



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

SAMARA MILENY TORRES TEIXEIRA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO:
ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DO PROCESSO DE MULTIPLICAÇÃO DE
BIOINSUMOS ONFARM E SEU CONTROLE DE QUALIDADE EM FAZENDAS NO
SUL DO MARANHÃO**

MOSSORÓ

2022

SAMARA MILENY TORRES TEIXEIRA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO:
ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DO PROCESSO DE MULTIPLICAÇÃO DE
BIOINSUMOS ONFARM E SEU CONTROLE DE QUALIDADE EM FAZENDAS NO
SUL DO MARANHÃO**

Relatório de Estágio Supervisionado
apresentado ao Curso de Agronomia da
Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
como requisito para obtenção do título de
bacharel em Agronomia.

Orientadora: Elizangela Cabral dos Santos,
Prof. Dra.

Supervisor: João Cláudio Pinheiro Batista,
Mestre em biotecnologia industrial

MOSSORÓ

2022

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semiárido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semiárido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T266a 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 /
Samara Mileny Torres Teixeira. - 2022.
44 f. : il.

Orientadora: Elizangela Cabral dos Santos.
Relatório (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, Curso de Agronomia, 2022.

1. Microrganismos benéficos. 2. Produtos
biológicos 3. Sustentabilidade. 4. Biofábricas. 5.
Solubio. I. Santos, Elizangela Cabral dos, orient.
II. Título.

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semiárido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

SAMARA MILENY TORRES TEIXEIRA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO:
ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DO PROCESSO DE MULTIPLICAÇÃO DE
BIOINSUMOS ONFARM E SEU CONTROLE DE QUALIDADE EM FAZENDAS NO
SUL DO MARANHÃO**

Identificação do estágio:

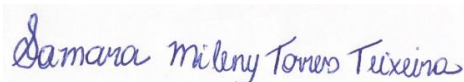
Empresa: Solubio

Supervisor: João Cláudio Pinheiro Batista

Orientador: Elizangela Cabral dos Santos

Período: 08/03/2022 à 08/06/2022

Carga horária: 30 horas semanais (360 horas
totais)



Samara Mileny Torres Teixeira (UFERSA)
Estagiário(a)

Elizangela Cabral dos Santos, Prof. Dra. (UFERSA)
Orientador(a)



João Cláudio Pinheiro Batista, Me. (SoluBio)
Supervisor(a) do estágio

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela minha vida e saúde, por todas bênçãos que derramou sobre mim, por ter me dado forças para continuar, independentemente de todos os desafios e circunstâncias que surgiram, o que me tornou tão determinada para correr atrás do meu objetivo. O agradeco também por poder viver com pessoas tão especiais, e que me fizeram chegar até aqui.

Agradeço a minha família por nunca ter deixado me faltar nada durante essa caminhada. Por sempre terem me incentivado e acreditado em mim, e por terem vibrado com as minhas conquistas. Vocês são o motivo da minha vontade de crescer!

Agradeço à minha avó, Lia, que sempre orou e intercedeu por mim quando eu mais precisei. Sempre me passando força e coragem para alcançar o meu sonho.

Agradeço à minha querida mãe, Márcia, por ser essa mulher guerreira, que sempre lutou para dar o melhor para seus filhos, por todos os ensinamentos e pela educação que me deste, que me fez ser essa mulher na qual me tornei.

Agradeço ao meu marido, Vitor, que sempre foi muito companheiro e incentivador, pela paciência e compreensão que teve durante essa jornada, que nunca me deixou desistir e serviu de base nos momentos mais difíceis, agradeço-o por todo apoio físico e financeiro, sem você não teria chegado até aqui, você foi fundamental para a conclusão desse sonho.

Agradeço à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, que foi essencial no meu processo de formação profissional, e a todos os professores do meu curso pela elevada qualidade do ensino oferecido.

Agradeço à minha orientadora, professora Elizangela Cabral, pelos ensinamentos e orientações durante minha graduação, por ter me dado uma oportunidade desde o início e quando eu precisei, não hesitou em me orientar novamente e sempre esteve disponível para ajudar.

Agradeço à empresa concedente do estágio, Solubio, pela grande oportunidade no qual foi de grande importância para o meu crescimento pessoal e profissional e que me permitiu vivenciar a experiência do campo e de um emprego na minha área. Agradeço principalmente ao meu supervisor de estágio, João Cláudio pelos ensinamentos e apoio oferecido durante o estágio.

RESUMO

Os produtos biológicos trazem uma alternativa mais sustentável para a agricultura, em relação ao uso de produtos químicos. Estes têm em sua composição microrganismos benéficos e/ou derivados microbianos, como enzimas e metabólitos. Os microrganismos atuam como agentes ativos, com potencial benéfico ao solo e a planta, e tem a sua ocorrência natural no ecossistema. Além disso, o uso desses produtos favorece o equilíbrio ambiental, pois não deixam resíduos nas culturas, não contaminam o solo e os lençóis freáticos, e favorecem a microbiota no solo. Por isso, o objetivo do estágio foi obter experiência no nicho de produtos biológicos e conhecer melhor o processo de multiplicação de microrganismos OnFarm. O estágio foi concedido pela empresa SoluBio, que tem sua sede em Jataí-GO, no entanto o estágio foi realizado na região sul do Maranhão, e teve duração de 3 meses. Durante esse período o discente teve a oportunidade de auxiliar nas atividades dos laboratórios do controle de qualidade dos multiplicados, e auxiliar na supervisão da multiplicação de bactérias em BioFábricas (tanques de inox), para manter um bom controle de qualidade. Também foram realizadas visitas periódicas as fazendas, para acompanhar o responsável técnico nas inspeções de controle de qualidade das BioFábricas. Todas as experiências obtidas no estágio, foram de suma importância para o crescimento profissional e pessoal do discente, pois proporcionou uma experiência ímpar, contribuindo bastante para sua formação. Com isso, houve uma significativa troca de conhecimentos e uma oportunidade de vivenciar na prática o que foi visto de forma teórica em algumas disciplinas na graduação.

Palavras-chave: Microrganismos benéficos; Produtos biológicos; Sustentabilidade; Biofábricas; SoluBio.

ABSTRACT

Biological products bring a more sustainable alternative to agriculture in relation to the use of chemicals. These products have in their composition beneficial microorganisms and/or microbial derivatives, such as enzymes and metabolites. Microorganisms act as active agents, with benefic potential to the soil and plant, and of natural occurrence in the ecosystem. In addition, the use of such products favors environmental balance, because they do not leave residues in crops, do not contaminate soil and groundwater, and favor the soil microbiota. Therefore, the objective of the internship was to gain experience in the niche of biological products and to know better the process of OnFarm production. The internship was granted by SoluBio, which is headquartered in Jataí-GO (Brazil), but with activities held in the southern region of Maranhão, and lasted 3 months. During this period the intern had the opportunity to assist the activities in the laboratories for quality control of the products, and assist with the supervision of the process of multiplication in the *BioFábricas* (stainless steel tanks), to maintain a good quality control. Periodic visits were also made to the farms, to accompany the technician responsible for quality inspections of the *BioFábricas*. The experience of the internship was of paramount importance for professional and personal growth of the intern because it provided a unique experience, contributing greatly to their training. Thus, there was a significant exchange of knowledge and an opportunity to experience in practice what has been seen theoretically in some disciplines.

Keywords: Beneficial microorganisms; Biological products; Sustainability; BioFábricas; SoluBio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. LabFarm de modelo em isopainel.....	14
Figura 2. LabFarm de modelo em Contêiner	14
Figura 3. Biofábricas já instaladas no LabFarm.....	15
Figura 4. Reservatórios em container IBC na sala de armazenamento	16
Figura 5. Insumos armazenados na sala de estoque.....	17
Figura 6. Kit de multiplicação composto por meio de cultura, cepas puras, sanitizante e antiespumante.....	17
Figura 7. Exemplar de kit de amostragem.....	20

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. Identificação	10
1.2. Local de estágio	10
1.3. Contextualização do estágio	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivos gerais.....	13
2.2. Objetivos específicos	13
3. DESCRIÇÃO DA ROTINA E DO CAMPO DE ESTÁGIO	14
4.1. Defensivos agrícolas	21
4.2. Controle biológico	23
4.3. Controle biológico no Brasil.....	24
4.4. Produção “OnFarm” de bioinsumos para manejo biológico	25
4.5. Produção “OnFarm” no Brasil	27
4.6. Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (BPCP)	28
4.7. BPCPs mais utilizadas e métodos de aplicação	30
5. CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

Os defensivos utilizados na agricultura oferecem grande risco à saúde humana e ao meio ambiente, por isso, há um crescimento constante do uso de biológicos na agricultura. Esses produtos trazem uma alternativa mais sustentável, do ponto de vista ambiental, tendo inúmeras vantagens em relação aos produtos químicos. Os biológicos trazem em sua composição, microrganismos benéficos e/ou derivados microbianos, como enzimas e metabólitos. Estes microrganismos atuam como agentes ativos, com potencial benéfico ao solo e a planta (ADESEMOY, 2017).

Esses microrganismos já estão presentes naturalmente no sistema solo, no entanto também podem ser incorporados ao mesmo, visando atuar como antagonistas aos agentes patogênicos, que podem se estabelecer no hospedeiro e causar doença. Além disso, esses microrganismos podem auxiliar na produtividade da lavoura, atuando como promotores de crescimento, potencializadores de hormônios, facilitar a disponibilidade de nutrientes, biodegradar resíduos de pesticidas no solo, entre outras atividades benéficas ao solo e a planta.

Além de ser mais rentável ao produtor a longo prazo, o uso de biológicos também proporciona vantagens ao meio ambiente, pois não deixam resíduos químicos nas culturas, e não ocasionam desequilíbrios biológicos. Estes são aplicados através de pulverizações ou jato dirigido, de forma similar à aplicação dos produtos químicos convencionais.

Os produtos biológicos são produzidos a partir de cepas com características conhecidas, e são comercializados por grandes empresas do ramo, de forma concentrada, garantindo a pureza dos isolados presentes na sua composição.

No entanto, nos últimos cinco anos vem se disseminando no país a chamada produção “OnFarm”, que traz a proposta dos produtores rurais multiplicarem, em suas próprias fazendas, caldos fermentados contendo microrganismos e aplicarem nas lavouras (INGLIS, 2020). Esse método apresenta com grande vantagem, proporcionar redução nos custos de produção, e promover a sustentabilidade ao agronegócio, e às gerações futuras, configurando uma nova era na agricultura.

Em algumas propriedades que investem em infraestrutura e pessoal especializado, são relatados casos de sucesso. Porém, também há constatações de uso de sistemas de produção precários e ineficientes, resultando em produtos sem qualidade. Frequentemente, os microrganismos alvos de multiplicações não atingem concentrações adequadas. Além disso, ocorre proliferação de contaminantes que resulta em produtos com baixa ou nenhuma eficiência, inclusive com risco de patogenicidade a humanos, animais e plantas (EMBRAPA, 2021).

Para diminuir os riscos, é necessário que os microrganismos constem nas listas oficiais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), e que tenha um responsável técnico habilitado para a produção de bioinsumos nas fazendas.

1.1. Identificação

Empresa: Solubio

Supervisor: Me. João Cláudio Pinheiro Batista

Orientador: Prof. Dra. Elizangela Cabral dos Santos

Período: 08/03/2022 à 08/06/2022

Carga horária: 30 horas semanais (360 horas totais)

1.2. Local de estágio

O estágio foi concedido pela empresa SoluBio, que tem sua sede em Jataí-GO, mas que já atende grande parte do Brasil. O mesmo foi realizado em cinco fazendas clientes da empresa, duas localizadas na cidade de Tasso Fragoso-MA, uma na comunidade Batavo-MA, uma na cidade de Sebastião Leal-PI e a outra na cidade de Santa Filomena-PI. Porém, o estágio concentrou-se na região sul do Maranhão. Foi realizado no período de março a junho de 2022, contabilizando a carga total de 360 horas.

A SoluBio é uma Spin Off da Agroplan, foi criada em 2016 por profissionais com mais de 20 anos de experiência no agronegócio. Desde o início, o foco da empresa foi levar a seus clientes alternativas mais sustentáveis e econômicas na atividade rural. Com o aprendizado constante no campo, o feedback dos produtores e a parceria com doutores, institutos de pesquisas e universidades a companhia criou uma plataforma de produção de bioinsumos na fazenda para uso próprio com padrão industrial, chamada de SoluBio Experience, onde oferece: LabFarm, BioFábrica OnFarm, SoluFarm e Suporte OnFarm (SOLUBIO, 2022).

A SoluBio possui a mais completa fábrica de bioinsumos da América Latina, com padrão farmacêutico de produção, sendo a primeira empresa de biológicos do país a ter um time de Customer Success (SOLUBIO, 2022). Em busca de melhores resultados e um controle de qualidade eficiente, a empresa trabalha com um time de profissionais qualificados que acompanham todo o processo na propriedade do cliente, oferecendo-o uma experiência completa de seus produtos e serviços. Assim, a empresa desenvolve uma proposta para o produtor de acordo com a necessidade de produção da fazenda, onde é apresentado um projeto de acordo com o manejo adequado.

1.3. Contextualização do estágio

Para um discente de ciências agrárias, principalmente do curso de agronomia, é fundamental o contato com o campo, e o estágio supervisionado é um elo entre os discentes e as empresas, que possibilita ao estudante conhecer o mercado de trabalho e as experiências que ele oferece. O estágio é de suma importância no processo de formação profissional, pois permite que o acadêmico vivencie na prática o que se aprende na teoria.

Durante o período de estágio, o conteúdo visto na disciplina Microbiologia Agrícola foi de fundamental importância, pois forneceu embasamento teórico para que o discente aplicasse os conhecimentos acerca dos conceitos básicos de microbiologia, abordando as características particulares das bactérias e fungos, e suas interações com o ambiente e o solo, assim como o uso de equipamentos, técnicas e de testes para identificação e quantificação de microrganismos.

Compreender a importância das técnicas de esterilização e assepsia, foi fundamental para o bom êxito das atividades no laboratório de controle de qualidade, onde se faz uso da câmara de fluxo para manipulação de microrganismos em ambiente estéril. A esterilização das vidrarias, água, e utensílios realizados nas análises são feitas através do calor seco (estufa e flambagem) ou calor úmido e (autoclave). Além disso, foi possível aplicar os conhecimentos a respeito do uso de equipamentos laboratoriais como autoclave, balança analítica, pHmetro, contador de colônias digital agitador de tubos, entre outros. Também se fez uso do Microscópio óptico para análise e identificação de bactérias e fungos.

Com o estudo da disciplina, pode-se realizar com aptidão o preparo de soluções, meios de cultura específicos para fungos e bactérias, ter noção de realizar o processo de diluição em série, e quantificar as unidades formadoras de colônias (UFC) de bactérias multiplicadas “OnFarm”.

Foi possível visualizar também a classificação de bactérias através do método “Coloração de Gram”, que é um passo muito importante na caracterização e classificação inicial das bactérias, onde se diferencia bactérias através da coloração de sua colônia. Esse teste permite que as bactérias retenham a cor com base nas diferenças nas propriedades químicas e físicas da parede celular, dadas como Gram positivas aquelas de coloração azul/roxa, que obtêm essa cor devido a presença de uma camada espessa de peptidoglicano e assim retém o cristal violeta. Já as caracterizadas como Gram negativas apresentam coloração rosa/vermelha por possuir uma camada mais fina de peptidoglicano e não conseguir reter a coloração do cristal violeta.

Além disso, foi possível contextualizar a importância e funções bacterianas, como funciona seu crescimento, reprodução, divisão e multiplicação, a temperatura ideal de crescimento e os fatores que favorecem ou inibem a multiplicação.

Com o conhecimento absorvido da disciplina de Fitopatologia I, foi possível entender os mecanismos de ação das bactérias no controle de pragas e doenças, os princípios gerais de controle de doenças em plantas, e a importância do método de controle biológico no manejo.

De acordo com o conteúdo visto na disciplina de Entomologia e Parasitologia II, foi possível entender com clareza a importância do manejo integrado de pragas (MIP) e conhecer mais de perto as pragas que acometem cada cultura, além de ver na prática a importância do monitoramento das pragas agrícolas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos gerais

Obter experiência no nicho de produtos biológicos através do acompanhamento das atividades da empresa, e conhecer melhor o processo de multiplicação de microrganismos “OnFarm”.

2.2. Objetivos específicos

- Dar suporte ao responsável da área durante as visitas técnicas e auditorias em biofábricas;
 - Acompanhar o controle de qualidade de produtos produzidos “OnFarm”;
 - Assepsia de ambiente industrial (CIP);
 - Vistoriar o recebimento e armazenamento dos insumos, bem como o controle do seu estoque;
 - Elaborar relatórios com informações coletadas nos checklists e durante os ciclos de produção “OnFarm”;
 - Acompanhar todo o processo de multiplicação dos produtos no cliente;
- Acompanhar a equipe de manutenção para correções de problemas nas biofábricas;
- Atualizar o sistema com as visitas ocorridas.

3. DESCRIÇÃO DA ROTINA E DO CAMPO DE ESTÁGIO

O assistente de qualidade LabFarm é responsável pela realização de visitas técnicas para monitoramento das biofábricas. Quando fechado a venda da proposta, se faz a instalação na fazenda dos *LabFarm*'s: laboratórios automatizados e refrigerados, que podem ser em estruturas de isopainéis ou contêineres (Figura 1 e Figura 2).



Figura 1. *LabFarm* de modelo em isopainel, Maranhão, 2022. Fonte: SOLUBIO (2022).



Figura 2. *LabFarm* de modelo em Contêiner, Maranhão, 2022. Fonte: acervo pessoal.

Estes garantem praticidade operacional, uma melhor e mais segura assepsia e um ambiente adequado para a multiplicação dos microrganismos na fazenda. O modelo mais completo de *LabFarm* é composto por banheiro, ambiente para assepsia (também chamado de antessala), sala de multiplicação, sala de armazenamento, sala de estoque e sala de controle de qualidade. Logo após a instalação dos laboratórios, são instaladas as biofábricas: tanques utilizados para a multiplicação de bioinsumos que são automatizados, de material 100% inox e permitem uma melhor assepsia, praticidade e eficiência (



Figura 3).

Figura 3. Biofábricas (tanques de produção) já instaladas no *LabFarm*, Maranhão, 2022.

Fonte: acervo pessoal.

Estes variam de tamanho, podendo ter capacidade de até 2.000 L, que dependerá do manejo, área de cultivo e necessidade da fazenda. Eles possuem filtros microbiológicos de água e ar, injeção de ar, sensores de temperatura, entre outras ferramentas para garantir uma produção de alto grau de pureza e menor contaminação, resultando numa melhor qualidade do produto.

Após a instalação completa, o assistente de qualidade fornece um treinamento, sendo responsável pela apresentação do funcionamento para os responsáveis na fazenda, realizando o checklist de entrega técnica de instalação e conferindo todos os itens da BioFábrica e *LabFarm* descritos no documento. Assim, foi acompanhado durante o período de estágio o processo de

entrega de *LabFarm* em algumas fazendas, porém não foi concluído a instalação até o término do estágio.

A



sala de

armazenamento é composta por mais biofábricas que podem ser utilizadas tanto para multiplicar como para armazenar, porém algumas fazendas utilizam reservatórios de container IBC de capacidade 1.000 L (

Figura 4).

Figura 4.



em contêiner

armazenamento, Maranhão, 2022. Fonte: acervo pessoal.

Reservatórios
IBC na sala de

Estas também são refrigeradas para que o produto multiplicado se mantenha viável. A qualidade e a viabilidade variam de acordo com o bioinsumo, mas em uma temperatura de até 16° C, o produto pode ser armazenado por até 20 dias.

No estoque se armazenam os insumos necessários para a multiplicação: meio de cultura, cepas puras, sanitizante e antiespumante (

Figura 5 e Figura 6).

Figura 5. Insumos armazenados na sala de estoque, Maranhão, 2022. Fonte: acervo pessoal.

Figura 6. Kit multiplicação meio de puras,



de composto por cultura, cepas sanitizante e

Fonte:

(2022).

antiespumante. SOLUBIO

Os meios de cultura são esterilizados por ozônio e raio gama antes da entrega aos clientes. Eles podem ser líquidos ou sólidos, dependendo do microrganismo trabalhado. O meio

de cultura em formulação líquida possui embalagens com 10 L, e o sólido 15 kg. As cepas são isoladas e purificadas para se obter um alto exponencial de concentração (SOLUBIO, 2022). Estas são entregues em embalagens contendo 5 L. Esses insumos são registrados pelo MAPA, e cada embalagem vem com a identificação do lote de fabricação, data de fabricação e validade. O estoque também se mantém refrigerado a uma temperatura de 16°C.

Durante o período de estágio, realizou-se visitas periódicas nas fazendas, acompanhando o responsável técnico, onde os motivos das visitas foram diversos: relacionamento, checklist e controle de estoque, manutenção e de controle de qualidade. As visitas de relacionamento são apenas para manter o contato, mostrar que está presente e disponível para ajudar no processo ou em outra atividade, bem como para alinhamento de novas atividades. As visitas de checklist tem o propósito de avaliar o *LabFarm* e biofábricas, verificar se está conforme ou desconforme, como por exemplo: “há algum defeito no piso?”, “a sala de produção está esterilizada?”, “lava jato em perfeitas condições de uso?”, “filtros microbiológicos de ar em perfeitas condições de estado?”, entre outros questionamentos. O checklist mensal é feito através da plataforma digital da empresa, com acesso pelo celular. Caso exista alguma desconformidade é aberta uma Ordem de Serviço (OS) para direcionar o chamado à equipe de manutenção e buscar a solução do problema ou troca de algum material. Nestas visitas também é feito um controle de estoque, onde faz-se um levantamento da quantidade de produtos que foram utilizados, da quantidade de produtos em estoque, e da quantidade de produtos que será preciso para as próximas multiplicações. A parte da manutenção é feita pelo setor responsável, porém durante o período de estágio, foi acompanhado junto com o responsável, algumas visitas de manutenção, onde realizou-se correção de lava jato, troca de mangueiras, manutenções em bombas, entre outras atividades. A visita de controle de qualidade é realizada com o intuito de verificar se as biofábricas estão em perfeitas condições de higiene, assim como o *LabFarm*, acompanhar multiplicações, verificar se o processo está sendo feito corretamente, orientar e ajudar o laboratorista e obter amostras do produto que está em processo de multiplicação.

Para entrada no *LabFarm* é necessário está devidamente equipado para garantir a segurança de quem manuseia e a qualidade do produto final. É necessário o uso de EPI's como jaleco, bota, touca, máscara e luvas. Antes do processo de multiplicação o ambiente deve ser limpo, incluindo piso, paredes e ambiente com as biofábricas com hipoclorito de sódio (NaClO) a 0,1% ou 0,5%. É necessário realizar a limpeza da biofábrica onde se realiza primeiramente a lavagem externa, posteriormente é feito a limpeza interna com ácido peracético. Existe um painel de controle que permite que o processo seja automatizado, ligado por uma chave geral e

com tela touchscreen para seleção dos comandos e configuração. Após a limpeza, inicia-se o processo de enxágue, que é realizado duas vezes, cada um com duração de 10 minutos. Separam-se os insumos que serão utilizados na produção. Coloca-os na mesa de manipulação para realizar a descontaminação das embalagens com etanol 70%. Não é recomendado fazer a “quebra dos kits” ou fracionar os insumos, como pré-inóculo e meio de cultura. Após esse processo, dar-se início ao processo de multiplicação, fazendo a assepsia externa das bocas de entrada com etanol 70% antes de adicionar os insumos. Com a biofábrica abastecida com água e a bomba hidráulica acionada, adicionam-se o antiespumante e o meio de cultura, aguardando 5 minutos para a homogeneização da solução, e por fim o inóculo. Ativando a opção de multiplicação no painel será apresentado na tela quais os insumos necessários, informando a proporção que precisa ser utilizada e o tempo que levará a multiplicação, a depender do microrganismo utilizado. É importante não abrir a boca de visita durante e após o processo de multiplicação para evitar a exposição do produto e não interromper o processo de multiplicação, pois as últimas horas de multiplicação são essenciais para a curva de crescimento do microrganismo.

Apesar das atividades serem descritas neste relatório, como elas se baseiam em segredos comerciais, nomes de produtos foram omitidos, bem como o processo de forma literal e as doses utilizadas.

O controle de qualidade é essencial para que se tenha o resultado do trabalho do laboratorista e do processo de multiplicação realizado de acordo com as recomendações da empresa. Recomenda-se realizar uma coleta do produto no momento que a biofábrica encerra a etapa de Multiplicação ou com até 30 (trinta) minutos de tolerância. Para isso, retira-se uma amostra do produto (através da torneira de amostragem) para verificar como está o exponencial de concentração e o nível de pureza. A empresa disponibiliza kits de amostragem (Figura 7), compostos pelo recipiente de coleta, etiqueta para colocar as informações da produção, e instruções de coleta, armazenamento e transporte da amostra.



Figura 7. Exemplar de kit de amostragem. Fonte: SoluBio (2022).

A análise das amostras é feita na sala de controle de qualidade. Para as fazendas que não possuem tal estrutura, as amostras são encaminhadas para laboratórios credenciados, bem embaladas e refrigeradas. É esperado que não haja presença de outras colônias além das de interesse, e uma concentração mínima de 10^7 UFC/mL. Caso seja verificada a presença de contaminantes e a concentração encontre-se abaixo do desejado é necessário revisar as etapas do processo de multiplicação, verificar se assepsia das biofábricas e do ambiente foram feitas corretamente, bem como a assepsia pessoal, e se está usando os equipamentos adequados para entrada e permanência na sala. Caso tudo esteja dentro do padrão, o departamento de qualidade estuda outros parâmetros que podem ter influenciado nos resultados, incluindo a revisão da qualidade dos lotes utilizados. Ao sair os resultados das amostras são emitidos laudos informando data de plaqueamento, método utilizado, tempo de incubação, a diluição contada, se houve contaminação, entre outras informações.

4. DESCRIÇÃO DE CASOS E DISCUSSÃO EMBASADA NA LITERATURA

4.1. Defensivos agrícolas

Os defensivos agrícolas, também conhecidos como agrotóxicos, agroquímicos, produtos fitossanitários, pesticidas, biocidas ou praguicidas estão entre as principais ferramentas do atual modelo de desenvolvimento da agricultura brasileira que auxiliam o cultivo, sendo utilizados em diferentes sistemas, naturais ou não, empregados em maior frequência no setor agrícola visando principalmente promover um significativo desenvolvimento econômico (FERREIRA, 2014).

Nos últimos anos, o uso de defensivos agrícolas para o combate das pragas, doenças e plantas daninhas que causam danos as lavouras tornou-se uma prática comum na agricultura. Esses estudos promovem um maior crescimento da produção de alimentos, garantindo maiores produtividades das culturas, e contribuindo significativamente para o desenvolvimento das atividades no setor agrícola. Entretanto, o uso exacerbado dos agrotóxicos na agricultura também vem causando efeitos negativos, colaborando para o detrimento da saúde humana, ambiental e da biodiversidade (LIMA; ROCHA, 2012).

Esses produtos químicos são classificados de acordo com a ação do princípio ativo no organismo alvo como bactericidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas, inseticidas, algicidas, rodenticidas, vermífugos, nematicidas, podendo ser também solventes, lubrificantes, tintas, produtos usados para desinfetar e limpar estábulos etc. (CAVALCANTI et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2013). Também podem ser divididos de acordo com os efeitos agudos que o produto pode provocar ao organismo (MELLO et al., 2019).

O controle químico apresenta-se como o método mais utilizado para o controle de pragas, desde os pequenos até os grandes produtores. Grande influência dessa vasta utilização é devido sua eficaz e rápida ação, em comparação a outros métodos de controle, principalmente se o agente nocivo já estiver presente na cultura (SILVA; BATISTA, 2021). O uso de agrotóxicos e fertilizantes podem assegurar uma boa produção agrícola, contribuindo para um significativo aumento da produtividade. Acredita-se que a utilização dos defensivos químicos para o controle de pragas tem influência sobre os preços dos alimentos produzidos, de forma que sem a utilização os preços seriam mais elevados, em decorrência da menor oferta do produto (MORAES, 2019).

Em contrapartida, mesmo que haja ampliação nos ganhos produtivos, os efeitos nocivos causados ao meio ambiente são inestimáveis e não podem ser ignorados, visto que seu acúmulo pode perdurar por longos períodos causando diversos desequilíbrios ambientais, como

a superpopulação de pragas, a seleção de biótipos resistentes e causar prejuízos à saúde humana e animal (TRINDADE, 2005; PAULA et al., 2009; SCOPE; GOMES, 2011). Também podem provocar uma modificação da composição e contaminação do solo, poluição das águas (rios, lagos e aquíferos) e do ar, podendo intervir nos organismos vivos terrestres e aquáticos, adulterando sua morfologia e função dentro do ecossistema, além de persistirem nas cadeias tróficas (SILVA et al., 2016; DUTRA; FERREIRA, 2017; LOPES; ALBUQUERQUE, 2018; BASSO et al., 2021).

O Brasil é considerado um dos principais produtores agrícolas do mundo, destacando-se como um dos países mais eficientes no uso da terra e insumos agrícolas em função da sua produção, de forma que o avanço da agricultura no país vem ocorrendo a cada ano. Esse aumento crescente se dá pelo aumento da demanda por alimentos que é conferida ao crescimento exponencial da população (FAO, 2017; LOPES; ALBUQUERQUE, 2018). Paralelamente, com o avanço da produção agrícola, o consumo de produtos químicos no país aumentou proporcionalmente, fazendo com que atualmente o Brasil ocupe o lugar de maior consumidor de agrotóxicos no mundo desde 2008 (TEJERINA, 2018; LIMA, 2020; BASSO et al., 2021). Os defensivos agrícolas foram inseridos no Brasil entre os anos 1945 e 1985, no período da modernização da agricultura nacional, tendo o apoio oficial do Estado para implantação e sob a justificativa de aumentar a produção e facilitar as atividades do campo (SALOMÃO et al., 2019). Alguns fatores colaboraram para o alto consumo de agrotóxicos no país, como a necessidade do uso, considerando o modelo em que a agricultura é produzida, ou seja, o cultivo de uma única espécie de planta (monocultura) e o acréscimo de espécies de plantas transgênicas. Além das condições climáticas do país, o clima tropical, que favorece o aparecimento de agentes nocivos, por não haver períodos de invernos para encerrar os ciclos das pragas (FRIEDRICH et al., 2018; LIMA, 2020).

Um novo direcionamento para a produção agrícola é o desenvolvimento de práticas de menor impacto ambiental no controle de pragas. Nesse contexto, tornou-se necessário a criação de modelos de produção de base ecológicas que utilizem métodos alternativos de controle e que substituam ou reduzam o uso dos produtos químicos, gerem menos efeitos negativos ao meio ambiente e à saúde humana, supram a crescente necessidade de alimentos livres de resíduos tóxicos e consequentemente favoreçam o uso sustentável da biodiversidade (LACEY et al., 2001; SILVA et al., 2010; MICHEREFF et al., 2013). Também se faz necessário o fortalecimento de políticas já existentes no país, como a Política Nacional para Redução do Uso de Agrotóxicos (PNARA) e a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), para estimular, incentivar e conscientizar os produtores a cultivar sem a utilização

de defensivos químicos, assim como a população o maior consumo de alimentos de origem orgânica (GODOI; DOMINGOS, 2020). Dessa forma, uma alternativa para o controle das pragas nos cultivos agrícolas, com uso de tecnologias limpas e que promovem uma redução dos agroquímicos, é a introdução de agentes controladores naturais, como o controle biológico, que se destaca por seu mínimo impacto ao ambiente, por evitar o desenvolvimento de resistência nos vetores e pragas agrícolas e preservar o meio ambiente (PARRA et al., 2002; DIEHL et al., 2012; CHAGAS et al., 2016).

4.2. Controle biológico

O controle biológico (CB) é uma função integral de todo sistema ecológico que existe no planeta. Consiste no uso de um ou mais organismos, ou parte deles, no intuito de reduzir ou controlar a população de inimigos naturais como insetos-pragas, plantas daninhas, patógenos de plantas e nematoides, que provocam doenças geradoras de efeitos negativos nos cultivos agrícolas (ROMEIRO, 2007; MACHADO; COSTA, 2018; COELHO et al., 2021).

É considerado um dos melhores métodos a ser utilizado para a substituição dos agroquímicos na agricultura, por consistir em uma alternativa completamente natural com a introdução de antagonistas naturais disponíveis no ambiente, como predadores, parasitas e patógenos das pragas mais frequentes nos cultivos, que atuam contra os inimigos que estejam causando danos e perdas econômicas (BELARMINO, 2021).

O CB é considerado uma importante ferramenta do Manejo Integrado de Pragas ou de produção orgânica, que faz aplicação de produtos seletivos, objetivando evitar o desequilíbrio e surtos de insetos-praga e que não deve ser utilizado isoladamente ou como um método definitivo a ser usado para o controle agroecológicos de agentes nocivos (GALLO et al., 2002; SILVA; BATISTA, 2021).

O termo “controle biológico” foi definido primeiramente por Harry Scott Smith, em 1919 como “a supressão de populações de insetos pela ação de seus inimigos naturais nativos ou introduzidos” (Smith, 1919). Ao longo dos anos, a definição do termo foi discutida por diferentes estudiosos de acordo com os avanços tecnológicos acerca do controle de pragas iam surgindo. Para DeBach e Rosen (1991) o controle corresponde como "qualquer redução de populações de plantas ou animais por inimigos naturais que ocorra em áreas naturais ou manejadas". Por outro lado, mais recentemente, Heimpel e Mills (2017) apresentaram uma definição de controle biológico que reconhece as relações ecológicas subjacentes que caracterizam o controle biológico e incluem interações diretas e indiretas entre populações de organismos-alvo, agentes de controle biológico, seres humanos e seus recursos.

O CB é um importante serviço ecossistêmico regulador concedido pela biodiversidade que vem se destacando por ser uma estratégia menos agressiva de controle, uma técnica mais econômica, eficiente e de imenso valor econômico para os agricultores e a sociedade (COSTANZA et al., 1997; LOSEY; VAUGHAN, 2006). Além disso, é considerado como sendo um método mais seguro, visto que sua ação ocorre sobre os inimigos naturais específicos, evitando o ataque as demais espécies, diferindo do modo de ação da maioria dos defensivos agrícolas. Essa alternativa de controle também se destaca como sendo mais ecológica por não causar danos negativos a biodiversidade, sem geração de impactos negativos ao meio ambiente, podendo ser utilizada também em casos em que houve o desenvolvimento de resistência aos produtos químicos, e manter seu efeito durante anos (MOAZAMI, 2011; SILVA; BATISTA, 2021). Diferentemente do controle químico, não apresenta efeito total e imediato, onde seu efeito pode ser abaixo do necessário, havendo a necessidade de integração com outros métodos de controle.

Para o controle biológico são utilizados os inimigos naturais, que são organismos naturais benéficos que ocorrem no mesmo ambiente que também se encontram as pragas. Esses inimigos podem ser encontrados em todos os ecossistemas agrícolas e por atuar como agentes do controle biológico, muitas vezes podem ser observados consumindo presas (COSTA et al., 2006; MARTINS, 2017). Os microrganismos patogênicos a plantas, são controlados por outros microrganismos, como fungos, bactérias e vírus. Esses microrganismos podem agir controlando doenças em parte aérea ou doenças de solo.

4.3. Controle biológico no Brasil

No Brasil diversos programas de controle biológico têm sido conduzidos e aplicados. Os dois primeiros registros de utilização de inimigos para controle biológico clássico no Brasil foram com parasitoides pertencentes a família Aphelinidae. Em 1921, tem-se a introdução do primeiro inimigo natural no país importado dos EUA, o parasitoide *Prospaltella berlesei*, para atuação como agente de controle biológico da cochonilha escama-branca (*Pseudaulacaspis pentagona*). O segundo relato foi de 1923, quando o parasitoide *Aphelinus mali* (Haldeman) foi inserido para realizar o controle do pulgão lanígero-da-macieira (*Eriosoma lanigerum* (Hausmann)) (PARRA et al., 2002; FONTES; VALADARES-INGLIS, 2020).

No Brasil, os programas de controle biológico assemelham-se aos melhores programas do mundo, em alguns casos, avançando mais do que em outras partes do globo. Entretanto, ainda existe resistência à utilização dos programas por partes dos produtores devido as crendices e a cultura do agricultor brasileiro, que habituou-se ao longo dos anos a utilizar

defensivos químicos para o para controlar as pragas. Arelado a isso, tem-se também a forte influência exercida pelas grandes empresas de agroquímicos (PARRA, 2019).

Embora exista a resistência para utilização dessa estratégia de controle, no Brasil os avanços para que os agricultores façam uso são significativos. Esse progresso se dá em decorrência ao empenho dos órgãos estaduais de pesquisa e da Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (TRISCH et. al., 2013).

Atualmente registram-se casos de controles bem-sucedidos, com os agentes controladores: *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae), *Metagonistylum minense* (Diptera: Tachinidae), *Paratheresia claripalpis* (Diptera: Tachinidae), *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) *Baculovirus anticarsia* (Baculoviridae), além de outros projetos menores envolvendo o uso de parasitoides, predadores ou patógenos (vírus, bactérias e fungos) (PARRA, 1992; PARRA, 2014; CHAGAS et al., 2016). O uso de microrganismos como agente controladores também vem apresentando bastante resultados e crescimento no mercado.

No ano de 2019, o valor estimado do mercado de biológicos no Brasil foi de R\$ 500 milhões. É visível o desenvolvimento do CB no país, sendo esse efeito diretamente ligado as grandes empresas que acreditaram no potencial de utilização deste tipo de controle e se inseriram no Brasil. Este fato também tem gerado ao país uma redução de cerca de cem milhões de dólares com agrotóxicos, além dos benefícios ambientais diretos decorrestes da não aplicação de mais de onze milhões de litros desses produtos (TRISCH et. al., 2013; PARRA, 2019). O CB também tem apresentado crescimento promissor nas últimas décadas, com destaque a partir de 2008, onde na atualidade tem-se registro de 111 produtos para manejo de doenças no Brasil (AGROFIT, 2022), somando nas técnicas integradas de manejo das doenças de plantas, incluindo a produção em modalidade “OnFarm” (FRANCISCONI; BONALDO, 2022).

4.4. Produção “OnFarm” de bioinsumos para manejo biológico

A produção “OnFarm” de bioinsumos corresponde a produção em propriedades rurais de defensivos agrícolas formulados a partir de organismos biológicos, para uso e aplicação no controle de pragas nas plantações. Nesse sistema, os próprios produtores fazem a multiplicação das comunidades que encontra na natureza, onde não há uma espécie pura e base da reprodução é a multifuncionalidade da comunidade biológica autóctone (ABRUNHOSA, 2019; HARDOIM et al., 2020; FRANCISCONI; BONALDO, 2022). Os principais bioinsumos ou produtos biológicos à disposição do agricultor são à base de organismos, tanto microbiológicos (fungos, bactérias, vírus e nematoides) como macrobiológicos (parasitoides e predadores),

como inseticidas/acaricidas, fungicidas e nematicidas, semioquímicos (feromônios) e bioquímicos (GINDRI et al., 2020).

Essa produção "*OnFarm*" é regulamentada principalmente pelo Decreto nº6913/2009 (BRASIL, 2009) e mais recentemente pelo lançamento do Plano Nacional de Bioinsumos, criado pelo Decreto nº10375/2020 (BRASIL, 2020), que proporcionou mais fomento, incentivos e regulamentação ao setor de biológicos no Brasil (FRANCISCONI; BONALDO, 2022). O aumento da produção "*OnFarm*" foi influenciada pelo elevado custo dos defensivos agrícolas, pelo desenvolvimento de populações resistentes aos produtos químicos disponíveis no mercado e também por ser uma estratégia alternativa ao uso de agrotóxicos. Além disso, a produção dos bioinsumos diretamente pelos agricultores também se dá pela indisponibilidade de produtos comerciais na região, por potencialidade de uso dos recursos locais e principalmente por aspectos econômicos, como redução de custos, pela elevação dos valores dos insumos, escassez da oferta e elevação dos preços (GINDRI et al., 2020). O desenvolvimento da indústria de bioinsumos (as biofábricas), juntamente com a pesquisa pública-privada, proporcionou a geração de novas formulações que deram ao produtor maior garantia de eficiência e segurança em seu uso (SOUZA, 2021).

Os microrganismos produzidos "*OnFarm*" encontram-se metabolicamente ativos, disponíveis para agir contra as pragas. Não há regimentos para a realização da multiplicação pelos produtores de comunidades de microrganismos baseada em inóculos do seu contexto, porém durante os processos de multiplicação nesse sistema, os agricultores devem seguir boas práticas de controle de qualidade e de higiene, no intuito de evitar contaminações, visto que os perigos trazidos pelos contaminantes são mais evidentes na produção caseira e que a falta de condições adequadas para a fermentação, sem utilização de equipamentos esterilizados e fermentadores adequados são capaz de gerar riscos de contaminação por microrganismos não desejáveis. Com relação a produção de microrganismos específicos para consumo próprio, as produções nas propriedades rurais devem seguir as regulamentações normativas da legislação do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para os microrganismos referência (VALICENTE et al., 2018; ABRUNHOSA, 2019; HARDOIM et al., 2020).

Para a produção dos bioinsumos é fundamental a estrutura de tanques para proliferação e armazenamento, assim como de cepas das bactérias (inóculos) e o meio de cultura. O sistema de multiplicação pode ser promovido de forma semi-industrial ou completamente artesanal, fazendo uso de caixas d'água ou biorreatores, com adição de um meio de cultura, água, antiespumante, açúcar ou melado e o inóculo microbiano (HARDOIM et al., 2020). Uma etapa fundamental na produção é o controle de qualidade, que visa analisar as características do

bioinsumos produzidos sob parâmetros distintos para garantir a sua qualidade (YOUSTEN, 1984; ALVES; MORAES, 1998; OECD, 2013).

Inicialmente, as produções "OnFarm" eram realizadas na maioria dos casos por produções agroecológicas devido à dependência dessas ao manejo biológico. Entretanto, essa produção atende às exigências de pequenos a grandes produtores, mostrando-se eficiente nos diferentes sistemas e escalas de produção, caracterizando-se como uma ferramenta importantíssima que traz inúmeros benefícios para o meio ambiente, como uma estruturação do solo e aumento do vigor vegetativo, redução das aplicações de defensivos químicos e contaminação, diminuição dos custos de produção e aparecimento de resistência insetos-praga, contribuindo diretamente para o desenvolvimento rural sustentável (SOUZA, 2021; RIBEIRO, 2021).

4.5. Produção "OnFarm" no Brasil

A multiplicação de microrganismos nas propriedades rurais do Brasil, mais especificamente de bactérias, alavancou a partir do ano de 2012-2014 a partir de um surto causado por *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) que resultou em prejuízos econômicos em diversas culturas, dentre elas, soja, milho e algodão. Nesse período, os defensivos químicos usualmente utilizados não apresentaram eficácia sobre essa praga, com exceção de um bioinseticida comercial a base de *Bacillus thuringiensis*, que apesar de ser altamente eficaz, era de difícil acesso por seu custo elevado. Esse cenário incentivou os produtores a buscar uma nova alternativa de controle, encontrando suporte com o controle biológico e dando início da multiplicação "OnFarm" de bactérias em suas propriedades rurais (MONNERAT et al., 2018; FERRAZ; NETTO, 2020).

De acordo com os dados do MAPA, tem-se disponível no mercado brasileiro 20 produtos para controle de diferentes pragas a base de *B. thuringiensis* (BRASIL, 2018; MONNERAT et al., 2018). No Brasil a multiplicação de bactérias "OnFarm" para controle biológico vem crescendo significativamente, principalmente por ser uma prática que promove uma redução dos custos de produção, de alta eficácia e que causam menos danos ao meio ambiente. A significativa redução dos custos pode chegar a 90% como em casos utilizando produtos comerciais a base *B. subtilis* contra nematoides nas lavouras de café. Além do ganho econômico, a utilização de bactérias nesse sistema também pode trazer mais benefícios, como nas plantações de soja, onde são utilizados o *B. thuringiensis* para o controle de lepidópteros, *B. subtilis* para o controle de pragas e doenças e *Bradyrhizobium* para fixação de nitrogênio (FERRAZ; NETTO, 2020).

No Brasil, por decreto, tem-se que a multiplicação “*OnFarm*” de bactérias por produtores é permitida apenas para utilização própria, sendo proibido qualquer tipo de comercio, como venda ou permuta (FERRAZ; NETTO, 2020). A multiplicação no país tem se fortalecido pelas iniciativas, auxílios e regulamentação do Programa Nacional de Bioinsumos, que procura impulsionar e promover o desenvolvimento do controle biológico, no intuito proporcionar uma redução de resíduos, da contaminação do meio ambiente e da pressão de seleção de pragas resistentes aos produtos químicos e consequentemente promovendo um equilíbrio da biodiversidade.

4.6. Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (BPCP)

O uso de fertilizantes, melhoramento genético de vegetais e manejos com aplicações de defensivos químicos são os principais métodos utilizados para prover o crescimento da produção das culturas. Entretanto, a necessidade de biotecnologias e alternativas sustentáveis para melhorar a produção agrícola tem sido essencial nos últimos anos. Nesse contexto, a utilização de biotecnologias como o uso de bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCP) vem sendo estudada em várias partes do mundo e se apresentando como uma alternativa viável para a manutenção do manejo do solo, reduzir os custos de produção, a utilização de produtos químicos e impacto ambiental e consequentemente aumentar a produtividade das culturas (ISAWA et al., 2010; BHATTACHARYYA; JHA, 2012; OLIVEIRA et al., 2014; DUARTE, 2018).

Bactérias promotoras de crescimento são conhecidas na literatura como “plant growth-promoting bacteria” (PGPB) ou “bactérias promotoras do crescimento vegetal” (BPCV) e consistem em grupo amplo de microrganismos benéficos de vida livre, capazes de colonizar diferentes regiões das plantas (filosfera e tecidos internos) e rizosfera, sem causar danos ao seu hospedeiro e que podem ser classificadas como epifíticas ou endofíticas (ANDREOTE et al., 2009; HUNGRIA et al. 2010; MENDONÇA et al., 2020). Essas bactérias modulam o metabolismo da planta e estimulam o desenvolvimento e o crescimento das espécies vegetais (HUNGRIA et al. 2010; OLIVEIRA et al., 2014), sustentam a demanda vegetal por nutrientes e água e atuam no aumento da resistência das plantas a pragas e doenças por meio de mecanismos diretos e/ou indiretos (GLICK, 2012).

As BPCP atuam suprindo diretamente a demanda vegetal por nutrientes (P, K, Fe) e água, através de mecanismos diretos de promoção do crescimento, ou atuando no aumento da resistência e tolerância das plantas contra estresses bióticos e abióticos. O controle biológico de pragas e doenças pelas BPCP também pode ocorrer em decorrência à produção de ácido

cianídrico (HCN), enzimas γ -1,3 glucanase e quitinase, bacteriocinas e antibióticos, e pela indução de resistência sistêmica (SINGH, 2018; REHMAN et al., 2020; HAMID et al., 2021). Podem beneficiar diretamente as culturas por meio da combinação de fatores e mecanismos que potencializam a produção, como a capacidade de fixação biológica do nitrogênio, solubilização de compostos minerais como fósforo, produção ou aumento na concentração de fitormônios, produção de sideróforos e indiretamente por meio do controle biológico por competição por nutrientes, e antagonismo a organismos fitopatogênicos tais como fungos, bactérias e nematoides e indução da resistência sistêmica contra doenças que pode trazer como benefício o aumento da produtividade (HAYAT et al., 2010; VARGAS et al., 2012; ARRUDA et al., 2013; LIU et al., 2013; AQUINO et al., 2019). Essas bactérias podem ser usadas para tratar sementes, explantes, mudas micropropagadas, incorporadas ao substrato de plantio, tratamento de estacas, tubérculos e raízes, pulverizações na parte aérea incluindo folhagem e frutos, e em pós-colheita (FIGUEIREDO et al., 2010).

Diversos gêneros de bactérias são classificados como promotoras do crescimento, dentre elas, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Bacillus* e *Azospirillum*. Sendo utilizadas como objetos de pesquisas em todo o mundo, assim como componentes de inoculantes comerciais para uso agrícola como potencial fertilizante, realização do controle de doenças vegetais e gerenciamento de pragas (BHATTACHARYYA; JHA, 2011; OLIVEIRA et al., 2014; GIRIO et al., 2015; AQUINO et al., 2019). No campo, a utilização das BPCPs tem gerado uma proteção contra doenças e um aumento de produtividade, já que os efeitos são, principalmente, aumento de área foliar, diâmetro de pseudocaule, número de folhas e matéria seca, com consequente redução do tempo de aclimatização e maior sobrevivência das mudas após o transplante (FALEIRO; ANDRADE; REIS, 2011).

Para iniciar sua atuação, as BPCPs associam-se à planta hospedeira colonizando seus tecidos internos e a rizosfera e essa colonização irá iniciar quando as bactérias se deslocarem por meio da solução do solo em direção ao sistema radicular, ou quando as raízes encontrarem bactérias de acordo com que crescem no solo. As bactérias produzem e liberam substâncias na rizosfera, como os fitohormônios que irão estimular o crescimento das plantas (SOUMARE et al., 2021; KONDO et al., 2021).

O milho, a soja e o algodão são importantes culturas produzidas Brasil e a produção desses insumos contribui significativamente para o desenvolvimento da economia e para o avanço da agricultura no país. Porém, em decorrência do aumento da demanda mundial por grãos, faz-se necessário um aumento da produtividade, aliado ao uso de técnicas de manejo mais sustentáveis que visem diminuir os custos com produção e os impactos ambientais. Dessa

forma as bactérias promotoras de crescimento de plantas apresentam-se como alternativa promissora para o incremento da produtividade da cultura e redução no uso de fertilizantes (ARAUJO et al., 2012).

Várias bactérias, tais como *Azospirillum*, *Klebsiella*, *Burkholderia*, *Bacillus* e *Pseudomonas*, têm sido apresentadas como promotoras de crescimento para milho, agindo principalmente na fixação biológica de nitrogênio, produção de fitormônios, solubilização de fosfato e realização do controle biológico (CHELIUS; TRIPLETT, 2000; MONTAÑEZ et al., 2009; ARRUDA et al., 2013; PIROMYU et al., 2011; BOMFIM et al., 2020). A cultura da soja, apresenta com frequência limitações de produtividade, muitas das quais são oriundas de problemas nutricionais, sobretudo pelo fornecimento insuficiente de N. Atualmente utilização de fixação biológica de nitrogênio na soja é uma prática bastante difundida, e aplicada por produtores, sendo a inoculação com *Bradyrhizobium* a mais utilizada, além da co-inoculação ou inoculação mista (MIRANDA et al., 2020; PACENTCHUK et al., 2020). Para a cultura do algodão, estudos têm demonstrado a efetividade do uso de BPCP para promover aumento na emergência e crescimento e controle biológico de pragas (CHEN et al., 1995; HAFEEZ et al., 2004; ARAÚJO, 2008).

4.7. BPCPs mais utilizadas e métodos de aplicação

As BPCPs podem ser inoculados na forma líquida ou turfosa, em diferentes culturas. O método de inoculação é o mais utilizado, entretanto também podem ser aplicadas no sulco de semeadura e/ou aplicação foliar, que estimulam o crescimento e podem ser utilizadas de forma preventiva ou curativa, atuando por diversos mecanismos (GARLINDO, 2021). A aplicação via foliar é feita pela pulverização das bactérias sobre as folhas da planta cultivada, de forma que essa aplicação cria uma interação entre o microrganismo e superfície foliar (CHIMELO, 2021). Outra técnica de aplicação é pela aspersão no sulco, por ocasião da semeadura, em solos com ou sem população estabelecida (MERCANTE et al., 2011). Em estudos têm sido apresentado que ambas as técnicas de aplicação, por sulco e via foliar, podem conferir a mesma eficiência da inoculação (SANTINI et al., 2018; RILLING et al., 2019). Dentre as bactérias mais utilizadas na aplicação em sulco, tem-se:

- ***Azospirillum brasiliense***: funciona como promotor de crescimento e potencializador de hormônios. Pode ser usado nas principais culturas.
- ***Bradyrhizobium japonicum***: promove a fixação biológica de nitrogênio, é uma alternativa ao uso de fertilizantes químicos de nitrogênio, fornece nitrogênio durante todo o ciclo da cultura. É utilizada principalmente na cultura da soja.

- ***Bacillus subtilis***: é um agente bionematicida preventivo. Combate o nematoide no solo. Transforma exsudatos radiculares em subprodutos que impedem que o nematoide encontre o alvo, fazendo com que se locomova até a morte. Caso o nematoide encontre o hospedeiro, as bactérias produzem substâncias absorvidas pelas raízes, que ao introduzir o estilete o nematoide não reconhece como alvo, e assim não é capaz de infectar a planta. A bactéria também cria um biofilme ao redor das raízes, dificultando a infecção por nematoides.
- ***Bacillus amyloliquefaciens***: também é um agente bionematicida, possui o mesmo modo de ação que o *B. subtilis*, porém tem uma proteção maior aos ovos de *Pratylenchus* sp. Pode ser usado em todas as culturas em que há danos.
- ***Bacillus licheniformis***: mesmo modo de ação, e geralmente usados em conjunto com o *Bacillus subtilis*.
- ***Bacillus megaterium***: é utilizado como solubilizador de fósforo, disponibiliza nutriente às plantas. Pode ser usado em todas as culturas.
- ***Pseudomonas fluorescens***: produz antibiótico (2,4 – diacetil-floroglucinol) que atua no controle de patógenos, protegendo sementes e raízes. Pode ser usado em todas as culturas.
- ***Bacillus aryabhattai***: atua na proteção contra estresse hídrico e térmico; promove a produção de polissacarídeos que envolvem as raízes formando uma camada protetora. Pode ser usado em todas as culturas com necessidade de proteção hídrica e térmica.

Para as bactérias mais utilizadas na aplicação foliar, tem-se:

- ***Bacillus Pumilus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Pseudomonas fluorescens***: Inibem o desenvolvimento de patógenos na superfície foliar, o que muda são os mecanismos de ação, a época de aplicação e os alvos, os patógenos no qual deseja combater. Indicado para todas as culturas em que ocorrem os patógenos descritos.
- ***Bacillus thuringiensis***: Bioinseticida contra insetos mastigadores. Indicado para todas as culturas em que houver ataque das lagartas alvo. As toxinas são inseridas na membrana intestinal do inseto, paralisando o seu trato digestivo, de modo que o inseto não consegue mais alimentar-se e assim e morre por inanição.
- ***Chromobacterium subtsugae***: Bioinseticida no controle de insetos sugadores. Indicado para culturas às quais os insetos sugadores causam danos. Essas bactérias ao serem

ingeridas pelos insetos sugadores, se multiplicam na hemolinfa do inseto, produzindo substâncias tóxicas e causando septicemia, culminando na morte deles.

5. CONCLUSÃO

A partir das atividades desenvolvidas e do conhecimento obtido no decorrer do estágio foi possível concluir que o uso de bactérias benéficas tem sido de grande importância e yta grandes potencialidades para a agricultura. Elas atuam com eficiência no controle biológico e promoção de crescimento, sendo integradas num sistema de manejo sustentável que tem trazido vários benefícios, tornando-se uma alternativa mais sustentável e econômica.

Com o estágio foi possível conhecer e orientar os produtores sobre a multiplicação *OnFarm*, mostrar o modo correto e instruções para realização da multiplicação, para que não aconteça erros durante o processo, e para que a aplicação e resultados sejam de sucesso, fazendo com que o cliente comece substituindo os produtos químicos pelos biológicos, buscando a sustentabilidade. E pôde-se concluir que a multiplicação *OnFarm* pode reduzir até 70% dos custos de produção da lavoura, sendo bastante aceita e procurada nos últimos anos.

O estágio foi de suma importância para o crescimento tanto profissional como pessoal do discente, proporcionando uma experiência ímpar na sua formação. Houve uma significativa troca de conhecimento e vivência na prática do que foi visto em algumas disciplinas da graduação. Permitiu desenvolver mais o trabalho em equipe, vivenciar a operação de um ambiente de uma empresa agrícola, absorvendo e desenvolvendo competências e habilidades. A empresa SoluBio possibilitou a inserção do discente no mercado de trabalho, tendo seu primeiro contato de forma engrandecedora, tornando-o mais preparado após sua formação.

REFERÊNCIAS

- ABRUNHOSA, Letícia Santos. **Avaliação da contaminação de meios de cultura utilizados para produção "on farm" de bioinseticida**. 2019. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.
- AGRO BAYER BRASIL - **Biológicos: Seis coisas que você precisa saber** – Disponível em: <<https://www.agro.bayer.com.br/mundo-agro/agropedia/biologicos-seis-coisas-que-voce-precisa-saber>>. Acessado em 01 de junho de 2022.
- AGROFIT. **Consulta Aberta de Agrotóxicos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/agrofit>>. Acesso em: 31 mai. 2022.
- ALVES, S. B.; MORAES, S. A. **Quantificação de inoculo de patógenos de insetos**. In: ALVES, S. B. Controle microbiano de insetos. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 765-777.
- ANDREOTE, F. D.; ROSSETTO, P. B.; MENDES, R.; AVILA, L. A.; LABATE, C. A.; PIZZIRANI-KLEINER, A. A.; AZEVEDO, J. L.; ARAÚJO, W. L. Bacterial community in the rhizosphere and rhizoplane of wild type and transgenic *eucalyptus*. **World Journal Of Microbiology And Biotechnology**, v. 25, n. 6, p. 1065-1073, 21 fev. 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11274-009-9990-9>>. Acesso em 29 mai. 2022.
- ARAUJO, F.F. de; GUABERTO, LL.M.; SILVA, I.F. da. Bioprospecção de rizobactérias promotoras de crescimento em *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 521-527, mar. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982012000300007>>. Acesso em: 02 jun. 2022.
- ARAUJO, F. F. de. Seed inoculation with *Bacillus subtilis*, formulated with oyster meal and growth of corn, soybean and cotton. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 456–462, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000200017>>. Acesso em: 02 jun. 2022.
- ARRUDA, L.; BENEDUZI, A; MARTINS, A; LISBOA, B.; LOPES, C.; BERTOLO, F.; VARGAS, L. K.; Screening of rhizobacteria isolated from maize (*Zea mays* L.) in Rio Grande do Sul State (South Brazil) and analysis of their potential to improve plant growth. **Applied Soil Ecology**, v. 63, p. 15- 22, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.09.001>>. Acesso em: 02 jun. 2022.
- AQUINO, J.P.A. de; MACEDO JUNIOR, F.B. de; ANTUNES, J.E.L.; FIGUEIREDO, M. V. B.; ALCÂNTARA NETO, F. de; ARAUJO, A. S.F. de. Plant growth-promoting endophytic bacteria on maize and sorghum1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, e56241, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632019v4956241>>. Acesso em: 02 jun. 2022.
- BASSO, C; SIQUEIRA, A. C. F.; RICHARDS, N. S. P. S. Impactos na saúde humana e no meio ambiente relacionados ao uso de agrotóxicos: uma revisão integrativa. **Research, Society And Development**, v. 10, n. 8, p. 1-14, 15 jul. 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17529>>. Acesso em: 26 mai. 2022.

BELARMINO, Giulia Helem Silva. **AGRONEGÓCIO E AGROTÓXICOS: CONSEQUÊNCIAS E ALTERNATIVAS PARA DIMINUIR OS DANOS À SAÚDE HUMANA – UMA REVISÃO**. 2021. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2021. Disponível em: < <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/21506/1/GIULIA%20HELEM%20SILVA%20BELARMINO%20-%20TCC%20BACHARELADO%20EM%20FARM%C3%81CIA%20CES%202021.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2022.

BHATTACHARYYA, P. N.; JHA, D. K. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR): Emergence in Agriculture. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 28, n. 4, p. 1327–1350, abr. 2012. Disponível em: < DOI:10.1007/s11274-011-0979-9>. Acesso em: 29 mai. 2022.

BOMFIM, C.S.G.; SILVA, V.B. da; CURSINO, L.H.S.; MATTOS, W.S.; SANTOS, J.C.S.; SOUZA, L.S.B. de; DANTAS, B.F.; FREITAS, A.D.S. de; FERNANDES-JUNIOR, P.I. *Endophytic bacteria naturally inhabiting commercial maize seeds occupy different niches and are efficient plant growth-promoting agents*. **Symbiosis, United States**, v. 81, n. 3, p. 255-269, 2020. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s13199-020-00701-z>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

BRASIL. Decreto nº 6.913, de 23 de julho de 2009. 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 resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. **Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília**, DF, 23 jul. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6913.htm>. Acesso em: 24 mai. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 105, 26 mai. 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.375-de-26-de-maio-de-2020-258706480>>. Acesso em: 24 mai. 2022

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). **Agrofit: sistema de agrotóxicos fitossanitários**. 2018. Disponível em: <<https://agrofit.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 24 mai. 2022.

CAVALCANTI, J. A.; FREITAS, J. C. R.; MELO, A. C. N.; FREITAS FILHO, J. R. Agrotóxicos: uma temática para o ensino de química. **Química nova na escola**, v. 32, n. 1, p. 31-36, 2010.

CHAGAS, F. das; POLONIO, J. C.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M.C.C.; PAMPHILE, J. A.; CONTE, H. Controle biológico em sistema orgânico de produção por agricultores da cidade de Maringá (Paraná, Brasil). **Ciência e Natura**, v. 38, n. 2, p. 637-647, 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467546204008>>. Acesso em 27 mai. 2022.

CHELIUS, M. K.; TRIPLETT, E.W. Immunolocalization of dinitrogenase reductase produced by *Klebsiella pneumonia* in association with *Zea mays* L. **Applied Environment Microbiology**, v. 66, p. 783-787, 2000. Disponível em: <DOI:10.1128/aem.66.2.783-787.2000>. Acesso em: 02 jun. 2022.

CHEN, C.; BAUSKE, E.M.; MUSSON, G.M.; RODRÍGUEZ-KABANA, R.; KLOEPPER, J.W. Biological control of *Fusarium* wilt on cotton by use of endophytic bacteria. **Biological Control**, v.5, p.83-91, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/bcon.1995.1009>. Acesso em: 02 jun. 2022.

CHIMELO, Augusto Teixeira Cavanha. **Inoculação de bactérias promotoras de crescimento associado a sistemas de consórcio de milho irrigado por aspersão**. 2021. 44 f. TCC (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Dracena, 2021.

COELHO, T. N.; MARTINS, W. S.; MIRANDA, F. F. R. de. Controle biológico no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes tratamentos na cultura da soja. **Journal Of Biotechnology And Biodiversity**, v. 9, n. 3, p. 274-278, 1 ago. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v9n3.coelho>. Acesso em: 28 mai. 2022.

COSTANZA, Robert et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/387253a0>. Acesso em: 29 mai. 2022.

COSTA, Valmir Antônio; BERTI FILHO, Evoneo; SATO, Mário Eidi. **Parasitóides e predadores no controle de pragas**. In: PINTO, Alexandre de Sene et al. Controle Biológico de pragas: na prática. Piracicaba: CP 2, 2006.

CROP LIFE BRASIL - **Como são produzidos os bio defensivos de base microbiológica** – Disponível em: <Como são produzidos os bio defensivos de base microbiológica (croplifebrasil.org)>. Acessado em: 22 de maio de 2022.

CROP LIFE BRASIL – **Produtos biológicos: quando a ilegalidade é uma ameaça viva** – Disponível em: <Produtos biológicos: quando a ilegalidade é uma ameaça viva (croplifebrasil.org)>. Acessado em: 22 de maio de 2022.

DEBACH, P.; ROSEN, D. **Biological control by natural enemies**. Cambridge: University Press, 440p., 1991.

DIEHL, M.; FERLA, N.J.; JOHANN, L. Plantas associadas à videiras: uma estratégia para o controle biológico no Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 4, p. 579-586, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/5vFV4VDW9WBPLprnmd8fRQy/?lang=pt#ModalTutors>. Acesso em 27 mai. 2022.

DUARTE, Camila Fernandes Domingues. **Bactérias promotoras do crescimento vegetal e nitrogênio no estabelecimento e no desenvolvimento de *Urochloa* spp.** 2018. 89 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

DUTRA, L. S.; FERREIRA, A. P. Malformações congênitas em regiões de monocultivo no estado de Minas Gerais, Brasil. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 50, n. 5, p. 285-296, 2017. DOI: 10.11606/issn.2176-7262.v50i5p285-296. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/143186>. Acesso em: 2 jun. 2022.

FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. d.; REIS, F. **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011.

FAO: Estudo revela que Brasil é um dos países mais eficientes no uso da terra e insumos agrícolas em função de sua alta produção. **ITAL: Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/em/c/1070557/>>. Acesso em: 26 maio 2022.

FERRAZ, H. G. M.; NETTO, R. G. Multiplicação de bactérias na agricultura sustentável. **Campo & Negócios**, v. 181, p. 30-32, 2020.

FERREIRA, M. L. P. C. A pulverização aérea de agrotóxicos no Brasil: cenário atual e desafios. **Revista de Direito Sanitário**, v. 15, n. 3, p. 18-45, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdisan/article/view/97324>>. Acesso em: 2 jun. 2022.

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Editoras técnicas. Brasília, DF: Embrapa, 2020, 510 p.

FRANCISCONI, E. J; BONALDO, S. M. Controle biológico e preparado homeopático de própolis verde no manejo de doenças e efeito na produtividade e qualidade de grãos de milho. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 8, n. 5, p. 35124-35144, 2022. Disponível em: < DOI:10.34117/bjdv8n5-160>. Acesso em: 31 mai. 2022.

GABRIEL, Wallace Nascimento; RECH, Jerusa; PASCULLI, Daniel. **Multiplicação biológica: ON FARM x INDUSTRIAL**. Disponível em: <https://evento.ufmt.br/download/sub_bc6ee8ce0ae12710e6c9c87a080634a7.pdf>. Acessado em: 22 de maio de 2022.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI F., E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p, 2002.

GALINDO, Fernando Shintate. **Inoculação com bactérias promotoras de crescimento: Um caso crescente de sucesso e sustentabilidade na agricultura brasileira**. 2021. Disponível em: <https://physiotek.com.br/author/fernando-shintate-galindo/>. Acesso em: 03 jun. 2022.

GINDRI, D. M.; MOREIRA, P. A. B.; VERISSIMO, M. A. A. **Sanidade vegetal: uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável**. Florianópolis: Cidasc, 2020, 486p.

GÍRIO, L.G.S.; DIAS, F.L.F.; REIS, V.M.; URQUIAGA, S.; SCHULTZ, N.; BOLONHEZI, D.; MUTTON, M.A. Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. **Pesquisa**

Agropecuária Brasileira, v. 50, n. 1, p. 33-43, jan. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2015000100004>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

GLICK, B. R. Plant Growth-Promoting Bacteria: mechanisms and applications. **Scientifica**, v. 2012, p. 1-15, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.6064/2012/963401>> Acesso em: 30 mai. 2022.

GODOI, E. L.; DOMINGOS, A. T. S. Políticas Públicas e sua interface com o consumo de agrotóxicos no Brasil. **Revista Direitos Sociais e Políticas Públicas (UNIFAFIBE)**, v. 8, n. 3, p. 191-212, 2020. Disponível em: <<https://www.unifafibe.com.br/revista/index.php/direitos-sociais-politicas-pub/article/view/813/pdf>>. Acesso em 27 mai. 2022.

HAFEEZ, F. Y.; SAFDAR, M. E.; CHAUDHRY, A. U.; MALIK, K. A. Rhizobial inoculation improves seedling emergence, nutrient uptake and growth of cotton. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 44, n. 6, p. 617-622, 2004. Disponível em: <DOI:10.1071/EA03074>. Acesso em: 02 jun. 2022.

HAMID, B.; ZAMAN, M.; FAROOQ, S.; FATIMA, S.; SAYYED, R.Z.; BABA, Z.H.; SHEIKH, T.A.; REDDY, M.S.; ENSHASY, H.E.; GAFUR, A.; SURIANI, N.L. Bacterial Plant Biostimulants: A Sustainable Way towards Improving Growth, Productivity, and Health of Crops. **Sustainability**, Basileia, v.13, p. 2-24, 2021. Disponível em: <DOI: <https://doi.org/10.3390/su13052856>>. Acesso em: 01 jun. 2022

HARDOIM, Pablo; MARTINS, Eduardo; GÖRGEN, Claudia; GARCIA, Rafael. **Multiplicação de bactérias on farm**. Campo & Negócios, v. 181, p. 28-32, 2020. Disponível em: < <https://revistacampoenegocios.com.br/multiplicacao-on-farm-de-microrganismos/>>. Acesso em: 18 mai. 2022.

HAYAT, R. Bactérias benéficas do solo e seu papel na promoção do crescimento de plantas: uma revisão. **Annals of Microbiology**, v. 60, n. 4, p. 579-598, 2010.
HEIMPEL, G.E.; MILLS, N.J. **Biological Control: Ecology and Applications**. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 386p., 2017.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and soil**, v. 331, n.1-2, p. 413-425, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11104-009-0262-0>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

ISAWA, T.; YASUDA, M.; AWASAKI, H.; MINAMISAWA, K.; SHINOZAKI, S.; NAKASHITA, H. *Azospirillum* sp. strain B510 enhances rice growth and yield. **Microbes and Environments**, v. 25, n. 1, p. 58-61, 2010. Disponível em: <DOI:10.1264/jsme2.me09174>. Acesso em: 31 mai. 2022.

JÚNIOR, A. G.; SANTOS, A. F. dos; AUER, C. G. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. **Floresta**, v. 30, n. 12, p. 155-165, 31 dez. 2000. Universidade Federal do Parana. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/rf.v30i12.2362>>. Acesso em: 06 jun. 2022.

KASVI - Coloração de Gram – O que é bactéria Gram-positiva e Gram-negativa? –

Disponível em: <<https://kasvi.com.br/bacteria-gram-positiva-gram-negativa/>>. Acesso em: 02 de junho de 2022.

KONDO, Y.R.; KASCHUK, G.; CRUZ, S.P. da. Inoculation of plant growth-promoting bacteria in *Pinus taeda* seedlings. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 34, n. 3, p. 93-98, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2179-8087.005616>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

LIMA, F. A. N. de S.; PIGNATI, W. A.; PIGNATTI, M. G. A extensão do ‘agro’ e do tóxico: saúde e ambiente na terra indígena marãiwatsédé, mato grosso. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 28, n. 1, p. 1-11, mar. 2020. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/1414-462x202000280442>>. Acesso em: 26 mai. 2022.

LIU, F. C.; XING, S.; MA, H.; DU, Z.; MA, B. Plant growth-promoting rhizobacteria affect the growth and nutrient uptake of *Fraxinus americana* container seedlings. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 97, n. 10, p. 4617-4625, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00253-012-4255-1>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

LOSEY, J. E.; VAUGHAN, M. The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects. **Bioscience**, v. 56, n. 4, p. 311, 2006. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1641/00063568\(2006\)56\[311:tevoes\]2.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1641/00063568(2006)56[311:tevoes]2.0.co;2)>. Acesso em: 29 mai. 2022.

FRIEDRICH, K.; GURGEL, A.; AUGUSTO, L.G. S.; SOUZA, M. M. O. Agrotóxicos: mais venenos em tempos de retrocessos de direitos. **Revista OKARA: Geografia em Debate**, v. 12, n. 2. P. 326-347, 2018.

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: <<http://dx.doi.org/10.1006/bcon.2001.0938>>. Acesso em: 27 mai. 2022.

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

LOPES, C. V.A.; ALBUQUERQUE, G. S.C. de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, v. 42, n. 117, p. 518-534, jun. 2018. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-1104201811714>>. Acesso em: 25 mai. 2022.

MACHADO, A.P.; COSTA, M.J.N. Biocontrole do fitonematoide *Pratylenchus brachyurus* *in vitro* e na soja em casa de vegetação por *Bacillus subtilis*. **Revista Biociências**, v.23, n.1, p.83-94, 2018. Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/2365>>. Acesso em: 28 mai. 2022.

MARTINS, Aryane Pinheiro. **CONTROLE BIOLÓGICO EM CULTURAS AGRÍCOLAS NO BRASIL UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DO PERÍODO DE 2006 A 2017**. 2017. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Gestão Ambiental, Faculdade Unb Planaltina, Planaltina - Df, 2017.

MELLO, F.A.; FAGIANI, M.A.B.; SILVA, R.C.R.; NAI, G.A. AGROTÓXICOS: IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE E À SAÚDE HUMANA. **Colloquium Vitae**, v. 11, n. 2, p.37-46, mai-ago. 2019. Disponível em <<https://revistas.unoeste.br/index.php/cv/article/download/2285/2787/13658>>. Acesso em: 16 de mai. 2022.

MENDONÇA, J.J; LIRA, M.A.; CARVALHO, E. X.; FRACETTO, G. G. M.; FRACETTO, F. J. C.; ALVES, M. J. G.; OLIVEIRA, J. P. Diversidade, mecanismos de atuação e potencial agrícola de bactérias promotoras de crescimento de plantas, usando milho como cultura exemplo. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 25, n. 2, p. 1-10, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.12661/pap.2020.010>>. Acesso em: 30 mai. 2022.

MERCANTE, F.M., HUNGRIA, M., MENDES, I.C., JÚNIOR, F.B.R. **Estratégias para aumentar a eficiência de inoculantes microbianos na cultura da soja**. Comunicado técnico 169 Embrapa. Dourados, MS, 2011.

MICHEREFF, M. F. F.; BORGES, M.; REZENDE I. D.; LAUMANN, R. A.; BLASSIOLI-MORAES, M. C. Influence of volatile compounds from herbivore-damaged soybean plants on searching behavior of the egg parasitoid. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 147, p. 9-17, Mar. 2013. Disponível em: <DOI: 10.1111/eea.12043>. Acesso em 27 mai. 2022.

MIRANDA, L. B.; DOMINGUES, S. C. O.; DOSSO, C.; CARVALHO, A.C. M.; MITSUO YAMASHITA, O.; RABELO, O. H. Promotores de crescimento na cultura da soja. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 2, p. 469–479, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/3300>>. Acesso em: 2 jun. 2022.

MOAZAMI, N. **Biological Control**. Institute of Advanced Technology, Iranian Research Organization for Science & Technology, Tehran, Iran, 9p., 2011.

MONNERAT, R; PRAÇA, L. B; SILVA, E. Y.Y. da; MONTALVÃO, S.; MARTINS, E.; SOARES, C. M.; QUEIROZ, P.R. **Produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* para uso na agricultura**. Brasília - Df: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2018. 34 p.

MONTAÑEZ, A.; ABREU, C.; GILL, P. R.; HARDARSON, G.; SICARDI, M. Biological nitrogen fixation in maize (*Zea mays* L.) by 15N isotope-dilution and identification of associated culturable diazotrophs. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 45, n. 3, p. 253-263, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00374-008-0322-2>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

MORAES, Rodrigo Fracalossi. **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória: 2506**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. - Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2506.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2022.

OECD. Test 122: Determination of pH, acidity and alkalinity. **OECD Guidelines for the testing of chemicals**, Section 1. Paris-Fr: OECD Publishing, 2013. 6 p.

OLIVEIRA, A. L. M., COSTA, K. R., FERREIRA, D. C., MILANI, K. M. L., SANTOS, O. J. P., SILVA, M. B. E ZULUAGA, M. Y. A. Aplicações da biodiversidade bacteriana do solo para a sustentabilidade da agricultura. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, 3, 56-77, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5433/2316-5200.2014v3n1p56>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

OLIVEIRA, G. T.; FAVARETO, A. P. A.; ANTUNES, P. A. AGROTÓXICOS: LEVANTAMENTO DOS MAIS UTILIZADOS NO OESTE PAULISTA E SEUS EFEITOS COMO DESREGULADORES ENDÓCRINOS. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 11, 2013. Disponível em: <DOI:10.17271/198008279112013684.> Acesso em: 2 jun. 2022.

PACENTCHUK, F.; GOMES, J. M.; LIMA, V. A. de; MENDES, M. C.; SANDINI, I. E.; JADOSKI, S. O. Effect of co-inoculation of plant growth promoting bacteria on soybean crop. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e39291211360, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i12.11360. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11360>>. Acesso em: 2 jun. 2022.

PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 420- 429, 2014. Disponível em: <doi: 10.1590/0103-9016-2014-0167>. Acesso em: 31 mai. 2022.

PARRA J. R. P, BOTELHO P. S. M, CORREA-FERREIRA B. S, BENTO J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Editora Manole. 2002, 609p.

PARRA, J. R. P. Controle Biológico na Agricultura Brasileira. **Entomological Communications**, v. 1, p. ec01002, 1 Dec. 2019. Disponível em: <<https://www.entomologicalcommunications.org/index.php/entcom/article/view/ec01002>>. Acesso em: 31 mai. 2022.

PARRA, J. R. P. Situação atual e perspectivas do controle biológico, através de liberações inundativas no Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 27, p. 271- 279, 1992. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1678-3921.pab1992.v27.3838>>. Acesso em: 31 mai. 2022.

PAULA, C. de S.; LEAO, M. L.; FERREIRA, T. E.; SILVA, I. F. da; CRUZ, I.; CASTRO, A. L. G.; MENEZES, A. P. de J. Flutuação populacional de *Helicoverpa zea* (Lepidoptera:Noctuidae) em milho solteiro e consorciado com feijão no sistema orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 2699-2702, nov. 2009. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/download/8757/6155/>>. Acesso em: 25 de mai. 2022.

PIROMYOU, P.; BURANABANYAT, B.; TANTASAWAT, P.; TITTABUTR, P.; BOONKERD, N.; TEAUMROONG, N. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation on microbial community structure in rhizosphere of forage corn cultivated in Thailand. **European Journal of Soil Biology**, France, v. 47, n. 1, p. 44-54,

2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejsobi.2010.11.004>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

REHMAN, F.; KALSOOM, M.; ADNAN, M.; TOOR, M.D.; ZULFIQAR, A. Plant Growth Promoting Rhizobacteria and their Mechanisms Involved in Agricultural Crop Production: A Review. **SunText Review of Biotechnology**, Bentonville, v.1, n.2, p. 1-6, 2020. Disponível em: <DOI: <https://doi.org/10.51737/2766-5097.2020.010>>. Acesso em: 01 jun. 2022.

RILLING, J. I.; ACUN, J. A.; NANNIPIERI, P.; CASSAN, F. D.; MARUYAM, F.; JORQUER, M. Current opinion and perspectives on the methods for tracking and monitoring plant growth-promoting bacteria. **Soil Biology Biochemistry**, Elmsford, v. 130, p. 205–219, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.12.012>>. Acesso em: 03 jun. 2022.

RIBEIRO, Fernanda Silveira. **Multiplicação de microrganismos On-farm: Regulamentação, potenciais e riscos**. 2021. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/multiplicacao-de-microrganismos-on-farm-regulamentacao-potenciais-e-riscos/>>. Acesso em: 24 maio 2022.

ROMEIRO, R.S. **Controle biológico de doenças de plantas**. 2ª ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 269p, 2007.

SALOMÃO, P. E. A.; FERRO, A. M. S.; RUAS, W. F. Herbicidas no Brasil: um breve revisão. **Research, Society And Development**, v. 9, n. 2, p. 1-22, 1 jan. 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i2.1990>>. Acesso em: 26 mai. 2022.

SANTINI, J. M. K.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GALINDO, F. S.; COAGUILA, D. N.; BOLETA, E. H. M. Doses and forms of *Azospirillum brasilense* inoculation on maize crop. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, p. 373–377, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n6p373-377>>. Acesso em: 03 jun. 2022.

SILVA, Aldeni Barbosa. BATISTA, Jacinto de Luna. Controle de insetos-praga: qual método é mais apropriado? **Revista Cultivar**, 2015. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/controle-de-insetos-praga-qual-metodo-e-mais-apropriado>>. Acesso em: 25 maio 2022.

SILVA, A. C. da; CAMPONOGARA, S.; VIERO, C. M.; MENEGAT, R. P.; DIAS, G. L.; MIORIN, J. D. Perfil socioeconômico de Trabalhadores Rurais portadores de neoplasia Socioeconomic profile of Rural Workers cancer sufferers. **Revista de Pesquisa Cuidado é Fundamental Online**, v. 8, n. 3, p. 4891–4897, 2016. Disponível em: <DOI: 10.9789/2175-5361.2016.v8i3.4891-4897>. Acesso em: 2 jun. 2022.

SILVA, M. B. et al. Extratos de plantas e seus derivados no controle de doenças e pragas. In: VENZON, M.; JÚNIOR, T. J. P.; PALLINI, A. Controle alternativo de pragas e doenças em agricultura orgânica. 1. ed. Viçosa: EPAMIG, 2010. p. 33-54

SINGH, I. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Their Various Mechanisms for Plant Growth Enhancement in Stressful Conditions: A Review. **European Journal of**

Biological Research, Poznań, v.8, n.4, p.191-213, 2018. Disponível em: <DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14559955>>. Acesso em 31 mai. 2022.

SMITH, Harry S. On Some Phases of Insect Control by the Biological Method1. **Journal Of Economic Entomology**, v. 12, n. 4, p. 288-292, 1 ago. 1919. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1093/jee/12.4.288>>. Acesso em: 28 mai. 2022.

SOLUBIO – **Solubio Tecnologias Agrícolas** – Disponível em:

<<https://www.solubio.agr.br/inicio>>. Acessado em 02 de junho de 2022.

<<http://www.ead.codai.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/70/70>>. Acessado em 25 de maio

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/213246/1/documentos-36916.pdf>>.

Acessado 25 de maio.

SOUMARE, A.; DIÉDHIOU, A. G.; ARORA, N. K.; KHALIL, L.; AL-ANI, L. K. T.; NGOM, M.; FALL, S.; HAFIDI, M.; OUHDOUCH, Y.; KOUISNI, L.; SY, M. O. Potential role and utilization of plant growth promoting microbes in plant tissue culture. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v.12, p.1-13, 2021. Disponível em: <DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.649878>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

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

TEJERINA, G. R. de L. Intoxicações e óbitos por agrotóxicos no Estado de Goiás, Brasil e inovações legislativas. **Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário**, v. 7, n. 1, p. 229–249, 2018. Disponível em: <<https://www.cadernos.prodisa.fiocruz.br/index.php/cadernos/article/view/471>>. Acesso em: 25 mai. 2022.

TRINDADE, M. S. A. **Efeito de derivados de nim e sua associação com defensivos comerciais no controle de mosca branca, em meloeiro em Baraúna-RN**. 2005. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2005. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp090709.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2022.

TRISCH, I. O; SILVA, M. L. S; BORGES, P. T; SOUZA, T. C. **Controle biológico de pragas e sua importância ecológica para o meio ambiente**. Anais da IV Mostra Integrada de Iniciação Científica – CNEC Osório Ano 4 – N° 4 – Vol. 4, 2013. Disponível em: <http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/anais_mostra_integrada_de_iniciacao_cientifica/julho_2013/pdf/controle_biologico_de_pragas_e_sua_importancia_ecologica_para_o_meio_ambiente.pdf>. Acesso em 31 mai. 2022.

VALICENTE, F. H.; LANA, U. G. de P.; PEREIRA, A. C. P.; MARTINS, J. L. A.; TAVARES, A. N. G. **Riscos à produção de biopesticida à base de *Bacillus thuringiensis***. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018, 20 p.

YOUSTEN, A. A. *Bacillus sphaericus*: Microbiological factors related to its potential as a mosquito larvicide. **Advances in Biotechnology Processes**, v. 3, p.315-343, 1984.