerado, dessa forma, um atenuador de estresse abiótico, pois auxilia nos processos fisiológicos das plantas, garantindo sua sobrevivência em ambientes desfavoráveis (RICCI et al., 2019).

Os extratos de algas (AEs) são os principais bioestimulantes vegetais disponíveis no mercado (DU et al., 2015), sendo a alga marrom *Ascophyllum nodosum* a espécie mais utilizada, tendo efeitos no crescimento e na produtividade de muitas culturas, além de também melhorar a qualidade dos frutos. Outra alga também amplamente utilizada

é a *Ecklonia maxima*, que se mostrou eficaz na melhoria do crescimento de plantas e tem apresentado resultados positivos quanto a qualidade de frutos (ROUPHAEL et al., 2017; KULKARNI et al., 2019).

Outro tipo de bioestimulante de plantas amplamente utilizado na agricultura se constituem de Hidrolisados de proteína (PHs). Estes hidrolisados são misturas complexas de oligo e polipeptídeos mais aminoácidos, que variam em sua composição e proporção dependendo da fonte de proteína e do método de hidrólise (SCHAAFSSMA, 2009). Os PHs parecem melhorar a nutrição das plantas e a qualidade das frutas e vegetais (PARRADO et al., 2007). No estudo conduzido com oliveiras jovens da cultivar Leccino, em que se aplicou bioestimulantes à base de hidrolisados de proteínas, os resultados apontaram para um significativo incremento no crescimento das plantas em relação ao grupo de controle (ALMADI et al., 2020).

Várias pesquisas mostram que os bioestimulantes de plantas podem melhorar a qualidade dos frutos. O Synchron[®] é um bioestimulante para a indução da brotação e floração para locais onde o requerimento do frio da espécie ou cultivar não é satisfatório para a antecipação da floração. É composto de substâncias naturais com ação bioestimulante da brotação, como o ácido glutâmico, que atua no transporte de nitrogênio na planta, e de agentes osmoprotetores e crioprotetores, como polina e serina (PETRI et al., 2016). Guimarães et al. (2015) afirmaram que o uso do bioestimulante Root[®] favoreceu o crescimento e desenvolvimento das mudas de acessos de mamoeiro. Para Ribeiro et al. (2017), a utilização de bioestimulante na produção de mudas de uva da cv. *Crimson seedless* é uma ferramenta importante para a produção de mudas com qualidade.

Os resultados da utilização de bioestimulantes em plantas podem variar devido a diversos fatores, como a composição do produto, a forma de aplicação e a dose empregada. A resposta da planta também depende do estágio fenológico, do estado nutricional, das condições ambientais e da espécie (RICCI et al., 2019). Isso significa que um mesmo bioestimulante vegetal pode produzir resultados distintos na mesma espécie. Essa variação entre os estudos ressalta a falta de padronização na avaliação dos efeitos e da eficácia dos bioestimulantes de plantas.

3.2.2. DEFENSIVOS BIOLÓGICOS

O controle biológico surge como uma alternativa eficaz aos agrotóxicos, oferecendo uma abordagem sustentável para o manejo de pragas e doenças, e mitigando os danos

associados ao uso excessivo de produtos químicos. Para isso, é muito importante que os produtores estejam cientes dessas vantagens para sua viabilidade e adoção. Os benefícios incluem a garantia da segurança dos trabalhadores, a preservação ambiental, a eliminação do período de espera entre aplicação e colheita, o direcionamento preciso para os organismos-alvo e a capacidade dos agentes biológicos de permanecerem na colheita indefinidamente em condições adequadas (BARBOSA et al., 2017).

Ademais, os métodos de controle biológico são ecologicamente corretos, não gerando poluição, e apresentam-se como opções economicamente acessíveis. Entretanto, enfrentam limitações, como a disponibilidade de cepas eficazes, desafios na comercialização de produtos com organismos vivos, período de atividade limitado, falta de conscientização entre os agricultores e pessoal inexperiente, além do alto custo inicial da produção (KAWALEKAR, 2013).

3.2.2.1. BIOINSETICIDAS

Os bioinseticidas desempenham um papel fundamental na proteção das plantações contra pragas, em contraste com os pesticidas químicos convencionais, eles têm uma composição baseada em microrganismos ou compostos derivados destes, o que resulta em um menor impacto ambiental. Esses agentes microbiológicos podem ser divididos principalmente em três categorias, incluindo formulações à base de fungos, vírus, nematoides e bactérias. (EMBRAPA, 2007).

As vantagens substanciais desses produtos incluem sua menor toxicidade e a capacidade de direcionar-se apenas às pragas específicas. Além disso, eles podem ser empregados em concentrações reduzidas e se degradam rapidamente, contribuindo para a redução do uso de agrotóxicos e minimizando seu impacto no meio ambiente. O uso eficaz de bioinseticidas demonstra uma notável eficiência na diminuição das populações de pragas-alvo, graças à sua especificidade (BRAVO et al., 2007).

3.2.2.1.1. *Beauveria bassiana* (Boveril Wp Pl63)

O Boveril Wp Pl63 é um produto à base do fungo *Beauveria bassiana*, que ataca larvas, pupas e adultos de insetos. Sua fórmula contém 50 g kg⁻¹ de *Beauveria bassiana* e 950 g kg⁻¹ de outros ingredientes. Ele infecta os insetos, levando à colonização completa em cerca de 72 horas, resultando na morte deles e cobrindo-os com um micélio branco. A aplicação é líquida, usando pulverizadores, tratorizados ou tracionados, seguindo as

instruções do rótulo. Recomenda-se duas aplicações com intervalos de 7, 10 ou 21 dias, em volumes de calda de 150 a 250 L ha⁻¹ e 0,5; 0,75; ou 1 kg ha⁻¹. A aplicação é mais eficaz no final da tarde ou em dias nublados, com temperatura entre 25 e 35°C e umidade acima de 60% (AGROLINK, 2023).

Quanto ao manuseio, é crucial transportar o Boveril Wp Pl63 em condições refrigeradas. Se armazenado a temperatura ambiente (24 - 26 °C), sua validade é de 120 dias. No entanto, a validade pode ser estendida para 180 dias se armazenado em refrigeração a 0 - 4 °C, e até 365 dias a -12 a -4 °C. Embora não seja registrado para a cultura da banana, estudos demonstraram que o uso desse bioinseticida na bananicultura é eficaz no controle do moleque da bananeira (*Cosmopolites sordidus*). A pesquisa de Moreira et al. (2017) revelou que o fungo *B. bassiana* foi mais eficaz no controle de *C. sordidus*, especialmente em concentrações mais altas, como 10, 15 e 20 g L⁻¹, mostrando adaptação às condições climáticas da região de estudo (BRASIL, 2016).

3.2.2.1.2. *Bacillus thuringiensis* (DIPPEL WG)

O DIPPEL WG é um inseticida biológico que se baseia em *Bacillus thuringiensis* (Bt) e desempenha um papel essencial na patogenicidade de insetos. Isso ocorre porque ele produz exoenzimas, incluindo quitinases e proteases, que são liberadas pela bactéria e provocam a ruptura da membrana peritrófica, permitindo que as endotoxinas atinjam o epitélio intestinal (SAMPSON; GOODAY, 1998). Além disso, os esporos de *B. thuringiensis* também contribuem para sua toxicidade, pois podem germinar no interior do inseto-alvo, causando septicemia (RAYMOND et al., 2008).

No estudo realizado por Morandi-Filho et al. (2007) com o uso do Dipel® contra *Argyrotaenia sphaleropa*, foi observada uma taxa de mortalidade de 91% após 72 horas de imersão das folhas de videira. Em outro experimento conduzido por Lima et al. (2009), a combinação de inseticidas à base de "nim" e *Bacillus thuringiensis* demonstrou resultados promissores no controle da Lagarta militar (*Spodoptera frugiperda*) em ambientes de casa-de-vegetação e campo. Monteiro e Souza (2010) também constataram a eficácia do *Bacillus thuringiensis kurstaki* no controle da Lagarta-enroladeira (*Bonagota salubricola*) em um pomar de macieira.

O DIPPEL WG é um inseticida registrado no MAPA, recomendado em diversas culturas devido à sua eficácia no controle de várias pragas agrícolas (Tabela 1). Na cultura do abacaxi, a aplicação começa no início do surgimento da inflorescência, cerca de 40 dias

após a indução floral forçada, com pulverizações a cada 15 dias até o fechamento das últimas flores, aproximadamente 80 dias após a indução floral forçada. Em citros, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) é recomendado, com inspeções visuais em 1% da população de plantas por talhão, e o controle é acionado quando até 10 frutos/talhão apresentam sintomas de ataque do Bicho-furão (ADAPAR, 2020).

Tabela 1- DIPEL WG no controle de insetos.

Culturas	Nome Científico	Nome Popular	Dosagem(p.c.)
Todas as culturas com ocorrência do alvo biológico	<i>Alabama argillacea</i>	Curuquerê	700g ha ⁻¹
	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Lagarta da soja	250 a 300g ha ⁻¹
	<i>Argyrotaenia sphaleropa</i>	Lagarta das fruteiras	50 a 75g 100L ⁻¹ de água
	<i>Diaphania nitidalis</i>	Broca dos frutos	500 a 700g ha ⁻¹
	<i>Diatraea saccharalis</i>	Broca do colmo	750g ha ⁻¹
	<i>Ecdytolopha aurantiana</i>	Bicho furão	25 a 37,5 g 100L ⁻¹ de água
	<i>Erinnyis ello</i>	Mandarová	500 a 700g ha ⁻¹
	<i>Grapholita molesta</i>	Mariposa oriente	100g 100L ⁻¹ de água
	<i>Helicoverpa armigera</i>	Helicoverpa	500 a 700g ha ⁻¹
	<i>Manduca sexta paphus</i>	Mandarová do fumo	500 a 700g ha ⁻¹
	<i>Plutella xylostella</i>	Traças das crucíferas	100 a 125g 100L ⁻¹ de água
	<i>Pseudoplusia includens</i>	Lagarta-falsa-medideira	300 a 400 g ha ⁻¹
	<i>Strymon basalides</i>	Broca do fruto	100 a 125g ha ⁻¹
<i>Tuta absoluta</i>	Traça do tomateiro	750 a 1000g ha ⁻¹	

p.c.: produto comercial

(*)Produto com eficiência comprovada para as culturas: Abacaxi, Algodão, Cana-de-açúcar, Citros,Feijão, Fumo, Maçã, Mandioca, Melão, Repolho, Soja, Tomate e Uva.

Fonte: agrolink, 2023.

3.2.2.2. BIOFUNGICIDA

Os biofungicidas representam uma alternativa altamente vantajosa em comparação aos fungicidas sintéticos, permitindo sua aplicação em qualquer estágio do desenvolvimento da cultura, incluindo o dia da colheita. Essa flexibilidade elimina a necessidade de um intervalo de segurança (IHARA, 2017; AGRO BAYER, 2021).

Na fruticultura, dois gêneros de agentes biológicos ganham destaque como biofungicidas: *Bacillus* spp. e *Trichoderma* spp. Esses microrganismos desempenham papéis cruciais na proteção das plantas contra doenças fúngicas, proporcionando uma abordagem

sustentável e eficaz para o manejo fitossanitário (GULERIA et al., 2016; THAMBUGALA et al., 2020).

As espécies do gênero *Bacillus* spp. têm sido extensivamente estudadas e aplicadas, distinguindo-se pela capacidade de promover o crescimento das plantas e pelo potencial eficaz no biocontrole de doenças que afetam diversas culturas agrícolas de importância significativa (GULERIA et al., 2016). Essa relevância é particularmente notável no contexto do manejo de doenças causadas pelo patógeno *Fusarium oxysporum*.

Os fungos do gênero *Trichoderma* spp. destacam-se como promissores agentes biofungicidas, sendo amplamente utilizados no combate a diversos patógenos que afetam raízes, folhas e frutos na pós-colheita. O sucesso desses fungos na supressão de agentes fitopatogênicos é resultado de uma combinação única de características, incluindo capacidade de crescimento, elevada taxa reprodutiva, especificidade para o alvo, eficiente assimilação de nutrientes, tolerância a condições bióticas e abióticas diversas, capacidade de modular o ambiente rizosférico e indução de mecanismos de defesa nas plantas (ZIN; BADALUDDIN, 2020; THAMBUGALA et al., 2020).

3.2.2.2.1. *Bacillus subtilis* (Serenade® Max)

O Serenade® Max, desenvolvido pela Bayer, é um produto de origem natural à base de *Bacillus subtilis* cepa QST 713, apresentado na forma de pó molhável contendo 15,67% (p/p) de *Bacillus subtilis* QST 713. Este produto é formulado para controlar efetivamente doenças causadas por fungos ou bactérias em diversas culturas, tais como morangos, banana, manga, abacate, caju, caqui, uvas, goiaba e mamão. Destaca-se por seus quatro modos de ação: criação de zona de inibição na folha, secreção de lipopeptídeos antagonistas, indução de resistência sistêmica na planta por meio da peroxidase e afetação do crescimento micelial, modificando as membranas dos patógenos (AGRO BAYER, 2021).

Certificado pela BioGro para produção orgânica, o Serenade® Max demonstra eficácia no controle da podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*) em videiras (ANONYMOUS, 2011). Seu principal mecanismo de ação envolve a produção de lipopeptídeos que destroem as membranas dos patógenos, proporcionando uma estratégia de gerenciamento de resistência e potencial sinergia com fungicidas de sítio único (NIU et al., 2011; SERRANO et al., 2013). Recomenda-se a aplicação preventiva em videiras durante a fase vegetativa, flores e parte interna dos cachos, abrangendo o período que antecede o fechamento. As aplicações devem continuar durante a coloração das bagas até a pré-colheita, a cada 7 dias,

direcionadas a folhas, flores e à parte interna dos cachos, com o uso de adjuvantes. Destaca-se a importância de tratar na floração e no início da coloração das bagas, com persistência biológica de até 14 dias (máximo de 4 aplicações). Em situações de alta pressão da doença, programas combinados com outros produtos autorizados são recomendados.

Segundo Thomidis (2016), o Serenade® Max pode ser uma alternativa viável para o controle da podridão da uva na produção de frutas orgânicas. Recomenda-se a implementação de um programa de pulverização que inclua o Serenade® Max em conjunto com a aplicação de fungicidas em sistemas integrados de produção de frutas para diminuir a incidência de podridões. Vale ressaltar que o este produto possui registro específico para a cultura da videira.

3.2.2.2.2. *Trichoderma* spp. (Quality WG)

Estudos revelam que os isolados de *Trichoderma harzianum*, utilizados de maneira individual ou em combinação nas plantas de morango, demonstram eficácia no controle tanto da antracnose quanto do mofo-cinzento. Os fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* spp. operam por meio de diversos mecanismos, como antagonismo, antibiose e micoparasitismo, sendo que a combinação de diferentes isolados pode potencializar a eficácia no combate aos patógenos. No entanto, é crucial observar que a aplicação de *Trichoderma* spp. para o controle do mofo-cinzento demanda aplicações periódicas (RESENDE et al., 2016).

Na literatura, existem relatos que ressaltam a importância do uso de *Trichoderma* spp. no manejo de doenças em bananeiras. A utilização preventiva de isolados de *Trichoderma* spp. resultou em reduções na população do nematoide cavernícola nas raízes de bananeiras dois meses após a inoculação. Adicionalmente, o emprego de *Trichoderma* spp. está se tornando mais difundido no controle do mal-do-panamá (MENDES et al., 2015; TARIBUKA et al., 2017).

Para outras culturas, a exemplo do melão, existem produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento à base de diferentes espécies de *Trichoderma* spp., com a recomendação para patógenos fúngicos, como *Rhizoctonia solani* e *Macrophomina phaseolina* e, para nematoides, como *Pratylenchus zaeae*, *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita*.

O produto possui registro no MAPA para algumas culturas, como exemplificado na tabela 2.

Tabela 2 - Informações sobre o uso da formulação granulada dispersível Quality WG à base de *Trichoderma* sp. para o controle de doenças causadas por fitopatógenos de solo, em diversas culturas.

Cultura	Formulação WG		
	Forma de aplicação	Época e nº de aplicações	Dose/Aplicação
Hidroponia		Cada renovação reaplicar	750g 1000L ⁻¹
Batata	Sulco de plantio	Plantio(1)	300g ha ⁻¹
Batata	Pulverização	Amontoa(1)	300g ha ⁻¹
Cana-de-Açúcar	Sulco de plantio	Plantio(1)	200 a 300g ha ⁻¹
Banana	Tratamento de mudas(por imersão)	Plantio(1)	2g L ⁻¹ de água
Banana	Pulverização	Fase vegetativa (de 30 em 30dias)	200 a 300g ha ⁻¹
Morango	Tratamento de mudas(por imersão)	Plantio(de 30 em 30 dias)	2g L ⁻¹ de água
Morango	Pulverização ou gotejo	30 dias após o plantio(de 30 em 30 dias)	200 g ha ⁻¹

Fonte: Lucon et al., 2014.

3.2.3. BIOFERTILIZANTES

Biofertilizantes, dependendo dos materiais utilizados em sua produção, podem conter todos os nutrientes essenciais, tanto macro quanto micronutrientes, que as plantas necessitam para crescer e se desenvolver de forma saudável (OLIVEIRA et al., 2017). Quando as plantas têm acesso adequado a todos os nutrientes de que precisam, na quantidade e no momento certos, elas têm melhores condições para se proteger contra a ataques de insetos, ácaros, fungos e outros patógenos. Além disso, os biofertilizantes, por serem produtos vivos, contêm microrganismos que podem competir com os patógenos que atacam as plantas, o que pode resultar na destruição ou paralisação dos invasores (MEIRELLES et al., 2005).

Diversas pesquisas realizadas em distintas culturas agrícolas têm revelado resultados positivos associados ao uso de biofertilizantes. Por exemplo, o estudo conduzido por Mazaro et al. (2013) evidenciou que a aplicação de biofertilizantes resultou em aumentos significativos na produtividade, tamanho médio dos frutos e número total de frutos em plantas de morango. De maneira semelhante, as investigações de Lima et al. (2019) identificaram efeitos expressivos na cultura do maracujazeiro amarelo, especialmente

quando a frequência de aplicação de biofertilizantes foi aumentada. Esses achados destacam claramente o potencial desses produtos para otimizar o desempenho das culturas agrícolas.

Recentemente, a maioria dos países tem voltado sua atenção para soluções naturais como substitutos aos fertilizantes químicos e pesticidas, visando assim, reduzir a poluição ambiental e os custos associados à produção agrícola (ALALAF, 2019). Em meio a diversas alternativas disponíveis, os biofertilizantes surgem como uma opção particularmente promissora. Esses produtos, que abrigam organismos vivos capazes de amplificar a disponibilidade de nutrientes essenciais para as culturas, representam uma resposta coerente e sustentável aos desafios enfrentados pela agricultura moderna.

3.2.3.1. Soil-Set™

O Soil-Set™ é um composto resultante de processos fermentativos que desempenha um papel crucial na proteção das safras, assegurando a estabilidade nos fluxos de nutrientes. Sua formulação inclui enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco, provenientes de sulfatos correspondentes. Este produto atua no fomento do equilíbrio rizosférico, impulsiona a atividade microbológica no solo e reprime microrganismos patogênicos. As aplicações variam conforme a cultura, com orientações específicas de diluição por hectare. Além disso, estudos indicam a eficácia do Soil-Set em conjunto com o FitoForce Plus na supressão do crescimento da bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*, sugerindo seu notável potencial para o controle de patógenos em ambientes de cultivo (FERREIRA, 2019).

3.2.4. REVESTIMENTOS NA PÓS-COLHEITA: NOVAS TECNOLOGIAS

A qualidade dos frutos está intimamente ligada ao manejo e às condições climáticas durante o cultivo. No entanto, é fundamental adotar medidas pós-colheita para prevenir a deterioração microbológica e reduzir os efeitos fisiológicos e alterações bioquímicas que afetam os frutos (ARROYO et al., 2020). As frutas são suscetíveis a problemas como desidratação, danos mecânicos, estresses ambientais e doenças fúngicas devido ao alto teor de umidade e metabolismo ativo, o que limita seu tempo de armazenamento (ROMANAZZI et al., 2017).

Dessa forma, revestimentos têm sido objeto de pesquisa, pois atuam como uma barreira física que diminui a atividade respiratória e a produção de etileno, estendendo a vida útil pós-colheita. Além disso, eles desempenham um papel no combate às doenças fúngicas

e apresentam propriedades que incluem características antimicrobianas e antioxidantes, bem como outros benefícios (IÑIGUEZ-MORENO et al., 2021; MEINDRAWAN et al., 2018).

Os revestimentos comestíveis desempenham um papel crucial na preservação de frutas pós-colheita, protegendo-as até o consumidor final. Feitos de diversos materiais, como nanopartículas, alginato, proteínas e polissacarídeos, podem ser aplicados por imersão ou aspersão (Figura1). Avaliam-se sua eficácia com base em aderência, permeabilidade gasosa, redução de perda de água, inibição da produção de etileno, extensão da vida útil e manutenção das características sensoriais. Esses revestimentos são seguros, não tóxicos e econômicos (FDA, 2019; KAMAL, RAHMAN e ANUAR, 2017; CRUZ et al., 2015; ARROYO et al., 2020).

A fim de aprimorar as características de filmes e revestimentos, pesquisadores têm conduzido estudos que incorporam compostos biológicos às matrizes, incluindo antioxidantes, propriedades antimicrobianas, ação nutracêutica e compostos aromatizantes. Essa abordagem visa aperfeiçoar a qualidade, manuseio e integridade dos produtos revestidos (NAIR et al., 2018; TAVASSOLI-KAFRANI et al., 2016).

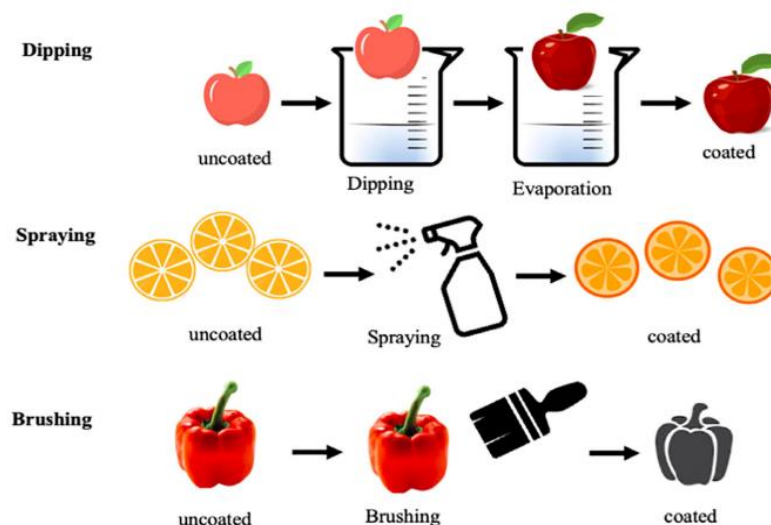


Figura 1- Diferentes formas de aplicação. Fonte: Jafarzadeh et al. (2021).

Em um estudo com bananas, a aplicação de revestimentos de quitosana reduziu a perda de umidade, a atividade respiratória e a produção de etileno, resultando em um atraso no pico do climatério. Além disso, houve uma diminuição na perda de peso e um retardamento no aumento dos sólidos solúveis, relacionados à conversão de carboidratos em açúcares. Esses efeitos promissores apontam para melhorias na qualidade e na durabilidade do armazenamento das bananas. Além disso, o estudo revelou que o revestimento manteve a firmeza da fruta e retardou a mudança na coloração da casca, dois indicadores-chave de

qualidade. Adicionalmente, o revestimento demonstrou propriedades antioxidantes, reduzindo a oxidação, e contribuiu para uma significativa redução na incidência da antracnose, uma doença pós-colheita comum em bananas (WANTAT et al., 2021).

Um estudo conduzido por Iñiguez-Moreno et al. (2021) avaliou o uso de filmes à base de alginato de sódio (SA) e filmes adicionados com a levedura *Meyerozyma caribbica* (SAY) como revestimentos comestíveis para abacates durante o armazenamento. Os resultados revelaram que os filmes SAY eram altamente solúveis, mas sua presença melhorou a estabilidade dos filmes durante o armazenamento. Esses revestimentos afetaram positivamente a qualidade pós-colheita do abacate, atrasando o amadurecimento, reduzindo a perda de peso, mantendo a firmeza da fruta e prevenindo o surgimento de doenças. Além disso, melhoraram a cor e a aparência interna dos frutos. Em resumo, os revestimentos SA e SAY demonstraram ser uma alternativa eficaz para preservar a qualidade dos abacates por até 17 dias, dependendo das condições de armazenamento.

Uma parceria com a Embrapa resultou no desenvolvimento de uma tecnologia destinada a impulsionar a comercialização e preservar a qualidade do coco verde. Essa inovação envolve a imersão do fruto em uma solução à base de polissacarídeos e outros componentes, criando um revestimento não prejudicial que atua como barreira física. A quitosana, a gelatina e a carboximetilcelulose (CMC) são os principais ingredientes desse bioinsumo. Os testes demonstraram que o revestimento de quitosana obteve o melhor desempenho, preservando a qualidade nutricional e sensorial por até 40 dias de armazenamento. Esse método é de fácil aplicação e baixo custo, com um custo médio de R\$ 0,08 a 0,10 por fruto, tornando-o acessível aos produtores rurais. Para exportação, são necessárias condições específicas de refrigeração e controle da umidade relativa (RESENDE et al., 2007; RESENDE et al., 2010).

Na pesquisa realizada por Arroyo et al. (2020), foram desenvolvidos revestimentos com alginato e quitosana, incorporando nanopartículas de ZnO, aplicados em goiabas para preservar sua qualidade pós-colheita. Diversas combinações de alginato de sódio (A) e quitosana (Q) foram experimentadas. Os frutos revestidos com nanoZnO e 100% Q, 90% Q-10% A e 90% A-10% Q mantiveram a qualidade por 20 dias de armazenamento, sem sinais de deterioração. Por outro lado, frutos sem revestimento e outros tratamentos não conseguiram manter a qualidade pelo mesmo período. O nanoZnO com propriedades antibacterianas inibiu o crescimento do fungo *Phyllosticta psidicola*, comum na deterioração das goiabas. Adicionalmente, revestimentos com mais quitosana retardaram a degradação

dos pigmentos nos frutos. Esse estudo destaca a eficácia desses revestimentos na preservação da qualidade da goiaba após a colheita.

No estudo de Shah et al. (2021), foi investigada a aplicação pré-colheita de óleo essencial de tomilho e quitosana para controlar a antracnose em mangas, com avaliação da qualidade pós-colheita. A pesquisa envolveu a inoculação de mangas com o fungo *C. gloeosporioides*, seguida de tratamentos com diferentes soluções, incluindo óleo de tomilho e quitosana. Os resultados demonstraram que o óleo de tomilho apresentou eficácia antifúngica, inibindo completamente o crescimento do fungo. Além disso, a combinação de quitosana e óleo de tomilho também mostrou ser eficaz na supressão da antracnose e na preservação da qualidade pós-colheita das mangas, incluindo firmeza, perda de peso, teor de sólidos solúveis e análise sensorial. As atividades enzimáticas também sugerem uma melhoria na resistência da planta a patógenos. No entanto, é importante destacar que este tratamento ainda precisa ser avaliado em uma aplicação comercial.

3.3. RETRATO DO MERCADO DE BIOINSUMOS NO BRASIL

Em 2019, o governo federal brasileiro relançou uma parte específica do Plano para Agroecologia e Agricultura Orgânica (Planapo 2) relacionada aos bioinsumos. Essa iniciativa visou promover a agricultura orgânica como um setor não apenas de nicho, mas que também fortalecesse a posição do Brasil nas exportações agrícolas. Além disso, buscava garantir que o agronegócio pudesse se beneficiar das inovações tecnológicas e biotecnológicas no campo dos insumos biológicos (POLICARPO et al., 2023). O conceito de bioinsumos, anteriormente associado a alternativas ao agronegócio, passou a desempenhar um papel fundamental na promoção de uma agricultura baseada na diretriz da bioeconomia (DELVENNE; HENDRICKX, 2013).

Os bioinsumos representam uma tentativa de alinhar interesses que antes pareciam opostos: o regime dominante do agronegócio voltado para os mercados globais e as abordagens agroecológicas destinadas a pequenos agricultores em áreas rurais desfavorecidas. O desenvolvimento dos bioinsumos pretende conciliar os interesses de áreas rurais e do Brasil como um todo, buscando equilibrar questões como emprego, distribuição de riqueza, produtividade e proteção ambiental. Essa abordagem procura unir tecnologias avançadas com práticas ecológicas para promover o desenvolvimento sustentável (JASANOFF; KIM, 2015).

A promoção dos bioinsumos representa uma mudança significativa, indo além da conversão de grandes produtores para a agricultura orgânica no Brasil. Esses insumos são concebidos para atender a todos os agricultores, independentemente de serem orgânicos ou convencionais, e independentemente do tamanho de suas operações, incluindo tanto grandes quanto pequenos agricultores.

De acordo com o estudo BIP - Business Intelligence Panel, Safra 2019-20, realizado pela consultoria Spark Inteligência Estratégica, houve um aumento significativo na adoção de produtos de controle de pragas e doenças de base biológica por parte dos agricultores brasileiros. Segundo a Spark, esse mercado já movimentava cerca de R\$ 930 milhões no Brasil, o equivalente a US\$ 237 milhões, representando aproximadamente 2,5% do faturamento total do setor de proteção de cultivos, que atualmente gira em torno de US\$ 12 bilhões anuais. O estudo também revelou um crescimento notável de 46% em reais e 34% em dólares no segmento de defensivos biológicos durante a safra 2019-20 em comparação com a safra anterior (2018-19), além de um aumento de 23% na chamada "área potencial tratada" (PAT) que abrange cerca de 19,4 milhões de hectares em regiões cobertas pelo levantamento BIP.

A demanda por defensivos biológicos está concentrada principalmente nas culturas de soja (59% do mercado total), cana-de-açúcar (27%) e algodão (6%). A consultoria prevê que a adesão a esses insumos deve continuar crescendo nos próximos anos em culturas como milho, café, feijão e hortifruticultura. Bioinseticidas lideram as vendas com 41% de participação, seguidos de bionematicidas (35%) e biofungicidas (24%) (Dados: SPARK INTELIGÊNCIA ESTRATÉGICA, 2021). A Spark Inteligência Estratégica considera que a tendência de integração de produtos biológicos no manejo do produtor está solidificada, impulsionada pela crescente oferta de produtos e inovações tecnológicas na área. A multiplicação de informações técnicas no campo e a necessidade de diversificação de produtos para conter a resistência de pragas também contribuem para a expectativa de crescimento econômico desses produtos nas próximas safras.

Ainda segundo a pesquisa da Spark Inteligência Estratégica, o mercado de bioinsumos teve um crescimento significativo na safra 2021/2022, atingindo R\$ 2,9 bilhões e marcando um aumento expressivo em relação ao ciclo anterior. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o uso de bioinsumos para controle de pragas e melhoria da nutrição das plantas economizou anualmente US\$ 20 bilhões no setor agrícola, devido à redução do uso de agroquímicos e fertilizantes.

Embora o Brasil seja líder global em inoculantes, conforme a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o país ainda tem um grande potencial de expansão no uso de outros tipos de bioinsumos, como bionematicidas, bioinseticidas e biofungicidas. A Kynetec, especialista em pesquisa de mercado global em saúde animal e agricultura, destaca que produtos biológicos ganharam espaço nas principais culturas da safra 2021-22, com aumento expressivo no milho na safrinha, no milho verão e na soja, representando 26%, 17%, e 28% das áreas cultivadas, respectivamente (Dados: Spark Inteligência Estratégica, 2023).

3.3.1. FOMENTO E CRÉDITO PARA BIOINSUMOS

O Plano Safra 2023/2024 está atualmente em destaque por suas medidas específicas voltadas para a sustentabilidade na agricultura, especialmente através do Programa RenovAgro e Inovagro. Esse abrangente plano de financiamento engloba não apenas a produção de bioinsumos, mas também práticas conservacionistas, oferecendo taxas de juros atrativas fixadas em 7% a.a para bioinsumos. Além disso, o enfoque do plano se estende ao fortalecimento de sistemas de produção sustentáveis, com a redução das taxas de juros para a recuperação de pastagens e incentivos para práticas agropecuárias sustentáveis. Destacam-se, ainda, incentivos como a diminuição das taxas de juros de custeio para produtores com Cadastro Ambiental Rural analisado, com a possibilidade de acumular reduções, alcançando uma taxa de juros tão baixa quanto 1%. Vale ressaltar que o Programa ABC foi renomeado como RenovAgro, agora incorporando financiamentos específicos para práticas sustentáveis e de baixa emissão de carbono na agropecuária (BRASIL, 2023).

Paralelamente, o Plano Safra 2023/2024 direciona um suporte crucial à recuperação de pastagens degradadas voltadas para a produção agrícola, com uma taxa de juros fixada em 7%. De maneira complementar, o programa Inovagro busca estimular a utilização de bioinsumos e a construção de biofábricas, apresentando uma taxa de 10,5%. Estas iniciativas se entrelaçam de maneira coesa, convergindo para promover a agricultura sustentável e fortalecer a capacidade de adaptação às mudanças climáticas (BRASIL, 2023).

3.4. SUSTENTABILIDADE E IMPACTOS DOS BIOINSUMOS NO SISTEMA PRODUTIVO AGRÍCOLA

A sustentabilidade do sistema produtivo está intrinsecamente ligada às características dos insumos utilizados, os quais têm como princípio fundamental a redução da dependência de recursos não renováveis. Nesse contexto, a notável relação entre o material genético empregado e a quantidade de insumos necessários ressalta a importância de materiais de reprodução mais resistentes, capazes de demandar menos recursos. Assim, os insumos biológicos emergem como protagonistas, destacando o potencial dos ativos biológicos como fundamentais para sistemas de produção sustentável (EMBRAPA, 2010).

Na estratégia de substituição de insumos impactantes, o desenvolvimento de insumos biológicos destinados a apoiar a proteção e nutrição das plantas torna-se uma tendência inegável. Com base nessa premissa, a Embrapa desempenha um papel significativo na promoção da sustentabilidade do sistema produtivo, ao combinar a manutenção da produtividade com a proteção ambiental em suas pesquisas.

No âmbito da proteção de cultivos, destaca-se o desenvolvimento de biopesticidas à base de *baculovirus* como uma alternativa segura e eficaz em relação aos produtos químicos para o controle de lagartas, apresentando menor custo e impacto ambiental reduzido (EMBRAPA, 2017). Entre os resultados promissores, a comprovação científica da viabilidade do uso do extrato foliar de nim (*Azadirachta indica*) como inseticida para controlar a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) em culturas como o milho e várias fruteiras é imprescindível (EMBRAPA, 2010).

Dessa forma, a incorporação desses biopesticidas na prática agrícola não apenas proporciona uma proteção robusta às culturas frutícolas, mas também contribui significativamente para a promoção da sustentabilidade e a redução do impacto ambiental associado ao uso de produtos fitossanitários convencionais. Essa abordagem integrada destaca-se como uma estratégia eficaz para enfrentar desafios fitossanitários no setor frutícola, promovendo práticas mais sustentáveis e resilientes (GULERIA et al., 2016).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação de bioinsumos na gestão de pomares proporciona vantagens significativas, não apenas em âmbito nacional, mas também internacionalmente. Esses produtos elevam os padrões de qualidade e segurança alimentar dos produtos agrícolas, tornando-se essenciais para atender às crescentes demandas dos consumidores e dos mercados globais. A preocupação crescente com a sustentabilidade e a saúde nos alimentos impulsiona a aceitação e preferência por práticas agrícolas que integram bioinsumos em seus sistemas de cultivo.

O emprego de bioinsumos confere aos produtos agrícolas uma vantagem competitiva em escala mundial, à medida que a busca por alimentos mais saudáveis e produzidos de forma ambientalmente responsável cresce. No entanto, é crucial ressaltar que a eficácia dos bioinsumos está intrinsecamente ligada à qualidade desses produtos e ao estrito cumprimento das regulamentações vigentes. A escolha de bioinsumos devidamente registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), bem como a rigorosa adesão às diretrizes dos fabricantes, assegura a plena realização dos benefícios esperados, tornando o uso de bioinsumos parte fundamental de uma abordagem agrícola sustentável e segura.

No contexto específico da aplicação de bioinsumos na fruticultura, possíveis direções de pesquisa incluem a busca por melhorias na eficácia desses insumos, aprofundando a investigação de suas interações com diversas variedades de fruteiras. Além disso, o desenvolvimento de práticas de produção sustentável é essencial, visando aprimorar tanto o crescimento quanto a qualidade das colheitas e pós-colheitas. Essas iniciativas não apenas contribuem para a inovação no setor, mas também fortalecem a posição dos produtores diante das exigências do mercado global, impulsionando a sustentabilidade e a competitividade no cenário agrícola atual.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA SENADO. Marco regulatório dos bioinsumos segue para a Câmara. 2023. Disponível em:< <https://www12.senado.leg.br/noticias/audios/2023/09/marco-regulatorio-dos-bioinsumos-segue-para-a-camara>>. Acesso em :<20/10/2023>.

AGRO BAYER. Fungicida Bactericida Serenade®. 2021. Disponível em:<<https://www.agro.bayer.com.br/fungicida-serenade>>. Acesso em :<09/10/2023>.

AGROLINK. Bula Boveril WP PL63. Disponível em:<https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/boveril-wp-pl63_8090.html>. Acesso em: <20/10/2023>.

ALALAF, A. H. Effect of budding date and Chemical, Organic and bio fertilization on budding success of local orange and subsequent growth of the seedlings [Dissertação de doutorado]. Hort. & Landscape Design Dept., College of Agric. & Forestry, Mosul Univ., Iraq, 2019.

ALMADI, L.; PAOLETTI, A.; CINOSI, N.; DAHER, E.; ROSATI, A.; DI VAIO, C.; FAMIANI, F. A Biostimulant Based on Protein Hydrolysates Promotes the Growth of Young Olive Trees. *Agriculture*, v.10, n.12, p. 618, 2020.

ARROYO, B. J.; BEZERRA, A. C.; OLIVEIRA, L. L.; ARROYO, S. J.; MELO, E. A.; SANTOS, A. M. P. Antimicrobial active edible coating of alginate and chitosan add ZnO nanoparticles applied in guavas (*Psidium guajava* L.). *Food Chemistry*, v. 309, p. 55-66, 2020.

BARBOSA, M. F. C.; DEMITE, P. R.; MORAES, G. J.; POLETTI, M. Controle Biológico com Áca-ros Predadores e Seu Papel no Manejo Integrado de Pragas. Engenheiro Coelho, 2017.

BRANCO, M. S.C.; ARAUJO, L.; PINTO, F. A. M. F. Análise comparativa dos fungicidas difenoconazol e pirimetanil para o controle da sarna da macieira. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 13. 2018, São Joaquim. Resumos... Florianópolis: Epagri, p. 92, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Fomento e Crédito para Bioinsumos. 2023. Disponível em:< <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/fomento-e-credito-para-bioinsumos>>. Acesso em: <20/09/2023>.

BRASIL. Decreto 10.375 de 27 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, n. 100, p. 105, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROFIT: Sistema de Agro-tóxicos Fitossanitários. Brasília, 2016.

BRAVO, A.; GILL, S.S.; SOBERÓN, M. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicon*, v.49, p.423–435, 2007.

CASTELLANOS, R. J. Lineamientos de políticas públicas para la agricultura limpia em la fruticultura: el caso de los pequeños y medianos productores de mora em el Valle del Cauca. Montevideo, 2021.

CORREA-PACHECO, Z. N.; BAUTISTA-BANOS, S.; VALLE-MARQUINA, A. M.; HÉRNANDEZ-LOPEZ, M. The effect of nanostructured chitosan and chitosan-thyme essential oil coatings on *Colletotrichum gloeosporioides* growth in vitro and on cv Hass avocado and fruit quality. *Journal of Phytopathology*, v. 165, p. 297–305, 2017.

CRUZ, V.; ROJAS, R.; SAUCEDO-POMPA, S.; MARTÍNEZ, D. G.; AGUILERA-CARBÓ, A. F.; ALVAREZ, O. B.; AGUILAR, C. N. Improvement of shelf life and sensory quality of pears using a specialized edible coating. *Journal of Chemistry*, p. 1–7, 2015.

DELVENNE, P.; Hendrickx, K. Multifaceted Struggle for Power in the Bioeconomy: Introduction To the Special Issue. *Technology in Society*, v. 35, n. 2, p. 75-78, 2013.

DU JARDIN, P. Plant bioestimulantes: Definição, conceito, categorias principais e regulamentação. *Scientia Horticulturae*, v.196, p. 3-14, 2015.

EMBRAPA. Assessoria de Comunicação Social. Balanço social 2009. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://bs.sede.embrapa.br/2009/>. Acesso em: <19/10/2023>.

EMBRAPA. Assessoria de Comunicação Social. Balanço social 2016. Brasília, DF, 2017. Disponível em:< <http://bs.sede.embrapa.br/2016/balsoc16.html>>. Acesso em: <18/10/2023>.

EMBRAPA. Documento síntese portfólio controle biológico. 2018. Disponível em: <<https://sistemas.sede.embrapa.br/ideare/pages/home/principal/principalframes.jsf>>. Acesso em:< 18/09/ 2023>.

EMBRAPA. BIOINSETICIDAS: solução ecológica para o controle de mosquitos transmissores de doenças e pragas agrícolas. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CENARGEN/27329/1/fold2005-011.pdf>>. Acesso em:<20/10/2023>.

FDA (2019). CFR-Code of Federal Regulations Title 21.

FERREIRA, P. S. F.; TEBALDI, N. D. Métodos de inoculação de *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* em maracujazeiro e biofertilizantes na inibição do crescimento bacteriano in vitro. *Summa Phytopathologica*, v. 45, p. 207-209, 2019.

FISCHER, I. H.; MORAES, M. F.; PALHARINI, M. C. A.; FILETI, M. DE S.; SODÁRIO, J. C. C.; FIRMINO, A. C. Effect of conventional and alternative products on postharvest disease control in avocados. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.40, p.1–10, 2010.

GOULET, F.; HUBERT, M. Making a Place for Alternative Technologies: %e Case of Agricultural Bio-Inputs in Argentina. *Review of Policy Research*, v. 37, n. 4, p. 535-55, 2020. doi: <https://doi.org/10.1111/ropr.12384>.

GULERIA, S.; WALIA, A.; CHAUHAN, A.; SHIRKOT, C.K. Molecular characterization of alkaline protease of *Bacillus amyloliquefaciens* SP1 involved in biocontrol of *Fusarium oxysporum*. *International Journal of Food Microbiology*, v. 232, p. 134–143, 2016.

GUIMARÃES, I. P.; PAIVA, E. P.; ALMEIDA, J. P. N., ARRAIS, I. G.; CARDOSO, E. A.; SÁ, F. V. S. Produção de mudas de três acessos de mamoeiro sob doses de bioestimulante Root. *Revista de Ciências Agrárias*, Recife, v. 38, n. 3, p. 414-421, 2015.

IHARA. ECO-SHOT. Disponível em: <http://www.ihara.com.br/produtos/biologicos/ecoshot/177/>>. Acesso em: <20/10/2023>.

IÑIGUEZ-MORENO, M.; RAGAZZO-SANCHEZ, J. A.; BARROS-CASTILLO, J. C.; SOLÍS-PACHECO, J. R.; CALDERON-SANTOYO, M. Characterization of sodium alginate coatings with *Meyerozyma caribbica* and impact on quality properties of avocado fruit. *Food Science and Technology*, v. 152, p. 11-23, 2021.

JAFARZADEH, S.; NAFCHI, A. M.; SALEHABADI, A.; OLADZAD-ABBASABADI, N.; JAFARI, S. M. Application of bio-nanocomposite films and edible coatings for extending the shelf life of fresh fruits and vegetables. *Advances in Colloid and Interface Science*, v.291, p.10-24, 2021.

JASANOFF, S.; KIM, S. H. (Orgs.). *Dreamscapes of Modernity: Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power*. Chicago: Chicago University Press, 2015

LIMA, A.S.; ALVES, J.M.; MESQUITA, F.O.; MESQUITA, E.F.; SOUSA, C.S.; SILVA, F.L.; ALVES, A. S.; SOARES, L.S. Organic Fertilization and Hydric Reposition in the Initial Production of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. *Journal of Experimental Agriculture International*, vol. 30, n. 3, p. 1-14, 2019.

LIMA, M.P.L.; OLIVEIRA, J.V.; GONDIM JUNIOR, M.G.C.; MARQUES, E.J.; CORREIA, A.A. Bioatividade de formulações de NIM (*Azadirachta indica* A. Juss, 1797) e de *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: noctuidae). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 6, p. 1381-1389, 2010.

KAMAL, M. R. M.; RAHMAN, A. R. A.; ANUAR, N. F. B. W. Effect of coating thickness on the microstructure and mechanical properties of AL-SI (LM6) alloy lost wax casting. *Journal of Mechanical Engineering*, v.3, n.1, p.97–106, 2017.

KAWALEKAR, J.S. Papel de biofertilizantes e biopesticidas para uma agricultura sustentável. *Ed. J. Bio*, v.2, p. 73–78, 2013.

KULKARNI, MG; RENGASAMY, KRR; PENDOTA, SC; GRUZ, J.; PLACKOVÁ, L.; NOVÁK, O.; DOLEŽAL, K.; VAN STADEN, J. Moléculas bioativas derivadas de fumaça e algas marinhas *Ecklonia maxima* mostrando atividade semelhante a fitohormônio em *Spinacia oleracea* L. N. *Biotechnol*, v. 48, p. 83–89, 2019.

- MAZARO, S. M.; MANGNABOSCO, M. C.; CITADIN, I.; PAULUS, D.; GOUVEA, A. Produção e qualidade de morangueiro sob diferentes concentrações de calda bordalesa, sulfocálcica e biofertilizante supermagro. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 6, p.3285-3294, 2013.
- MEDEIROS, C. A. B.; ESPINDOLA, J. A. A. Produção sustentável de alimentos. Embrapa Clima Temperado-Capítulo em livro científico, 2018.
- MEDEIROS C.L.; ARAUJO L.; PINTO F.A.M.F. Avaliação de eficiência do fungicida difenoconazol para o controle da sarna da macieira. In: 13º SENAFRUT - SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO. 13º, 2018, São Joaquim - SC. Florianópolis: Epagri, Resumos, v. 31, p. 59-59, 2018.
- MEINDRAWANA, B.; SUYATMAB, N. E.; WARDANAA, A. A.; PAMELA, V. Y. Nanocomposite coating based on carrageenan and ZnO nanoparticles to maintain the storage quality of mango. *Food Packaging and Shelf Life*, v.18, p.140–146, 2018.
- MEIRELLES, L. R. et. al. Agricultura Ecológica: princípios básicos. Centro Ecológico, 2005.
- MORANDI FILHO, W.J.; BOTTON, M.; GRÜTZMACHER, A.D.; ZANARDI, O.Z. EFEITO DE BACILLUS THURINGIENSIS E INSETICIDAS QUÍMICOS NO CONTROLE DE ARGYROTAENIA SPHALEROPA (MEYRICK, 1909) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) EM VIDEIRA. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.74, n.2, p.129-134, 2007.
- MOREIRA, F. J.C. et al. Controle de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) com os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* em bananeira. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, n. 3, p. 366-373, 2017.
- MONTEIRO, L. B.; SOUZA, A. Controle de tortricídeos em macieira com duas formulações de *Bacillus thuringiensis* var. *kustaki* em Fraiburgo, SC. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 423-428, 2010.
- NAIR, S.; SAXENA, A.; KAUR, C. Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.) M. *Food Chemistry*, v.240, p.245–252, 2018.
- NIU, D.; LIU, H.; JIANG, C.; WANG, Y.; WANG, Q.; JIN, H.; GUO, J. The plant growth-promoting rhizobacterium *Bacillus cereus* AR156 induces systemic resistance in *Arabidopsis thaliana* by simultaneously activating salicylate- and jas-monate/ethylene-dependent signaling pathways. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, v.24, p.533-542, 2011.
- OLIVEIRA, F. I. F.; MEDEIROS, W. J. F.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUTO, A. G. L.; NETO, A. J. L. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo

fertirrigado com esterco bovino líquido fermentado. *Revista Agropecuária Técnica*, v.38, n.4, p.191-199, 2017.

PARDO-LÓPEZ, L.; SOBERÓN, M.; BRAVO, A. *Bacillus thuringiensis* insecticidal three-domain Cry toxins: Mode of action, insect resistance and consequences for crop protection. *FEMS Microbiology Reviews*, v.37, n.1, p.3–22, 2013.

PARRADO, J.; ESCUDERO-GILETE, M.L; FRIAZA, V.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A.; GONZÁLEZ-MIRET, M.L; BAUTISTA, J.D; HEREDIA, F.J. Extrato vegetal enzimático com componentes bioativos: Influência de fertilizantes na cor e antocianinas de uvas vermelhas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.87, p.2310–2318, 2007.

PETRI, J.L.; HAVERROTH, F.; LEITE, G.B.; SEZERINO, A.A.; COUTO, M. Regulador de crescimento para frutíferas de clima temperado. Florianópolis: Epagri, 2016; 141p.

POLICARPO, M.A.; SAMBUICHI, R.H. R.; ALVES, F.; GUALDANI, C.; PACÍFICO, D. A. O Programa Nacional de Bioinsumos no âmbito da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica : origem, contribuições e potencialidades. Rio de Janeiro: Ipea, 2023. 70 p.

RAYMOND, B.; LIJEK, R.S.; GRIFFITHS, R.I.; BONSALL, M.B. Quantifying the reproduction of *Bacillus thuringiensis* HD1 in cadavers and live larvae of *Plutella xylostella*. *Journal of Invertebrate Pathology*, New York, v. 98, n. 1, p. 307-313, 2008.

RESENDE, J. M.; QUEIROZ, M. R.; SOARES, A. G.; BOTREL, N.; GODOY, R. L. O.; CABRAL, L. M. C.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. Aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita do coco 'Anão verde'. In: VI Congresso Internacional de Ingeniería Agrícola - CIACH 2010, 2010, Chillán. Anais do VI Congresso Internacional de Ingeniería Agrícola. Chillán- Chile: Universidad de Concepción, 2010.

RESENDE, J. M.; QUEIROZ, M. R.; SOARES, A.G. Biofilme prolonga vida útil do coco verde. *JORNAL DA UNICAMP*, Univers. Estadual de Campinas, v. 369, p. 1 - 8, 2007.

RESENDE, M. L.; FLORENTINO, L.A.; OLIVEIRA, T.É.; BRAGA, T.C.; COMPLETO, E.I.R.; SANTOS, A. R.; FONSECA, G. G. Controle De Mofo Cinzento Na Cultura Do Morangueiro. IN: XIII congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 2016. Disponível em: < <https://www.meioambientepocos.com.br/anais-2016/271.%20CONTROLE%20DE%20MOFO%20CINZENTO%20NA%20CULTURA%20DO%20MORANGUEIRO.pdf>>. Acesso em: < 29/10/2023>.

RIBEIRO, R. F.; LOBO, J. T.; CAVALCANTE, I. H. L.; TENREIRO, I. G. P.; LIMA, D. D. Biostimulant on seedling production of grape cv. Crimson Seedless. *Scientia Agraria*, v. 18, n. 4, p. 36-42, 2017.

RICCI, M.; TILBURY, L.; DARIDON, B.; SUKALAC, K. Princípios gerais para justificar reivindicações de bioestimulante de plantas. *Frente. Plantar. Sci.* V.10, p. 1-8, 2019.

- RODRIGUES, L.A.; BATISTA, M.S.; ALVAREZ, R. C. F.; LIMA, S. F.; ALVES, C. Z. Avaliação fisiológica de sementes de arroz submetidas a doses de bioestimulante. *Revista Nucleus*, Ituverava, v.12, n.1, 2015.
- ROMANAZZI, G.; FELIZIANI, E.; BAÑOS, S. B.; SIVAKUMAR, D. Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. *Crit Rev Food Sci Nutr*. v.57, p.579–601, 2017.
- ROUPHAEL, Y.; COLLA, G.; GIORDANO, M.; EL-NAKHEL, C.; KYRIACOU, MC; DE PASCALE, S. Aplicações foliares de um hidrolisado protéico derivado de leguminosas aumentam o crescimento, a composição mineral foliar, a produtividade e a qualidade do fruto, dependendo da dose, em duas cultivares de tomate em casa de vegetação. *Scientia Horticulturae*.v. 226, p. 353–360, 2017.
- SAMPSON, M.N.; GOODAY, G.W. Involvement of chitinases of *Bacillus thuringiensis* during pathogenesis in insects. *Microbiology*, New York, v. 144, p. 2189-2194, 1998.
- SCHAAFSSMA, G. Segurança de hidrolisados de proteínas, suas frações e peptídeos bioativos na nutrição humana. *EUR. J. Clin. Nutr*. 63, 1161–1168, 2009.
- SERRANO, L.; MANKER, D.; BRANDI, F.; CALI, T. The use of bacillus subtilis QST 713 and bacillus pumilus qst 2808 as protectant fungicides in conventional application programs for black leaf streak control. *Acta Horticulturae*, 986, 149-156, 2013.
- SHAH, S.; HASHMI, M. S.; QAZI, I. M.; DURRANI, Y.; SARKHOSH, A.; HUSSAIN, I.; BRECHT, J. K. Pre-storage chitosan-thyme oil coating control anthracnose in mango fruit. *Scientia Horticulturae*, v.284, p.11-39, 2021.
- SOARES, C.O. O próximo salto da agricultura. *Agroanalysis*, v. 42, n. 4, p.21-22, 2022.
- TARIBUKA, J.; WIBOWO, A.; WIDYASTUTI, S. M.; SUMARDIYON, C. Potency of six isolates of biocontrol agents endophytic *Trichoderma* against fusarium wilt on banana. *Journal of Degraded of Mining Lands Management*, v. 4, n. 2, p. 723-731, 2017.
- TAVASSOLI-KAFRANI, E.; SHEKARCHIZADEH, H.; MASOUDPOUR-BEHABADI, M. Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. *Carbohydrate Polymers*, v.137, p.360–374, 2016.
- THAMBUGALA, K.M.; DARANAGAMA, D.A.; PHILLIPS, A.J.L.; KANNANGARA, S.D.; PROMPUTTHA, I. Fungi vs. fungi in biocontrol: An overview of fungal antagonists applied against fungal plant pathogens. *Front. Cell. Infect. Microbiol*, v. 10, p.1-19, 2020,
- THOMIDIS, T. et al. Avaliação da serenata máxima no controle da podridão dos frutos da uva. *J. Agricult. Sci* , v. 8, n. 212, pág. 10.5539, 2016.
- VIDAL, M. C.; AMARAL, D. F. S.; NOGUEIRA, J. D.; MAZZARO, M. A. T.; LIRA, V. M. C. Bioinsumos: a construção de um Programa Nacional pela Sustentabilidade do Agro Brasileiro. *Economic Analysis of Law Review*, V. 12, n.3, p. 557-574, 2021.

WANTAT, A.; ROJSITTHISAK, P.; SERAYPHEAP, K. Inhibitory effects of high molecular weight chitosan coating on 'Hom Thong' banana fruit softening. *Food Packaging and Shelf Life*, v.29, p, 10-31, 2021.

ZIN, N. A.; BADALUDDIN, N. A. Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*, v. 65, n. 2, p. 168–178, 2020.