

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Leonardo Rodrigues Nunes

00274456

“Eficiência no armazenamento de defensivos biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* produzidos na fazenda: estudo de caso realizado na Fazenda Palmares em Barreiras - Bahia”

Porto Alegre, janeiro de 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE AGRONOMIA

CURSO DE AGRONOMIA

“Eficiência no armazenamento de defensivos biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* produzidos na fazenda: estudo de caso realizado na Fazenda Palmares em Barreiras - Bahia”

Leonardo Rodrigues Nunes

00274456

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de Campo do Estágio: Eng. Agr. Elias Antero Portella da Silva

Orientador Acadêmico do Estágio: Prof. Dr Michael Mazurana

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Aldo MerottoDepartamento de Plantas de Lavoura
Prof. Alexandre Kessler Departamento de Zootecnia
Prof. Clesio Gianello Departamento de Solos
Prof. José Antônio Martinelli Departamento de Fitossanidade
Prof^a. Lucia Brandão Franke Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia
Prof. Pedro Selbach Departamento de Solos
Prof^a. Renata Pereira da Cruz Departamento de Plantas de Lavoura (Coordenadora)
Prof. Sérgio Tomasini Departamento de Horticultura e Silvicultura

Porto Alegre, janeiro de 2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, em especial à minha mãe Raquel Rodrigues, pelo apoio incondicional nos meus estudos ao longo da vida e minha avó Frontina Rodrigues (*in memoriam*) por ser a maior entusiasta das minhas viagens acadêmicas.

Aos bons amigos que a Universidade Federal do Rio Grande do Sul me proporcionou durante este período de graduação. Foram bons momentos de aprendizado e descontração.

Ao grande amigo Artur Rossato Belo pela paciência em compartilhar os conhecimentos adquiridos ao longo da vida como agricultor.

À estimada família Miranda Leão (Bolívar, Luciana, Ramiro e Artur) pelo acolhimento e apoio sempre que possível.

Ao grande amigo Ricardo Maurenre Lisboa por todos os momentos de conversas, aprendizado pecuário, assados e boas risadas.

A todos os professores que participaram da minha formação, tanto de nível fundamental quanto médio, no Colégio Estadual Augusto Meyer.

Aos professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul que orientaram minha caminhada acadêmica na iniciação científica, a saber: Tales Tiecher, Ibanor Anghinoni, Paulo César de Faccio Carvalho, César Henrique Espirito Candal Poli, Jaime Araujo Cobucci e Carolina Bremm.

Aos pós-graduandos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul que pude acompanhar e aprender de forma extremamente intensiva, em especial ao Bernardo Moraes Borin, ao Paulo Marsiaj Oliveira Neto, ao William de Souza Filho, ao Pedro Arthur de Albuquerque Nunes, ao Juliano Henriques da Motta e à Lidiane Raquel Eloy.

Ao meu orientador de estágio curricular obrigatório Michael Mazurana que prontamente aceitou o convite e sempre enriqueceu o trabalho durante nossas conversas.

À SLC Agrícola pela oportunidade de realização do estágio curricular obrigatório, em especial à equipe de pesquisa da Fazenda Palmares: Elias Portella, Lucinéia Lopes, André Barros e Ernani Carvalho.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a toda sua equipe, em especial à Faculdade de Agronomia, pelo ensino de qualidade e ambiente agradável.

RESUMO

Este trabalho é resultado do estágio curricular obrigatório realizado na empresa SLC Agrícola, na Fazenda Palmares, localizada no município de Barreiras, Bahia (BA). O período do estágio foi entre 11 de janeiro de 2022 a 27 de junho de 2022. Os principais objetivos do estágio foram aperfeiçoar e buscar novos conhecimentos para o campo profissional, tanto em questões técnicas agronômicas quanto em gestão de equipe e recursos, colocando em prática os ensinamentos dados pela faculdade durante a graduação. As principais atividades realizadas basearam-se no acompanhamento do processo produtivo e armazenagem de defensivos agrícolas biológicos obtidos na fazenda com proposta de melhorias logísticas e no manejo e condução de avaliações da área de ensaios agrícolas das culturas de soja, algodão e milho.

Palavras-chave: bioinseticida; bactéria; temperatura

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Características para diferenciação entre <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus anthracis</i> e <i>Bacillus thuringiensis</i>	8
Tabela 2 Tratamentos utilizados para realização da testagem.....	15

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Distribuição das fazendas pertencentes à SLC Agrícola no território brasileiro.....	3
Figura 2	Localização da mesorregião do extremo oeste baiano no mapa brasileiro e localização do município de Barreiras na mesorregião do extremo oeste baiano.....	4
Figura 3	Balanço hídrico climatológico para Barreiras-BA.....	5
Figura 4	Linha cronológica dos principais eventos que envolvem a bactéria <i>Bacillus thuringiensis</i> como inseticida.....	6
Figura 5	Pesticidas no mundo, uma comparação do uso no Brasil com os maiores mercados globais, em 2013.....	9
Figura 6	Exportações provenientes do agro registradas nos últimos 21 anos.....	10
Figura 7	Produtos biológicos de controle com registros ativos no Brasil...	11
Figura 8	<i>Bacillus thuringiensis</i> colorido por meio de reagentes.....	17
Figura 9	Primeiras atividades realizadas no setor de pesquisa: A) Área experimental de algodão para levantamento de estande de plantas; B) Contagem de plantas de algodão em 3 metros lineares; C) Distância de 0,5 metros entre bicos da barra utilizada para pulverização costal; D) Cilindro de CO ₂ comprimido utilizado como fonte de pressão para as aplicações com equipamento costal; E) Registro após aplicação de caldas em 14 parcelas experimentais de algodão.....	19
Figura 10	Operações de colheita mecanizada: A) Transporte de soja para mensuração de peso bruto de grãos produzido na parcela, peso de cem grãos e umidade instantânea da massa de grãos; B) Colheita de soja em parcelas experimentais; C) Preparativos para início da colheita de feijão mungo verde; D) Colheita de feijão mungo verde.....	20
Figura 11	Coletas de solo: A) Coleta de solo estratificada através de trincheira (0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40 centímetros); B) Coleta de solo através de tradagem (0-20 centímetros).....	20

SUMÁRIO

	Página
1 Introdução.....	1
2 Caracterização da instituição.....	2
3 Caracterização do local.....	4
3.1 Aspectos geográficos.....	4
3.2 Aspectos socioeconômicos.....	4
3.3 Clima.....	5
3.4 Solo.....	5
4 Referencial teórico.....	6
4.1 O gênero <i>Bacillus</i>	6
4.2 Uso, viabilidade técnica e econômica potencial.....	9
5 Atividades realizadas.....	11
5.1 Contexto da Fazenda Palmares: início do estágio.....	11
5.2 Funcionamento do setor de pesquisa.....	12
5.3 Estudo de caso.....	13
5.3.1 Identificação da demanda.....	13
5.3.2 Objetivo.....	14
5.3.3 Hipótese.....	14
5.3.4 Material e métodos.....	14
5.3.5 Principais resultados.....	16
5.4 Outras atividades desenvolvidas em campo.....	18
6 Discussão.....	21
7 Considerações finais.....	23
8 Referências.....	24

1. INTRODUÇÃO

A produção de insumos agrícolas é uma das principais contribuições do setor químico para a sociedade, pois permitiu o aumento da escala produtiva no campo, suprindo alimento e matéria-prima para as cidades e indústrias. Concomitantemente, tem apresentado um alto interesse para indústrias, especialmente a partir do início da década de 1950 (BELTRAN & KLAUTAU, 2020). Conforme McNeill, citado por Carvalho *et al.* (2017), a era de ouro dos agrotóxicos apresenta semelhanças com a era de ouro dos antibióticos, ambas compreendidas entre 1950 e 1980, momento em que a humanidade apresentava um ingênuo comportamento tecnológico, otimista e excessivo, acreditando que poderia se livrar de microrganismos danosos à saúde animal e à vegetal.

A mudança no padrão de consumo associado à escassez de pesquisas de longo prazo sobre os efeitos colaterais, levaram ao uso de doses inadequadas dos recursos químicos na produção agrícola, especialmente os pesticidas. Os produtos que inicialmente ajudariam a elevar a produtividade mostram sinais claros de danos à saúde de humanos, de animais, ao ambiente. Contudo, o objetivo de incrementar a produção de alimentos foi contínua, sendo o principal foco de estudiosos (BELTRAN & KLAUTAU, 2020) que buscam corrigir e mitigar problemas oriundos da manipulação de produtos sintéticos voltados à agropecuária. No atual cenário produtivo, com recordes de produção e produtividade nas mais diferentes áreas da agropecuária massiva e tradicional, estima-se que entre 702 e 828 milhões de pessoas no mundo enfrentaram a fome em 2021, o que corresponderia de 8,9 a 10,5 por cento da população mundial (FAO, 2022). Ou seja, mesmo com o advento e uso de agroquímicos sintéticos e a manipulação genética de animais e plantas voltada para altos rendimentos, a fome é uma constante na vida de muitas populações ao redor do mundo.

Globalmente a fatia da produção agrícola que está em jogo, comprometida por pragas pré-colheita, é de 35% do rendimento potencial das culturas (OERKE, 2006). Em decorrência disso, ferramentas biológicas para controle de organismos indesejados são utilizadas há cerca de dois milênios, todavia ganharam popularidade no portfólio de artifícios no final do século XIX (VAN LENTEREN, 2012). Em uma projeção, estima-se que as vendas globais de biopesticidas em 2023 se aproximarão de US\$ 16,7 bilhões, valor, este, ainda pequeno quando comparado aos estimados US\$ 55,6 bilhões em pesticidas químicos (VENZON *et al.*, 2021).

Há um movimento na sociedade atual que aponta cada vez mais para a redução do uso de produtos químicos sintéticos na produção de alimentos (PEDRAZZOLI & HERRMANN,

2016). Ao considerar o comportamento do mercado de defensivos nos últimos anos é notório que o volume de negociações, e conseqüentemente o montante financeiro movimentado pelo mercado de biopesticidas aumente nos próximos anos. Há um mercado consumidor cativo por produtos oriundos de uma agropecuária de baixo impacto, e esta balança encontra-se favorável aos biopesticidas. O caminho está aberto e a oportunidade de crescimento em mercado (tanto financeiro quanto na fronteira de conhecimento) é abissal.

Frente a este cenário, deu-se a busca pelo local de estágio. Na caminhada surgiu a oportunidade de realizar estágio no segmento de produção agrícola, em uma empresa de relevância no segmento nacional de grãos, cereais, fibra e mais recentemente pecuária. Com objetivo para além de realização do estágio, mas também conhecer com maior profundidade o segmento de aplicação de bioinsumos e abrir portas para o mercado de trabalho, desenvolvi estágio em uma unidade da SLC Agrícola no extremo Oeste baiano com duração de seis meses (janeiro de 2021 a junho de 2021).

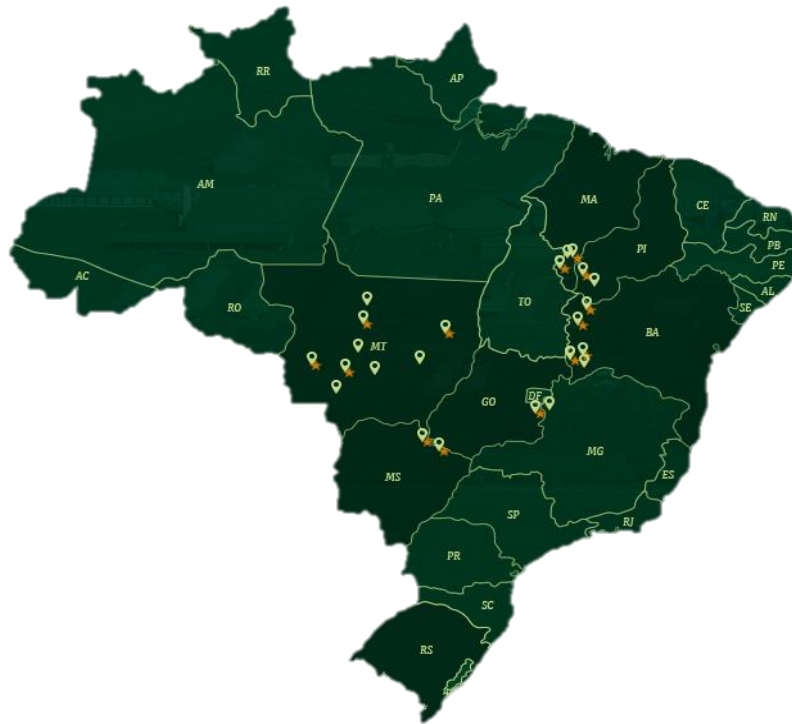
2 CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO

A SLC Agrícola começou sua história no ano de 1977, fundada pelo Grupo SLC, na cidade de Horizontina (RS) sob o nome de Agropecuária Schneider Logemann Ltda. Com atividades inicialmente voltadas à fabricação de colhedoras de grãos, a empresa cresceu e adquiriu a Fazenda Paineira no município de Coronel Bicaco (RS), o local servia para os cultivos de soja e trigo. Em 1980, a empresa decidiu iniciar suas operações no centro-oeste brasileiro por meio da compra da Fazenda Pamplona (GO), negociação motivada pelo baixo valor de aquisição das terras no Cerrado, se comparado aos preços então praticados na região Sul do país. Além disso, a motivação também se deu pelas características ambientais favoráveis ao cultivo tais como o relevo plano, os solos profundos e o regime de chuvas bem definido, proporcionando menores riscos climáticos à produção. Desde então, os negócios não pararam de crescer. No ano de 2007, ocorre a abertura do capital na bolsa de valores do Brasil, tornando-se uma das primeiras empresas do setor a negociar ações no mercado de capital aberto.

Atualmente a SLC Agrícola se destaca no cenário nacional, sendo produtora de soja, algodão e milho, além de trabalhar com a criação de bovinos de corte em um sistema de integração lavoura-pecuária. Também é detentora da marca SLC Sementes, atuando na produção e comercialização de sementes de soja e milho. A empresa conta com sua matriz em Porto Alegre (RS) e com 24 unidades produtivas, distribuídas em sete Unidades da Federação (Goiás, Mato Grosso, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Bahia, Piauí e Minas Gerais),

proporcionando, assim, maior segurança na produção agrícola ao minimizar o impacto de riscos ambientais locais (Figura 1). Na safra 2021/2022, a área plantada da empresa foi de 672 mil hectares, tornando-se a maior produtora agrícola do país (SLC AGRÍCOLA, 2022).

Figura 1 – Distribuição das fazendas pertencentes à SLC Agrícola no território brasileiro.



Fonte: SLC Agrícola, 2022.

Entre as unidades de produção está a Fazenda Palmares, em Barreiras (BA), local de realização do estágio obrigatório. Adquirida em 2008, possui uma área total de 16.949 hectares, destinados à produção de soja, de algodão e de milho. Atualmente a Fazenda Palmares conta com um time de aproximadamente 250 funcionários fixos e com três sedes operacionais, totalizando 33.975 hectares, alguns próprios e outros arrendados. A fazenda também conta com uma área de pesquisa de aproximadamente 136 hectares, onde são avaliados o comportamento e a resposta das culturas agrícolas a diferentes tratamentos culturais, o manejo nutricional, o controle de pragas e de doenças assim como avaliação contínua de novas cultivares, híbridos e biotecnologias disponíveis no mercado. Outro aspecto importante a ser considerado é que a unidade conta com uma planta de beneficiamento de algodão capaz de suprir toda a demanda interna e parte da demanda de fazendas ao redor pertencentes à empresa.

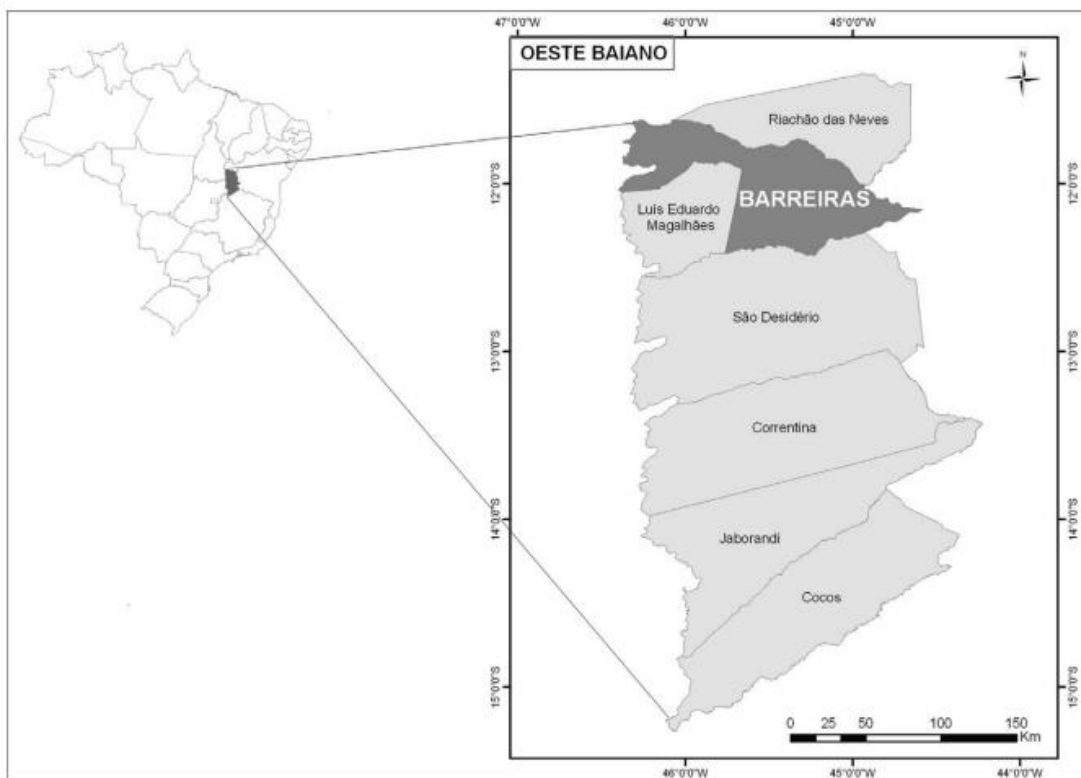
Na safra 2021/2022, foram cultivados 24.000 hectares, sendo cerca de 14.000 destinados ao cultivo de soja, 8.000 destinados ao cultivo de algodão e 2.000 hectares destinados ao cultivo de milho.

3 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

3.1 Aspectos geográficos

O município de Barreiras está localizado na mesorregião do extremo oeste do estado da Bahia (Figura 2), distante 870 km da capital Salvador, estando na divisa com o estado do Tocantins. Conta com uma área territorial 8.051,274 km², estando inserido na transição dos biomas Caatinga e Cerrado. As áreas pertencentes à SLC Agrícola estão dentro desta mesorregião, sendo uma delas a Fazenda Palmares. (IBGE, 2022)

Figura 2 – Localização da mesorregião do extremo oeste baiano no mapa brasileiro e localização do município de Barreiras na mesorregião do extremo oeste baiano.



Fonte: Embrapa, 2010.

3.2 Aspectos socioeconômicos

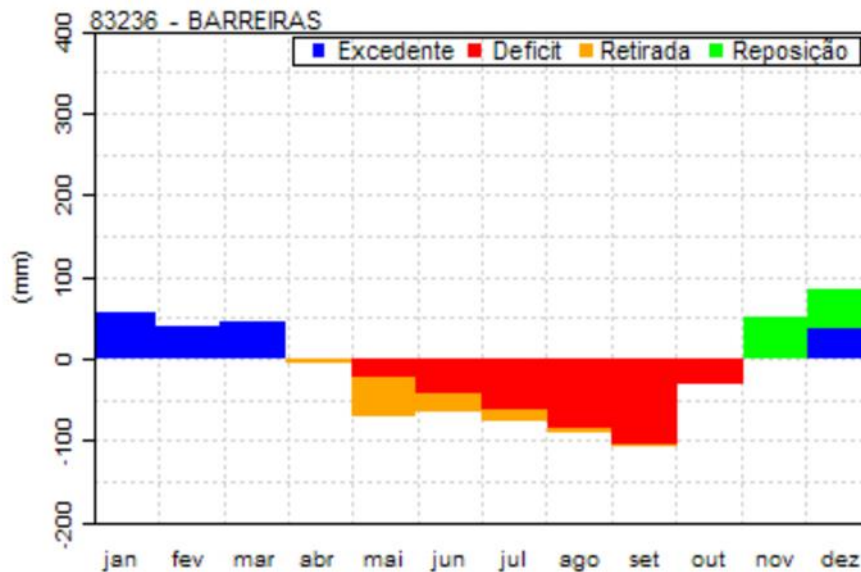
De acordo com o IBGE (2022), a população estimada de Barreiras é de 158.432 pessoas, com densidade demográfica de 17,49 habitantes/km². O produto interno bruto (PIB) do município, em 2019, foi de aproximadamente R\$ 5,1 bilhões. O setor de serviços se destaca

tendo uma participação de R\$ 2,3 bilhões seguido pelo setor agropecuário, que colaborou com aproximadamente R\$ 861 milhões. O PIB per capita estimado foi de R\$ 33.313,17. Conforme o Censo Agropecuário (IBGE, 2017) o município de Barreiras totaliza 2.192 estabelecimentos rurais, distribuídos em 453.357 hectares, em que ocupam aproximadamente 9.200 pessoas.

3.3 Clima

Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Aw (tropical com estação seca), tendo uma variação das temperaturas médias máximas e mínimas de 26°C e 20°C, respectivamente. O regime pluviométrico é concentrado entre os meses de novembro e março compreendendo as estações de primavera e do verão, apresentando média de 1018 mm. A umidade relativa do ar varia de 80% (dezembro) a 50% (agosto). O balanço hídrico climatológico para a região é apresentado na Figura 3, caracterizando inverno seco e sem chuva e primavera-verão com boa disponibilidade hídrica para desenvolvimento da agropecuária (EMBRAPA, 2010).

Figura 3 – Balanço hídrico climatológico para Barreiras-BA.



Fonte: adaptado de INMET, 2010.

3.4 Solo

As principais classes de solo que predominam nas chapadas de Barreiras são o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Neossolo Quartzarênico. Já as partes mais baixas, predominam solos hidromórficos presentes nas áreas de Veredas. De modo geral, os solos das chapadas são

caracterizados por baixa fertilidade natural. São profundos e permeáveis, planos e amplamente mecanizáveis, características, essas, que, em consonância com o clima e a disponibilidade de recursos para armazenamento de água em açudes ou bacias de contenção viabilizam a atividade agrícola na região desde que haja intervenção química que favoreça à fertilidade (EMBRAPA, 2010).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 O gênero *Bacillus*

Os microrganismos podem apresentar características para perpetuação da espécie conferindo alta resistência às diversidades ambientais, características, essas, que podem ser vistas como malélicas, por dificultar processos de higienização na indústria alimentícia, ou benéficas, visto que organismos utilizados como entomopatógenos no controle de pragas e doenças (Alves, 1998). No rol de microrganismos existem as bactérias formadoras de esporos, sendo, a família de maior representatividade dessa característica a *Bacillaceae*, composta por cinco gêneros: o *Bacillus*, o *Clostridium*, o *Desulfotomaculum*, o *Sporolactobacillus* e a *Sporosarcina*. O gênero aeróbico *Bacillus* é o maior e conta com organismos de alto potencial para aplicação em controles biológico (ALVES, 1998). A Figura 4 traz a evolução das pesquisas sobre este organismo.

Figura 4 – Linha cronológica dos principais eventos que envolvem a bactéria *Bacillus thuringiensis* como inseticida.



Fonte: adaptado de Nester *et al.*, 2020.

O conhecido *Bacillus thuringiensis* divide pesquisadores, não havendo consenso científico, quanto a sua classificação. Há um segmento de estudiosos que o define como espécie enquanto outro segmento o define como variedade membro da espécie *Bacillus cereus* lato

sensu devido à semelhança genética entre estes organismos (VILAS-BÔAS, PERUCA, ARANTES, 2007).

A sugestão é que as bactérias *Bacillus cereus* stricto sensu, *Bacillus anthracis* e *Bacillus thuringiensis* (Tabela 1) sejam consideradas como variedades pertencentes à espécie *Bacillus cereus* lato sensu devido a alguns comportamentos semelhantes. Todavia, o fenótipo observado destas bactérias no ambiente traz características ímpares quanto à sua importância: a *Bacillus cereus* é capaz de causar contaminação alimentar; a *Bacillus anthracis* produz toxina causadora de carbúnculos em animais e humanos; e a *Bacillus thuringiensis* forma um cristal que lhe confere habilidade para ser agente de controle em larvas de diferentes ordens de insetos (VILAS-BÔAS, PERUCA, ARANTES, 2007).

Apesar da característica natural, para que seja viável a utilização de qualquer organismo vivo como agente de controle de outro organismo vivo em uma produção agrícola de larga escala, faz-se necessário que a multiplicação deste patógeno seja de fácil execução e possa ser feita de forma artificial, ou seja, *in vitro*. A formulação de bioinseticidas pode ser adaptada partindo da formulação de inseticidas químicos. Contudo, as margens dos parâmetros de conservação são mais estreitas e podem contemplar outros fatores para que seja garantida a integridade e eficiência do produto, dado o fato que os organismos devem estar vivos para agirem sobre o alvo (ALVES, 1998).

Em 1901, o bacteriologista japonês Shigetane Ishiwata realizou o primeiro isolamento do *Bacillus thuringiensis* a partir de larvas mortas de bicho-da-seda (ISHIWATA, 1901). Porém, a nomenclatura conhecida atualmente surge em 1915 com base na descrição feita pelo biólogo alemão Ernst Berliner (BERLINER, 1915), que a descreveu como uma bactéria Gram-positiva anaeróbia facultativa com faixa térmica de crescimento entre 10°C e 40°C. Além disso, ela apresenta 1,1 µm de largura e 4,0 µm de comprimento, tendo formato de bastonete. Quando submetida à condição ambiental não favorável, interrompe-se a divisão celular e é dado início ao processo de esporulação, ao mesmo tempo em que ocorre a produção de cristais, também denominados como proteínas Cry ou δ-endotoxina, tóxicos para insetos após ingestão (LOPES, 2015).

Tabela 1 – Características para diferenciação entre *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis* e *Bacillus thuringiensis*.

Característica	<i>B. cereus</i>	<i>B. anthracis</i>	<i>B. thuringiensis</i>
Crescimento anaeróbico	+	+	+
Produção de catalase	+	+	+
Utilização de citrato	+	V	+
Hidrólise de caseína	+	+	+
Redução de nitrato	+	+	+
Reação de Voges-Proskauer (V-P)	+	+	+
pH médio em V-P <6,0	+	+	+
Crescimento em NaCl 7%	+	+	+
Crescimento a 60°C	-	-	-
Ácido derivado da glucose	+	+	+
Ácido + gás derivado da glucose	-	+	-
Mobilidade	+*	-	+*
Resistência a antibióticos b-lactâmicos	+*	-	+*
Formação de corpos parasporais	-	-	+

Legenda: -, negativo; + positivo; V, variável
*Mais que 95% das cepas

Fonte: adaptado de Vilas-Bôas, Peruca, Arantes, 2007.

O organismo *Bacillus thuringiensis* pode ser encontrada em quase todo o planeta ocorrendo em diferentes ambientes, como no solo, na água, em grãos armazenados, em insetos mortos ou vivos e em plantas tanto na sua superfície quanto em seu interior (LOPES, 2015). Todavia, não existe confirmação científica a respeito do seu hábitat primário (MEADOWS, 1993). A literatura indica três hipóteses: i) que o organismo seja natural do solo, visto que há vários relatos da germinação de esporos nesse meio em condições específicas de umidade, pH e disponibilidade de nutrientes. Entretanto, outros estudos indicam que a germinação pode não ocorrer caso o solo não seja esterilizado; ii) a segunda hipótese, menos popular, indica que o organismo é natural do filoplano de árvores, dado o argumento que pesquisadores encontraram grandes quantidades de *Bacillus thuringiensis* nesse ambiente que inviabiliza a hipótese de dispersão por eventos climáticos e justifica a ocorrência da bactéria no solo como reservatório e; iii) o terceiro posicionamento aponta que o organismo é um entomopatógeno de origem, pois não há outra evidência de vantagem do gasto energético para formação de cristal simultâneo ao processo de esporulação e tendência a permanecerem juntos após liberação (LOPES, 2015).

A formação de tais cristais é característica típica de *Bacillus thuringiensis*, apresentando atividade entomopatogênica a inúmeras ordens de insetos, havendo destaque para a *Lepidoptera*, a *Diptera* e a *Coleoptera*. Apesar disso, já existem registros de subespécies de *Bacillus thuringiensis* capazes de produzirem cristais tóxicos contra insetos das ordens

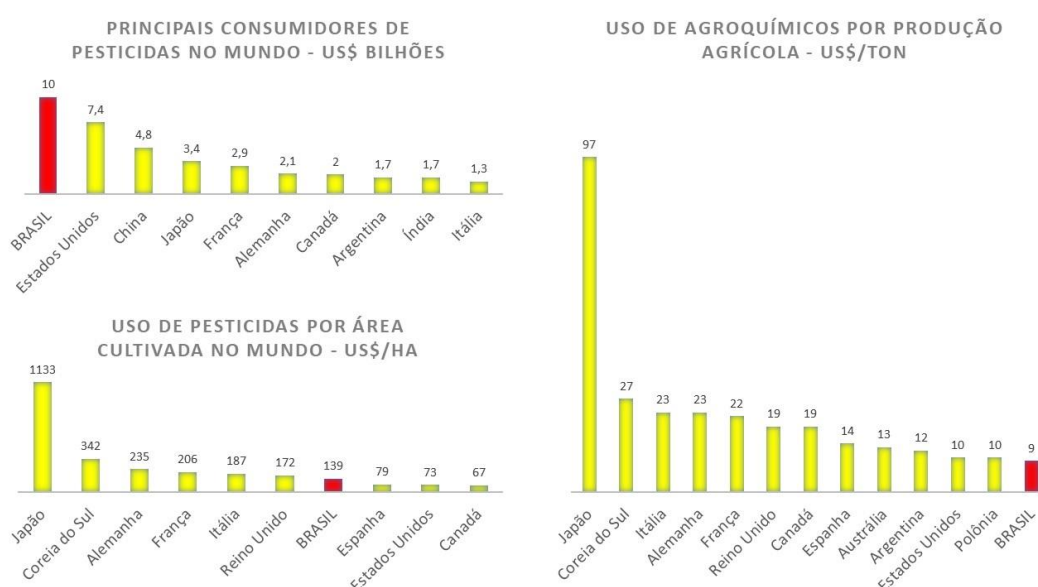
Hymenoptera, *Hemiptera*, *Orthoptera*, *Phthiraptera* e para alguns nematoides, protozoários e ácaros (VILLAS-BÔAS *et al.* 2012).

A sintetização dessa estrutura cristalina é atribuída às proteínas Cry. Contudo existem outras proteínas que, por meio de mecanismos distintos, resultam em substâncias com poder inseticida de mesma magnitude. São as proteínas Vip, produzidas durante a fase vegetativa da bactéria e as proteínas Cyt, que apresentam estruturas completamente diferentes das proteínas Cry, e que contam com um espectro de ação maior quanto aos tipos celulares, causando lise dos tecidos, quando testada *in vitro* (VILAS-BÔAS *et al.*, 2012).

4.2 Uso, viabilidade técnica e econômica potencial

O Brasil é um dos principais compradores globais de agroquímicos. Conforme levantamento realizado no ano de 2013 pela FAO (Food and Agriculture Organization), pode-se concluir que, na categoria consumidor, o Brasil ocupava o primeiro lugar no *ranking* seguido dos Estados Unidos e da China (Figura 5). Entretanto, quando avaliada a categoria defensivos por área cultivada e agroquímicos por produção agrícola, o cenário muda e o país despenca no *ranking* (VASCONCELOS, 2018).

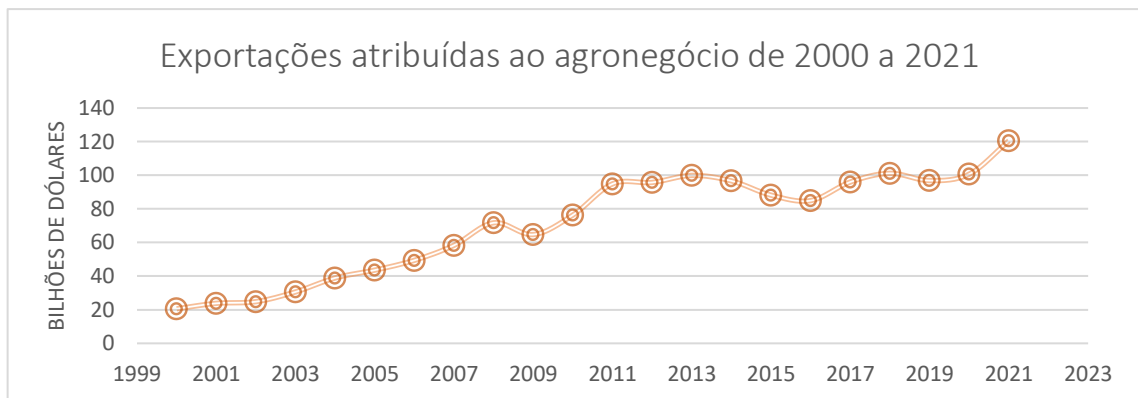
Figura 5 – Pesticidas no mundo, uma comparação do uso no Brasil com os maiores mercados globais, em 2013.



Fonte: adaptado de Vasconcelos, 2018.

As características climáticas fazem do Brasil o único país com mais de dois cultivos por estação de crescimento, na mesma área, ou seja, as condições tropicais favoráveis ao desenvolvimento de plantas e entrega de produção também se apresenta favorável ao desenvolvimento de patógenos que acometem plantas. Com o histórico nacional de exportações agrícolas positivo (Figura 6) e projeções de crescimento no comércio internacional, o Brasil fortalece sua relevância na produção e na exportação do setor agropecuário mundial. Mantendo-se esse cenário, o país não somente amplia sua participação no cenário mundial de produção de alimentos, mas também amplia possibilidade de uso de novos produtos para produção agropecuária.

Figura 6 – Exportações provenientes do agro registradas nos últimos 21 anos.



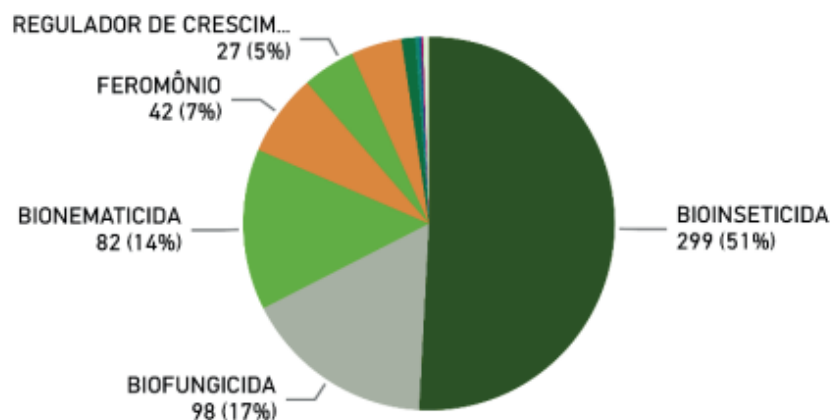
Fonte: adaptado de Embrapa, 2022.

A globalização, por ser um processo de unificação mundial, além das muitas vantagens como a abertura de novos mercados, traz dependências econômicas. Em 2022, o conflito entre Rússia e Ucrânia estremeceu o setor agrícola dependente de fertilizantes. Dentre esses mercados, o brasileiro passou pela incerteza de desabastecimento de insumos (CRUVINELL *et al.*, 2022). Ao mesmo tempo, a pandemia desencadeou um desabastecimento no mercado de outros insumos como os agroquímicos, levando a uma elevação nos preços e a uma oportunidade para ampliar pesquisas no segmento de bioinsumos. Dados da CropLife Brasil (2021) apontam as categorias de produtos do mercado de biológicos no Brasil (Figura 7).

Em 2010, o Brasil contava com 25 empresas que buscavam registro para produtos biológicos. Já em 2021, esse número cresceu para 132 empresas (MEYER *et al.*, 2022). Um estudo conduzido em Rio Verde/GO em escalas de lavoura comercial (1470 hectares), evidenciou que a condução de uma lavoura de soja com insumos biológicos obtidos com base

na produção na fazenda apresentou uma redução de custos de até 58,6% e aumentou a produção em 13% e, conseqüentemente, um acréscimo na rentabilidade de 175%. Esse manejo não convencional mostra-se como uma alternativa para condução de lavouras desde que sejam respeitadas as normas de produção, de controle de qualidade e de aplicação (CRUVINELL *et al.*, 2022).

Figura 7 – Produtos biológicos de controle com registros ativos no Brasil.



Fonte: CropLife Brasil, 2021.

5 ATIVIDADES REALIZADAS

5.1 Contexto da Fazenda Palmares: início do estágio

Em relação às lavouras comerciais, a chegada à Fazenda Palmares, local onde foi desenvolvido este trabalho, coincidiu com a fase inicial do período vegetativo da cultura do algodão. Em geral, as lavouras apresentavam plantas entre os estádios V3 e V10. Isso sinalizava que as condições do ambiente (excesso de chuvas que ocorreu após a finalização da semeadura do algodão) prejudicaram o desenvolvimento do algodão. No período em questão o volume registrado pelos pluviômetros da Fazenda foi de aproximadamente 400 milímetros acima do esperado. Já a cultura da soja assim como a do milho estava com o seu desenvolvimento dentro do planejado e esperado, sendo beneficiadas com esse comportamento anormal no regime de chuvas.

Todas as fazendas da empresa SLC Agrícola possuem áreas destinadas à pesquisa, onde são realizados diferentes ensaios para atender as demandas próprias. Os eventos pluviais

incomuns para o período não causaram grandes prejuízos nos talhões destinados à pesquisa. Pelo contrário, colaboraram para que houvesse registros de observação quanto aos testes de épocas de plantio, principalmente, da cultura do algodão, em anos com eventos dessa natureza. Mesmo a fazenda contando com mais da metade da área cultivada destinada à soja, o cultivo de algodão sempre contou com atenção especial devido ao fato de ser uma lavoura de alto investimento.

Uma vez estabelecido na fazenda, fui designado para trabalhar no segmento da pesquisa, onde desenvolvi o estágio.

5.2 Funcionamento do setor de pesquisa

Os 136 hectares pertencentes ao setor de pesquisa na Fazenda Palmares, localizado na unidade Palmares II, contam com o cultivo de soja, de algodão, de milho e de braquiária como planta de cobertura do solo. Os principais estudos realizados foram ensaios de épocas de semeadura para soja, algodão e milho, ensaios de competição de cultivares em duas fases, e testes para validação de pacotes tecnológicos de fungicidas. Além desses, são desenvolvidos ensaios de densidades populacionais de plantas, de fontes de nitrogênio, de resposta à adubação com micronutrientes e de potencial máximo de produção das culturas.

Independentemente do estudo desenvolvido nas unidades de pesquisa, os resultados são sempre expressos em grandezas que impactam na produtividade da cultura em questão. Essas grandezas são, para a soja e de milho, produtividade, legumes por planta (para a soja), peso de mil grãos/sementes (PMS). Entretanto, quando a lavoura em questão é de algodão, avalia-se o número de capulhos por planta e o peso de capulhos maduro, bem como a qualidade de fibra produzida.

Para que haja padronização em procedimentos na condução dos ensaios e a forma de avaliação dos testes, existe um “manual” elaborado pela equipe de pesquisa na matriz da empresa que deve ser seguido. Com essa mesma preocupação, as observações feitas e dados coletados, de acordo com o “manual”, são enviados para a matriz para que sejam melhor processados e analisados dentro de uma mesma metodologia. Os resultados retornam para a origem e são comparados com os materiais implantados nos campos de produção. As diferenças encontradas entre a pesquisa e o campo de produção são discutidas e, em havendo possibilidade de melhorias, elas são aplicadas imediatamente.

Tendo em vista o cenário de bioinsumos, a Fazenda Palmares foi a primeira fazenda da SLC Agrícola a receber investimentos para construção de uma biofábrica. Na safra 2021/2022 a fazenda foi capaz de produzir defensivos biológicos com capacidade máxima de 12 mil litros semanalmente. A unidade conta com cepas disponíveis de 10 diferentes microrganismos, sendo, o setor de pesquisa, designado a oferecer suporte técnico para desenvolvimento de ensaios em nível de campo, sempre que necessário. Por haver necessidade de quantificar os reais impactos da utilização em nível de campo também, ensaios com produtos biológicos para controle de doenças fúngicas foram desenvolvidos na área experimental concomitante às aplicações nas lavouras comerciais. É neste contexto, especificamente, que se desenvolveu parte significativa do estágio.

5.3 Estudo de caso

5.3.1 Identificação da demanda

Em conversas com o engenheiro agrônomo encarregado pela gestão da fazenda bem como com o coordenador da pesquisa e com a técnica agrícola responsável pela biofábrica, foi percebido que, mesmo havendo entusiasmo, crença na tecnologia e suporte técnico da empresa responsável pela infraestrutura da biofábrica e fornecimento de cepas e meios de cultura para replicação, não se conhecia/dominava a dinâmica dos produtos pós-processo de multiplicação nos biorreatores e sua aplicação em campo. Para que houvesse infraestrutura suficiente, a fazenda, além de contar com a biofábrica, tinha, à sua disposição, na planta operacional, um laboratório com todos os equipamentos necessários para a realização do controle de qualidade dos produtos. Assim, uma vez replicados, as populações passavam por rigoroso processo de controle de qualidade, garantido que o que saísse da biofábrica e fosse destinado a campo, para ensaios nas áreas de pesquisa e testes em nível de campo diretamente, não apenas continha o material propriamente de interesse, mas também que assegurasse sua quantidade correta e viabilidade. Consequentemente os treinamentos eram sempre voltados para o processo de multiplicação e controle de qualidade.

As etapas do processo de produção até a aplicação do produto na lavoura eram as seguintes: a) multiplicação dos organismos nos biorreatores (processo de 48 horas); b) armazenamento dos organismos já multiplicados (havia variação de transporte imediato a 48 horas de espera); c) transporte para a lavoura; d) aplicação do produto (processo de 4 a 6 horas). Ao mapear as etapas, foi percebido que havia uma deficiência no período de armazenamento dos produtos. Independentemente do organismo que havia sido multiplicado, duas eram as

estratégias de espera até chegar o momento do transporte. Após o término da multiplicação nos biorreatores, se não houvesse demanda para mais multiplicações, a calda aguardava dentro dos biorreatores, o caminhão pipa para transporte até a lavoura. A segunda estratégia era a desocupação dos biorreatores e o armazenamento da calda em recipientes plásticos rígidos e foscos com volume de 20 litros.

Como em uma fazenda nenhum dia é igual ao outro, a segunda estratégia de armazenamento era frequente. Isso imputou em perguntas ao grupo de trabalho: a qualidade do material que está chegando em campo se mantém a mesma com essas duas formas de armazenamento? A dosagem em campo deve ser alterada? Os resultados sobre o rendimento final são os mesmos e podem ser creditados ao uso da biotecnologia? Essas e muitas outras perguntas surgiram, uma vez que não se dispunha de dados que atendessem aos questionamentos.

Ao perceber que havia variação na metodologia e, por sua vez, na qualidade dessa etapa do processo, foram sugeridos testes de exposição a diferentes temperaturas e com diferentes tempos de duração. Conforme o calendário de produção, o organismo *Bacillus thuringiensis* contava com grande volume de multiplicações; por isso, esse foi o produto escolhido para ser observado. A ideia foi muito bem aceita pela equipe de gestores da fazenda e levada para o coordenador regional de fitossanidade para que houvesse aprovação dos testes. Assim que foi dado o sinal positivo, iniciaram-se os trabalhos que serão apresentados, sucintamente, abaixo.

5.3.2 Objetivo

O objetivo principal da testagem, que também é o objeto deste trabalho, é mensurar os impactos da exposição à variação térmica ao *Bacillus thuringiensis* pós-processo de multiplicação na fazenda.

5.3.3 Hipótese

Quando exposto a temperaturas altas, próximas a 40°C, durante o período de armazenamento, há prejuízo na eficiência do organismo entregar o resultado esperado no controle de pragas a campo.

5.3.4 Material e métodos

Para testar essa hipótese foi desenvolvido um ensaio combinando temperatura e tempo de exposição do *Bacillus thuringiensis* (Tabela 2). Todos os recipientes e materiais utilizados nas avaliações foram esterilizados por meio de autoclavagem. Após o processo de multiplicação

padrão-fazenda, foi retirada uma amostra de 250 mL de produto de cada biorreator. As amostras foram acondicionadas em um único recipiente para homogeneização e, em seguida, divididas em quatro tubos Falcon de 50 mL, totalizando 200 mL, os 800 mL excedentes foram armazenados em câmara fria a 5°C. Para a avaliação, foi definido, em conjunto, que a contagem de unidades formadoras de colônia seria adequada para perceber os impactos do estresse.

O plaqueamento foi realizado com três repetições a uma diluição de 10^7 de forma escalonada de acordo com os tratamentos, contando com diferentes temperaturas e tempos de exposição conforme a Tabela 2. Após a calda de *Bacillus thuringiensis* sofrer o estresse térmico no tubo Falcon de 50 ml e ser transferida para a placa de Petri com meio de cultivo adequado, houve a incubação em ambiente controlado para que se formassem as colônias.

Tabela 2 – Tratamentos utilizados para realização da testagem.

Tratamento	Temperatura (°C)	Tempo de exposição (horas)
T0**		
T1	20	6
T2	20	12
T3	20	24
T4	20	48
T5	30	6
T6	30	12
T7	30	24
T8	30	48
T9	35	6
T10	35	12
T11	35	24
T12	35	48
T13	40	6
T14	40	12
T15	40	24
T16	40	48

** tratamento testemunha, não houve nenhum nível de estresse ao qual os organismos foram submetidos.

Fonte: autor.

5.3.5 Principais resultados

Assim que as placas de Petri do tratamento controle (0 horas de exposição) foram levadas para contagem, foi possível perceber que a multiplicação de *Bacillus thuringiensis* ocorreu sem presença de contaminantes. As colônias apresentavam morfologia característica com aspecto aveludado, coloração esbranquiçada, bordas bem definidas e número médio dentro do esperado. Em temperatura de 20°C, em todos os tempos de exposição, e a de 30°C com exposições de 6 e 12 horas não apresentaram diferença significativa entre si. Todavia, o número médio de colônias foi maior que o tratamento controle.

Os demais tratamentos apresentaram um comportamento atípico, uma vez que as colônias formadas nas placas de Petri mostravam deformidades em suas estruturas. Apesar da coloração continuar esbranquiçada, o aspecto não era mais aveludado, e sim gelatinoso, e as bordas não eram mais bem definidas, causando confusão às vezes, pois não era possível identificar onde terminava uma unidade formadora de colônia e onde começava outra. Para que não houvesse distorção nos resultados encontrados, a contagem não foi realizada nestes tratamentos.

Assim que constatada essa alteração, a primeira hipótese levantada pela equipe foi a de que as placas ou os meios de cultura pudessem ter sido contaminados de alguma forma durante o processo de avaliação. Como o laboratório contava com microscópio e reagentes adequados para a confecção de lâminas com propósito de identificação dos principais contaminantes, assim foi feito. Foram colhidas as amostras aleatórias nas placas de Petri com colônias deformadas para confecção das lâminas. Ao visualizar as lâminas, foi observado que os organismos presentes eram puramente *Bacillus thuringiensis*. Essa conclusão foi baseada na coloração rosada revelada pelos reagentes e o formato característico de bastonete (Figura 8). Apesar do equipamento de visualização ser um microscópio óptico, identificou-se que a coloração dos organismos não era sólida como a de costume, mas sim uma coloração rosada que se concentrava nas bordas, enquanto o centro das bactérias estava esbranquiçado.

Figura 8 – *Bacillus thuringiensis* colorido por meio de reagentes.



Fonte: autor.

Segundo literatura e os manuais de controle de qualidade da biofábrica, concluiu-se que o centro esbranquiçado era resultado da produção de esporos pelos organismos. De acordo com Lopes (2015), a produção de cristais ocorre simultaneamente à produção de esporos, ou seja, se houvesse à disposição um microscópio eletrônico, a equipe acreditava que tais estruturas poderiam ser visualizadas. Para que o fato da produção de esporos fosse atribuído ao tempo maior que 12 horas à 30°C e demais tempos com temperaturas de 35°C e 40°C, foi necessária a confecção de lâminas a partir das colônias que não apresentaram alteração em sua morfologia.

Com todas as lâminas analisadas em microscópio, foi possível concluir que a identificação da produção de esporos ocorreu somente nas colônias que apresentaram alteração na morfologia característica. Portanto, foi concluído, em conjunto, que períodos maiores que 6 horas a uma temperatura de 30°C podem interromper a divisão celular e dar início ao processo de esporulação, podendo apresentar produção de cristais simultaneamente.

Como o intuito da aplicação do produto em nível de campo é depositar a bactéria em melhores condições possíveis para que haja efeito positivo sobre o alvo, foi estabelecido que o

armazenamento pós multiplicação na fazenda deveria ser em ambiente com temperatura de 20°C com tempo limite de 48 horas entre finalização da multiplicação e início da aplicação. Caso o armazenamento fosse executado a temperaturas maiores do que 20°C até 30°C, o tempo de vida do organismo, quando aplicado a campo, seria reduzido significativamente, podendo não mais ter efeito positivo.

Sendo assim, a nível operacional, para que se atinja o controle desejado, sem acréscimo na dose, é fundamental que o produto não passe por condição térmica que possa acelerar seu ciclo de vida, tanto durante o armazenamento quanto no momento de aplicação. Práticas como o armazenamento em ambiente com temperatura próxima a 20°C e aplicação em período do dia com temperatura amena favorecem a efetividade do organismo. Caso haja condição desfavorável em alguma dessas duas etapas do processo poderá haver deficiência no controle.

5.4 Outras atividades desenvolvidas em campo

Ao integrar a equipe na Fazenda as primeiras atribuições foram a realização do levantamento de estande de plantas na cultura do algodão e as pulverizações terrestres, em áreas de pesquisa, com equipamento costal nas culturas da soja e de algodão. As equipes em campo que realizam a contagem de plantas emergidas por metro linear tem como objetivo certificar que o plantio foi executado da melhor forma possível e a população de plantas almejada foi alcançada. Essa atividade era realizada sempre após a completa expansão das folhas cotiledonares e deveria ser finalizada antes que o dossel fechasse. As aplicações de produtos, químicos ou biológicos, que faziam parte de protocolos experimentais eram realizadas com equipamento costal, apresentando largura útil de três metros, seis bicos (Teejet 8002 cônico) com espaçamento de 0,5 metros com pressão de dois bares, proporcionada por um cilindro de CO₂ comprimido (figura 9).

Figura 9 – Primeiras atividades realizadas no setor de pesquisa: A) Área experimental de algodão para levantamento de estande de plantas; B) Contagem de plantas de algodão em 3 metros lineares; C) Distância de 0,5 metros entre bicos da barra utilizada para pulverização costal; D) Cilindro de CO₂ comprimido utilizado como fonte de pressão para as aplicações com equipamento costal; E) Registro após aplicação de caldas em 14 parcelas experimentais de algodão.



Fonte: autor.

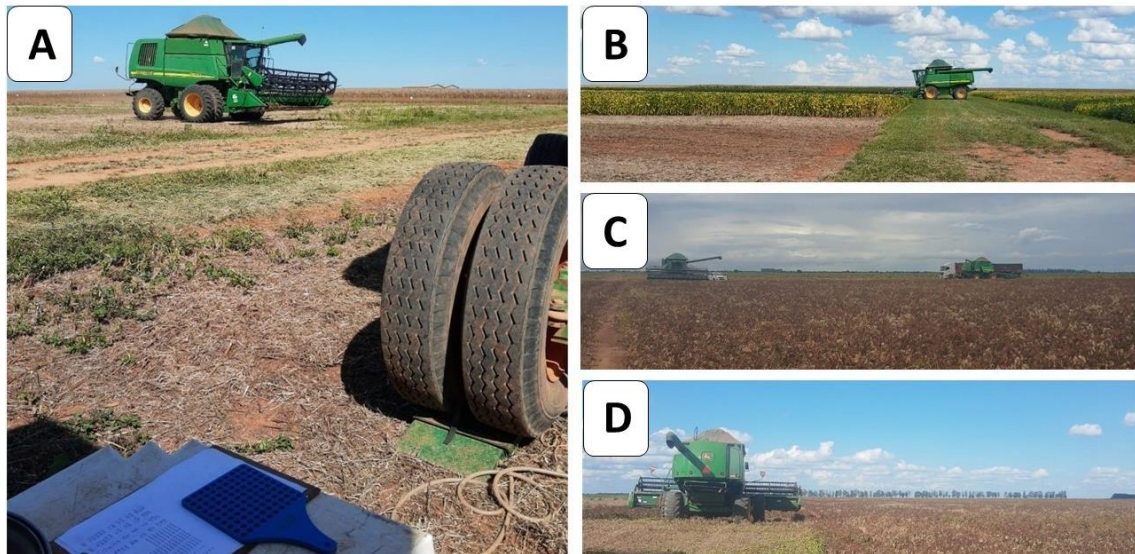
Após as primeiras atribuições e conforme as culturas de soja e de milho foram atingindo condições de colheita na área experimental e, já havendo domínio dos processos operacionais da fazenda, foi dado início à colheita mecanizada e a suas mensurações a campo: peso bruto de grãos produzido na parcela, peso de cem grãos e umidade instantânea da massa de grãos (Figura 8). Assim que houve a constatação pelo supervisor de estágio de que a atividade estava em excelente andamento, ocorreu uma realocação temporária do meu trabalho para outras atividade.

Em todas as fazendas há a função de coordenadores de lavouras e auxiliares. Especificamente na Fazenda Palmares havia baixo efetivo de coordenadores de lavoura e de auxiliares ainda que a colheita de 400 hectares de feijão mungo verde (*Vigna radiata*) precisasse ser realizada. Assim, uma das funções que desempenhei foi a quantificação das perdas de grãos naturais e totais para ajustes de altura de corte e de rotação do molinete na plataforma e abertura ou fechamento das peneiras das colhedoras. Além da coordenação de ajustes do maquinário, houve execução da organização logística da operação de colheita (Figura 10).

Após a conclusão da colheita de soja, foi dado início às amostragens de solo para envio ao laboratório de análises químicas. Como havia diferentes manejos nutricionais e físicos do solo foi necessário adaptar as amostragens considerando a particularidade de cada talhão. Em áreas cultivadas por meio de plantio direto, as amostragens eram realizadas com trado calador a uma profundidade de 0-20 centímetros. Já áreas em que se contava com o preparo de solo pré-plantio, foi necessária uma amostragem estratificada das profundidades (0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40 centímetros), realizadas com cavadeira e pá de corte (Figura 11). Ao concluir o

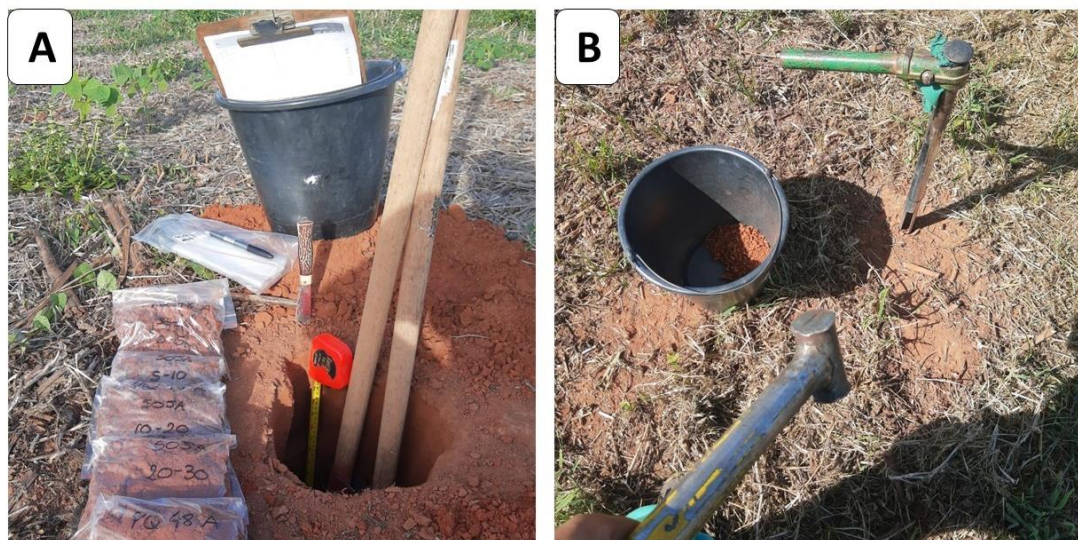
processo de amostragem, foi realizada a catalogação das amostras e seu acondicionamento para envio ao laboratório.

Figura 10 – Operações de colheita mecanizada: A) Transporte de soja para mensuração de peso bruto de grãos produzido na parcela, peso de cem grãos e umidade instantânea da massa de grãos; B) Colheita de soja em parcelas experimentais; C) Preparativos para início da colheita de feijão mungo verde; D) Colheita de feijão mungo verde.



Fonte: autor.

Figura 11 – Coletas de solo: A) Coleta de solo estratificada através de trincheira (0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40 centímetros); B) Coleta de solo através de tradagem (0-20 centímetros).



Fonte: autor.

Como reconhecimento pela dedicação e pelo desempenho, houve o convite do coordenador de pesquisa local para integrar o time que apresentaria para os gestores de pesquisa lotados na matriz da empresa, os resultados obtidos em todos os ensaios que envolviam a cultura da soja. Ao concluir a exposição dos resultados, a equipe de pesquisa da Fazenda Palmares foi parabenizada pelos resultados e pela qualidade do material preparado.

6 DISCUSSÃO

Como uma das maiores empresas do mercado nacional, a SLC Agrícola, ao trabalhar com produção de soja, algodão, milho e pecuária de corte, procura desenvolver as atividades da maneira mais rentável possível, ao mesmo tempo, acompanha as tendências globais de novas estratégias na condução de suas lavouras. Grande parte do sucesso em encontrar o denominador comum entre produtividade e estratégias conservacionistas, que impactam o ambiente o menos o possível, pode ser atribuído ao setor de pesquisa em todos os seus níveis. Sem que haja validação local e ajustes de tecnologias disponíveis no mercado, a adoção de novas práticas tende a ser muito arriscada.

Ao adotar a estratégia de instalar uma biofábrica na planta operacional da fazenda, fica evidente que a gestão da empresa percebe a existência da alta dependência de insumos vindos do exterior e uma possível crise de abastecimento dos insumos necessários. Além disso, tem a clareza de que há a possibilidade de manter os níveis de produtividade obtidos e incrementá-los com adoção de novas ferramentas de manejo concomitantemente ou não com os defensivos químicos. Este é o caso da adoção de ferramentas na linha dos defensivos biológicos de acordo com o estudo realizado por Cruvinell et al (2022).

Tendo um alcance nacional, medidas tidas como amigas do meio ambiente, como o uso de defensivos biológicos, por exemplo, favorecem a imagem do modelo de produção percebido pela sociedade (Pedrazzoli & Herrmann, 2016). De modo geral, toda vez que se assume um desafio ao adotar uma nova tecnologia, por mais que já exista uma cartilha de execução e uso, é necessário ajustar os processos, principalmente quando essa tecnologia está inserida no modo de desenvolver a agricultura. Essa observação é obtida com base nos estudos como o de Lopes (2015), que indicam faixas de crescimento do organismo mais brandas do que as observadas em testes realizados na fazenda.

No que tange o conteúdo específico do estágio, quanto ao estresse térmico que resulta no interrompimento da divisão celular e dá início ao processo de produção de esporos e, possivelmente, cristais, pode ser interpretado da seguinte maneira. Como a formação cristalina

gerada pela bactéria demonstra toxicidade sobre várias ordens de insetos (VILAS-BÔAS *et al.* 2012) e esse é o principal objetivo do uso de *Bacillus thuringiensis* como agente de controle, a exposição pré-aplicação às temperaturas acima de 20°C pode prejudicar a potencial patogenicidade. Ressalta-se que, os organismos devem estar vivos para agirem sobre o alvo (ALVES, 1998) e, quando a fase vegetativa é interrompida para a produção de cristais e esporos, parte do ciclo de vida do organismo já foi dada como concluída.

Outra constatação interessante desta pesquisa é que não são somente as proteínas Cry que produzem compostos tóxicos para os alvos, as proteínas Vip e Cyt desempenham importante vantagem. Entretanto, estas são produzidas durante a fase vegetativa da bactéria (Vilas-Bôas *et al.* 2012). Ao submeter o produto a estresse térmico, renuncia-se a produção dessas duas proteínas. Contudo, é melhor garantir que, durante o período de armazenamento, o conteúdo de interesse fique em um ambiente com temperatura próxima de 20°C, conforme observado nos testes realizados.

Além disso, a eficiência do processo logístico para bioinseticidas deve ser otimizada, partindo do ponto que o padrão das decisões tomadas do armazenamento até o transporte entregue parâmetros suficientemente satisfatórios similares ao que vale para produtos químicos formulados. Esse ajuste permitirá a integridade e a eficiência do produto (ALVES, 1998), sendo compatível aos resultados observados com estudos *in vitro*. Enquanto não ocorrer essa adequação, a descrença em produtos biológicos para controle de pragas será fortalecida e os resultados, como aqueles obtidos por Cruvinell *et al* (2022).

Ainda é importante ressaltar que as ferramentas biológicas, quando posicionadas de forma adequada, apresentam alto potencial para maximizar a rentabilidade da produção agrícola. Entretanto, nem todas as ferramentas se encaixam nos modelos de produção. A adoção dessas tecnologias é percebida como um dos ajustes finos a serem feitos em fazendas que já contam com resultados satisfatórios.

Tendo sido feitas as constatações acima, todos os questionamentos e sugestões foram muito bem aceitos pela equipe de pesquisa da fazenda. Havia lucidez e esclarecimento por parte de todos os envolvidos de que não seria fácil ajustar os moldes de trabalho para que fossem compatíveis ao uso de defensivos biológicos. Cabe mencionar que parcelas conduzidas com inseticidas e fungicidas biológicos na área experimental apresentaram ótimos resultados de produtividade não só pela eficiência já comprovada dos organismos utilizados, mas também pelo comprometimento de excelência demonstrado por todo time.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do período de estágio curricular foi percebido que de acordo com o desempenho demonstrado e com o passar das semanas atividades de cunho intelectual passaram a ser exigidas, sem que houvesse abandono das atividades operacionais que demandassem mão de obra. Caso a equipe não demonstrasse essa confiança nas atividades de cunho intelectual, não seria possível ter desenvolvido o presente trabalho. A cumplicidade nas atividades do cotidiano e naquelas propostas era a maior dentro do possível, pois o comportamento era observado desde os gestores até aqueles que estavam na linha de frente.

Quando os seis meses terminaram, foi solicitada uma apresentação dos resultados obtidos no estudo de caso. Por mais que não fossem tão precisos os dados, houve o entendimento da importância e a compreensão de qual etapa do processo que envolvia os defensivos biológicos poderia ser melhorada. Após o término da exposição, foi sugerido que se continuasse a investigar as etapas de uso dos produtos biológicos, não só aquelas referentes ao seu armazenamento, mas também aquelas que tratam da aplicação deles. A equipe envolvida na pesquisa concordou com essa sugestão e a julgou pertinente.

O interesse em viver experiências profissionais fora do Rio Grande do Sul sempre existiu. Em nenhum momento, foi pensado que sair da região natal seria fácil. Porém, o crescimento mora no desconforto. A oportunidade de integrar um dos times de pesquisa da SLC Agrícola em uma fazenda localizada em uma das regiões do Brasil referência na agricultura não poderia ser negligenciada. Conhecer o ritmo de produção empresarial de um empreendimento rural na região do MATOBIPA, acrônimo de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, foi um dos grandes privilégios proporcionados pela universidade.

Essa experiência proporcionou a aplicação e expansão da bagagem de conhecimentos agrônômicos, além de proporcionar o aperfeiçoamento na habilidade de comunicação com pessoas, tanto formal, em horário comercial, quanto informal, durante os poucos períodos de confraternização com o time que compunha o efetivo da Fazenda Palmares. Sem dúvida nenhuma, o primeiro semestre de 2022 ficará registrado como o período em que, pela primeira vez, foram colocados à prova os ensinamentos críticos e as capacidades técnicas desenvolvidas na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

8 REFERÊNCIAS

- ALVES, S. **Produção de bactérias entomopatogênicas**. In: ALVES, S. (Ed.) Controle microbiano de insetos. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. cap. 26, p. 815-843.
- BELTRAN, M.; KLAUTAU, F. **CTSA na História: discutindo agrotóxicos à luz da História da Ciência**. Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química, Brasília, v. 1, e012003, 2020.
- BERLINER, E. **Eber die schlaffsucht der Mehlmottenraupe**. (Ephesis kuehniella Zell.) undihren Erreger Bacillus thuringiensis, n. sp. Z. ang. Entomology, v. 2, p. 29-56, 1915.
- CARVALHO, M.; NODARI, E.; NODARI, R. **“Defensivos” ou “agrotóxicos”? História do uso e da percepção dos agrotóxicos no estado de Santa Catarina, Brasil, 1950-2002**. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 75-91, 2017.
- CROPLIFE BRASIL. **Cresce a adoção de produtos biológicos pelos agricultores brasileiros**. Produto Biológico, 2021c. Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/noticias/cresce-a-adocao-de-produtos-biologicos-pelos-agricultores-brasileiros/>>. Acesso em: 18 nov. 2021.
- CRUVINELL, A. et al. **Rentabilidade na produção de soja na fazenda Bom Jardim Lagoano com manejo de biológicos “na fazenda”**. Research, Society and Development, v. 11, n. 14, p. e135111436112-e135111436112, 2022.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Crescimento das exportações brasileiras e atendimento a novos mercados**. [2022]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/intensificacao-tecnologica-e-concentracao-da-producao/sinal-e-tendencia/crescimento-das-exportacoes-brasileiras-e-atendimento-a-novos-mercados>>. Acesso em: 29 jan. 2023
- EMBRAPA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 294. **Caracterização Geomorfológica do Município de Barreiras, Oeste Baiano, Escala 1: 100.000**. 1º ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2010.
- EPAMIG. **Controle alternativo de pragas e doenças: opção ou necessidade?** EPAMIG, Belo Horizonte, 2021.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable**. FAO, Rome, 2022.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário**. [2017]. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2022.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. [2022]. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Balço Hídrico**. [2010]. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 07 jan. 2023

ISHIWATA, S. **On a kind of severe flacherie (sotto disease)**. Danihon Sanshi Kaiho, v. 114, p. 1-5, 1901.

LOPES, R. **Montagem e análise do genoma parcial de Bacillus thuringiensis BAC3151 endofítico das folhas do feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris)**. 2015.

MEADOWS, M. P. **Bacillus thuringiensis in the environment: ecology and risk assessment**. In: ENTWISTLE, P. F.; CORY, J. S.; BAILEY, M. J.; HIGGS, S. (ed). *Bacillus thuringiensis an environment biopesticide: theory and practice*, Chichester: John Wiley & Sons, p. 193-220, 1993.

MEYER, M. et al. **Bioinsumos na cultura da soja**. 2022.

NESTER, E. et al. **100 Years of Bacillus thuringiensis, a Paradigm for Producing Transgenic Organisms: A Critical Scientific Assessment**. American Academy of Microbiology, in Ithaca, New York. 2020.

OERKE, E.-C. **Crop losses to pests**. The Journal of Agricultural Science, v. 144, n. 1, p. 31-43, 2006.

PEDRAZZOLI, D.; HERRMANN, G. **Análise do Mercado de Defensivos Agrícolas Naturais**. In: HALFELD-VIEIRA, B. *et al.* *Defensivos Agrícolas Naturais: Uso e Perspectivas*. 1º ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2016.

SLC AGRÍCOLA. **Nossas Fazendas**. [2022] Disponível em: <<https://www.slcagricola.com.br/nossas-fazendas/>>. Acesso em 13 dez. 2022.

VAN LENTEREN, J. **The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake**. BioControl, v. 57, p. 1–20, 2012.

VASCONCELOS, Y. **Agrotóxicos na berlinda**. Pesquisa FAPESP, São Paulo, ano, v. 19, 2018.

VILAS-BÔAS, G. et al. **Fatores de virulência de Bacillus thuringiensis: o que existe além das proteínas Cry**. EntomoBrasilis, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2012.

VILAS-BÔAS, G.; PERUCA, A.; ARANTES, O. *Biology and taxonomy of Bacillus cereus, Bacillus anthracis, and Bacillus thuringiensis*. Canadian journal of microbiology, v. 53, n. 6, p. 673-687, 2007.